

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

Terárium řízené jednodeskovým počítačem - Raspberry Pi

Tomáš Bárta

© 2018 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Bárta

Informatika

Název práce

Terárium řízené jednodeskovým počítačem – Raspberry Pi

Název anglicky

A terrarium controlled by a single board-computer – Raspberry Pi

Cíle práce

Hlavním cílem práce je vytvoření automatizovaného prototypu terária za pomoci jednodeskového počítače Raspberry Pi, který díky ovládní jednotlivých prvků umožní kvalitnější a přesnější chod celého systému. Dílčími cíli práce jsou analýza potřebných podmínek chovaného druhu a následné použití těchto informací pro výstavbu terária, prozkoumání možností dalšího využití a modifikace prototypu.

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. V teoretické části budou poznatky použity pro vytvoření návrhu a popisu řešeného problému. Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků bude v praktické části práce vytvořen prototyp automatizovaného terária.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

Raspberry Pi, terárium, automatizace, Python, senzor, GPIO, monitorování

Doporučené zdroje informací

BRUINS, E. *Teraristika : encyklopedie*. Čestlice: Rebo, 2005. ISBN 80-7234-477-3.

KARVINEN, T. *Make: Sensors A Hands on Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi*. MICROSOFT PRESS, 2014. ISBN10 1449368107

KLÁTIL, L. *Pagekoni rodu Rhacodactylus*. Rudná u Prahy : Robimaus, 2010. ISBN 978-80-87293-18-8

NORRIS D. *Raspberry Pi: Projekty*. Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4346-9

UPTON, E. – GONER, J. – HALFACREE, G. *Raspberry Pi : uživatelská příručka*. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-4116-8.

VERGNER, I. – NOVÁKOVÁ, D. *Ještěři : Biologie Chov Gekoni 1*. Jihlava: Madagaskar, 2001. ISBN 80-86068-23-4

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Alexandr Vasilenko, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2017

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 11. 2017

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Terárium řízené jednodeskovým počítačem – Raspberry Pi" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. 03. 2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Alexandru Vasilenkovi, Ph.D, z katedry informačních technologií ČZU v Praze, za jeho odborné metodické a svědomité vedení při psaní této práce, za jeho cenné rady doporučení a vždy vřelí přístup.

Terárium řízené jednodeskovým počítačem – Raspberry Pi

Abstrakt

Tato Bakalářská práce je zaměřena na vytvoření plně funkčního prototypu automatizovaného terária, které umožní zlepšení, usnadnění, a především zpřesnění chovných podmínek pro konkrétně vybraný terarijní druh. Dílčím cílem práce je konkretizovat podmínky pro chovaný druh a tyto poznatky přenést do praktické části samotné výstavby terária, následně prozkoumat různé možnosti dalšího využití a navrhnout případné modifikace. Hlavním důvodem pro výběr tohoto tématu bakalářské práce bylo obecné zvyšování zájmu o inteligentní zařízení a technologie a také velký rozmach chovu exotických terarijních zvířat v domácnostech po celém světě. První část práce obsahuje teoretické poznatky týkající se řídicího počítače Raspberry Pi, rozšiřujících modulů a potřebného softwaru k vytvoření prototypu. Najdeme zde také základní informace o teraristice a výčet možných prvků ovlivňujících prostředí v teráriích. Ve druhé části jsou teoretické poznatky převedeny do praxe, kdy je sestaven funkční prototyp automatizovaného terária řízený jednodeskovým počítačem za pomoci příslušných senzorů a ovládacích modulů, které dohlížejí na všechny základní systémy. V závěru práce je uvedeno ekonomické zhodnocení projektu, jeho porovnání s komerční výrobou a srovnání automatizovaného terária se standardně vybaveným.

Klíčová slova:

Raspberry Pi, terárium, automatizace, Python, senzor, GPIO, monitorován

A terrarium controlled by a single board-computer - Raspberry Pi

Abstract

This Bachelor thesis focuses on the creation of a fully functional prototype of an automated terrarium which allows improvement, simplification and, first of all, detailed specification of the breeding conditions for each selected terrarium species. Partial goal of the thesis is to concretize the conditions for each given species and to bring this knowledge into practice of building the terrarium itself. Further it allows to search other ways of use and to suggest any possible modifications. The main reason for choosing this topic of Bachelor thesis is the increasing interest in intelligent devices and technologies, and also a great upswing in the breeding of exotic terrarium pets in homes all over the world. The first part of the thesis presents theoretical information of the control computer Raspberry Pi, its extension modules and the software necessary for creating the prototype. It also provides basic information about terraristics and the account of possible features influencing the condition in the terrariums. The second part deals with theory put in practice, it shows a functioning prototype of an automated terrarium controlled by a single board-computer with corresponding sensors and control modules which survey all the basic systems. The conclusion of the thesis shows the economical evaluation of the project, its comparison to commercial manufacturing and comparison of the automated terrarium to the standardly equipped ones.

Keywords:

Raspberry Pi, terrarium, automation, Python, sensor, GPIO, monitoring

Obsah

1	Úvod	12
2	Cíl práce a metodika	13
2.1	Cíl práce	13
2.2	Metodika práce	13
3	Teoretická východiska	14
3.1	Raspberry Pi	14
3.1.1	Historie a verze Raspberry Pi	15
3.1.2	GPIO a jejich funkce	17
3.2	Hardwarové prostředky	19
3.2.1	Elektromagnetické relé	19
3.2.2	Nepájivé pole	20
3.2.3	Senzor DHT22	21
3.2.4	Senzor DS18B20	22
3.2.5	Světelný senzor TSL2561 a SI1145	23
3.2.6	Senzor vlhkosti substrátu KG003	24
3.2.7	Magnetický jazýčkový kontakt LS-311-B38	25
3.2.8	OLED a E-Ink displeje	25
3.2.9	Kamera Raspberry Pi V2 a Raspberry Pi NoIR 2	26
3.2.10	Moduly rozšiřující GPIO rozhraní	27
3.3	Software	28
3.3.1	Operační systém Raspbian	28
3.3.2	SSH	29
3.3.3	Python	30
3.3.4	Apache HTTP server	30
3.3.5	MariaDB	30
3.4	Teraristika	31
3.4.1	Faktory ovlivňující prostředí v teráriu	31
3.4.2	Rozdílná prostředí - typy terárií	34

3.4.3	Teraristická hlediska určující výběr hardwarových prostředků	37
4	Praktická část	38
4.1	Nastavení jednodeskového počítače a příprava softwaru	38
4.1.1	První spuštění Raspberry Pi	38
4.1.2	Instalace OS - NOOBS & OS Raspbian	39
4.1.3	Základní konfigurace Raspberry Pi.....	39
4.1.4	SSH – vzdálený přístup	40
4.1.5	Programovací jazyk Python	41
4.1.6	Webový server Apache a databáze MariaDB	41
4.2	Zapojení hardwarových prvků	42
4.2.1	Připojení elektromagnetického relé.....	42
4.2.2	Zapojení senzorů	43
4.2.3	Použití nepájivého pole	43
4.2.4	Zapojení vodního systému	44
4.2.5	Zapojení mlhovače	45
4.2.6	Vytápění pomocí topného kabelu.....	45
4.2.7	Systém osvětlení.....	46
5	Výsledky a diskuze	47
5.1	Ekonomické zhodnocení	47
5.1.1	Srovnání stavby prototypu s komerčním řešením	50
5.2	Srovnání s běžně užívaným teráriem	51
5.3	Možnosti modifikace.....	53
6	Závěr.....	55
7	Seznam použitých zdrojů	56
8	Přílohy	59

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Raspberry Pi 3 model B (vlastní zpracování)	15
Obrázek 2 - Schéma GPIO pinů (21).....	17
Obrázek 3 - Schéma relé (2)	19
Obrázek 4 - Elektromagnetické relé (vlastní zpracování)	20
Obrázek 5 - Nepájivé pole (vlastní zpracování)	21
Obrázek 6 - Senzor DHT22 (vlastní zpracování)	22
Obrázek 7 - Teplotní senzor DS18B20 (25)	23
Obrázek 8 - Světelný senzor SI1145 (26).....	24
Obrázek 9 - Senzor vlhkosti substrátu (27)	24
Obrázek 10 - OLED displej (16).....	26
Obrázek 11 - Kamera Raspberry Pi V2 (20).....	27
Obrázek 12 - Rozšiřující modul GPIO (24).....	27
Obrázek 13 - Uživatelské prostředí Raspbian (vlastní zpracování).....	28
Obrázek 14 - PuTTY (vlastní zpracování).....	29
Obrázek 15 - UVB zdroje (6)	33
Obrázek 16 - Tropické terárium (vlastní zpracování).....	36
Obrázek 17 - Modulární krabička a klávesnice (vlastní zpracování)	38
Obrázek 18 - Chladič (vlastní zpracování)	39
Obrázek 19 - Verze systému Raspbian (vlastní zpracování)	39
Obrázek 20 - Základní nastavení Raspberry Pi (vlastní zpracování).....	40
Obrázek 21 - Připojení pomocí PuTTY (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 22 - Zobrazení hodnot na webové stránce (vlastní zpracování).....	42
Obrázek 23 - 8-kanálové relé (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 24 - Zapojení senzorů v nepájivém poli (vlastní zpracování)	44
Obrázek 25 - Prvky vodního systému (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 26 - Prvky systému vytvářejícího mlhu (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 27 - Prvky světelného systému (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 28 - Detail připojení osvětlení do relé (vlastní zpracování).....	46

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Vývoj modelů počítače Raspberry Pi (vlastní zpracování)	16
Tabulka 2 - Vyčíslení nákladů na stavbu prototypu terária (vlastní zpracování)	49

Seznam grafů

Graf 1 - Teplotní hodnoty v průběhu dne (vlastní zpracování)	52
Graf 2 - Hodnoty vzdušné vlhkosti v průběhu dne (vlastní zpracování)	52

Seznam příloh

Příloha 1 - Čtení hodnot ze senzoru - reading_data.py	59
Příloha 2 - Zápis hodnot do databáze - data_into_database.py	60
Příloha 3 - Ovládání rosení - water_system.py	62
Příloha 4 - Ovládání mlhovače - fogger_system.py	64
Příloha 5 - Ovládání vytápění - heating_system.py	65
Příloha 6 - Ovládání osvětlení - light_system.py	69
Příloha 7 - PHP skript pro čtení hodnot z databáze	70
Příloha 8 - Prototyp ve finální podobě	71

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá vytvořením funkčního prototypu automatizovaného terária ovládaného jednodeskovým počítačem a možnostmi dalšího rozšíření tohoto řešení. Dané téma bylo zvoleno jako reakce na vzrůstající rozvoj chytrých zařízení a jejich pronikání do každodenního lidského života, a také z důvodu zvyšující se oblíbenosti terarijních zvířat. Cílem práce je vytvoření automatizovaného terária, které usnadní a zároveň zvýší přesnost podmínek potřebných pro chov. V teoretické části je představen jednodeskový počítač, podmínky, které musí terárium splňovat na základě chovaného druhu a jsou zde rozpracovány další možnosti využití tohoto prototypu. Praktická část se poté zabývá samotnou tvorbou prototypu automatizovaného terária. Pro vyhodnocení podmínek v samotném teráriu, jejich případnou úpravu nebo změnu, jsou za pomoci senzoru zaznamenávána data do příslušné relační databáze založené na principech MySQL a za použití programovacího jazyka PHP jsou data pro snadnější přístup interpretována na webové stránce.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je vytvoření automatizovaného prototypu terária za pomoci jednodeskového počítače Raspberry Pi, který díky ovládní jednotlivých prvků umožní kvalitnější a přesnější chod celého systému. Dílčími cíli práce jsou analýza potřebných podmínek chovaného druhu a následné použití těchto informací pro výstavbu terária, prozkoumání možností dalšího využití a modifikace prototypu.

2.2 Metodika práce

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů a následného využití v praktické části práce.

V teoretické části bude podrobně popsán jednodeskový počítač Raspberry Pi a některé možnosti jeho případného rozšíření v podobě dalších sensorů. Vysvětleno zde bude fungování sensorů, které jsou použity pro stavbu prototypu automatizovaného terária. Dále zde budou uvedeny informace o použitém softwaru a základní informace o teraristice, které jsou nezbytné pro dokončení terária.

Na základě syntézy teoretických poznatků bude v praktické části práce vytvořen prototyp automatizovaného terária, který umožní zaznamenávat jednotlivá měřená data. Díky získaným informacím bude umožněn snadnější a přesnější chod terária. V závěru práce budou probrány možnosti úprav pro jiné druhy terarijních zvířat.

3 Teoretická východiska

Následující kapitola zahrnuje všechna teoretická východiska potřebná pro získání informací, aby bylo možné sestavit prototyp terária řízeného počítačem Raspberry Pi 3 model B. Je zde také zmíněn vývoj samotného počítače a různé druhy příslušenství, které je možné s tímto jednodeskovým počítačem využít. Nechybí zde ani část zaměřující se na použitý software a prvky ovlivňující prostředí v teráriu.

3.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi je miniaturní počítač vyvinutý nadací Raspberry Pi Foundation. Zakladatelem nadace je Eben Upton, který se později vypracoval až na pozici výkonného ředitele a v současnosti odpovídá za veškerou hardwarovou a softwarovou architekturu počítače. Raspberry Pi bylo vytvořeno s myšlenkou nízko výkonného počítače, který bude působit jako vstupní bod pro nové uživatele, kteří se snaží dostat do oboru informatiky a dozvědět se více o hardwarové i softwarové stránce věci. Upton doufal, že tak vznikne budoucí generace programátorů. Navržen jako levný počítač směřující do vzdělávacího sektoru byl velmi rychle přijat komunitou, a to především díky své všestrannosti a možnostem přizpůsobení. Za pomoci takto rozsáhlé komunity vzniklo mnoho dalších příslušenství a programů, které jsou vyvíjeny přímo pro distribuci operačního systému Raspbian.

Vzhledem ke své všestrannosti se Raspberry Pi rychle z oblasti školství a vzdělávání dostal do hledáčku různorodých kutilů, modelářů a vývojářů. Vzhledem k možnosti ovládnutí okolních prvků v reálném světě je tento jednodeskový počítač často využíván jako mozek chytrých domácností nebo zabezpečovacích systémů. Pro jeho vysokou míru individuálního přizpůsobení a vytvoření tak jedinečných systémů se Raspberry Pi skvěle hodí do různých projektů týkajících se především internetu věcí. Velice často je používán jako multimediální zařízení, server či výpočetní mozek meteorologické stanice. (9) (23) (30)



Obrázek 1 - Raspberry Pi 3 model B (vlastní zpracování)

3.1.1 Historie a verze Raspberry Pi

Raspberry Pi od svého uvedení na trh v roce 2012 vyšel v několika generacích a prošel mnohými inovacemi. Na trhu se nachází čtyři hlavní provedení tohoto jednodeskového počítače:

- základní Raspberry Pi model A,
- Raspberry Pi model B,
- výpočetní modul Raspberry Pi Compute Module,
- Raspberry Pi Zero.

Model A je základní variantou, která neobsahuje síťový konektor a disponuje pouze jedním USB portem. Tento model při prvním vydání v únoru 2013 byl osazen RAM pamětí o velikosti 256 MB, která je u všech verzí sdílena s grafickým čipem. V prosinci roku 2014 je u první revize tato hodnota navýšena na 512 MB a to i přes snížení spotřeby elektrické energie o 0,5 W a ceny z 25 dolarů na úctyhodných 20 dolarů. Výkonnější model B, který byl uveden již v dubnu roku 2012, obsahoval navíc síťový konektor přímo na desce počítače a od července 2014, kdy byl představen model B+ získal čtyři plnohodnotné USB porty pro připojení periférií. Druhá generace přinesla novější architekturu procesoru ARM, 1 GB sdílené paměti a později v říjnu 2016 bylo použito vylepšené 64 bitové grafické jádro.

Nejnovější a aktuálně prodávaná generace Raspberry Pi 3 model B přinesla často žádaný síťový modul pro bezdrátové připojení pomocí Wi-Fi a technologie Bluetooth.

Výpočetní modul v anglickém originále Compute Module je výpočetní jednotka určena zejména pro vývojáře, kteří chtějí vytvářet vlastní návrhy PCB (Printed Circuit Board) desek založených na této architektuře.

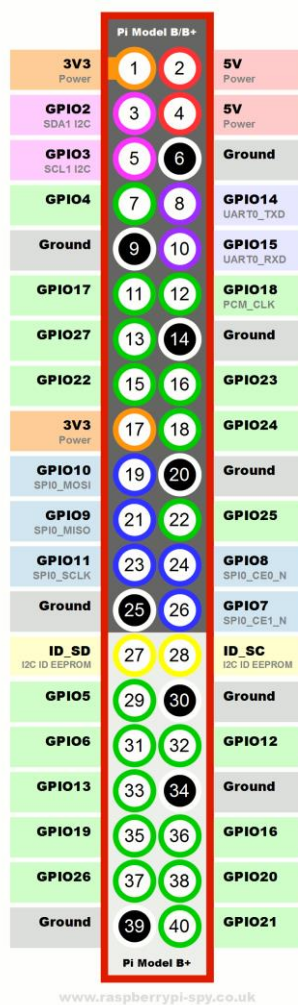
Malým přesto velice zajímavým produktem nadace Raspberry Pi Foundation je miniaturní jednodeskový počítač Raspberry Pi Zero, představený na konci roku 2015. Tato menší verze počítače Raspberry Pi je skvělým řešením v nízkonákladových projektech, které jsou závislé na rozměrech a co možná nejnižší spotřebě. Model Zero je proto velice vhodný pro mobilní projekty. V únoru 2017 vychází velice očekávaný model Zero W, kdy "W" v jeho názvu označuje bezdrátové řešení (Wireless). Přímou na základní desce se nachází Wi-Fi a Bluetooth modul. (8) (23) (30)

typ	model a		model b					Zero		
Generace	1	1+	1	1+	2	2 PCB v1.2	3	PCB v1.2	PCB v1.3	W
Datum vydání	II.13	XI.14								
Architektura	ARMv6Z				ARMv7- A	ARMv8-A		ARMv6Z		
Procesor	ARM11				ARM Cortex- A7	ARM Cortex- A53		ARM11		
Grafický čip	Broadcom VideoCore IV BMC2836									
Paměť	256 MB	512 MB			1 GB			512 MB		
USB porty	1		2	4				1 (Micro USB)		
Video výstup	HDMI, MIPI	HDMI, MIPI, TRRS jack	HDMI, MIPI, RCA jack	HDMI, MIPI, TRRS jack				Mini HDMI		
Audio výstup	3.5 mm jack (Analog), HDMI (Digital)							Mini HDMI (Digital)		
Spotřeba	300 mA (1.5 W)	200 mA (1W)	700 mA (3.5 W)	200 mA (1W)	220 mA (1.1 W)		300 mA (1.5 W)	100 mA (0.5 W)		
Cena	25\$	20\$	35\$	25\$	35\$	35\$	35\$	5\$	5\$	10\$

Tabulka 1 - Vývoj modelů počítače Raspberry Pi (vlastní zpracování)

3.1.2 GPIO a jejich funkce

General-Purpose Input/Output Pins neboli univerzální vstupně/výstupní piny umožňují Raspberry Pi interagovat s fyzickými objekty v reálném světě. Jedná se o 20 pinů ve dvou řadách, které se nacházejí na samotném okraji počítače. Pomocí těchto pinů lze přijímat či odesílat elektronické signály a pracovat tak s připojeným hardwarem na nejnižší úrovni. Programování pinů je založeno na jejich fyzickém stavu 0 nebo 1 tedy vypnuto nebo zapnuto. V kontextu programu uvádíme stavy Low a High. Pro samotné GPIO je vyhrazeno 26 pinů, které lze programovat, a některé z těchto pinů sdílejí další funkce. Dále se zde nachází 2 piny s napájením 3,3 V a 2 piny s napájením 5 V, které jsou zdrojem pro připojená zařízení a samozřejmě nechybí 8 pinů označovaných jako zem. Při větších projektech by však použitelných 26 pinů mohlo být málo. V takových případech lze použít rozšiřující moduly, které jsou dostupné v široké škále verzí. (18) (19) (30)



Obrázek 2 - Schéma GPIO pinů (21)

Možnosti dalšího využití pinů:

- Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)

Univerzální asynchronní přijímač/vysílač, který využívá dvou pinů označovaných ve většině případů jako RX (Receiver) a TX (Transmitter) pomocí nichž lze odesílat a přijímat data. UART funguje na principu rozkládání datových celků na jednotlivé bity. Tyto bity jsou poté zaslány v sérii a později zpět složeny do smysluplného celku na straně příjemce. Komunikace vždy začíná počátečním bitem, který oznamuje zahájení procesu odesílání. Dále jsou zaslána potřebná data, paritní bit pro kontrolu integrity a celý proces je uzavřen koncovým bitem. Jelikož je tato komunikace asynchronní vysílač i přijímač obsahuje vlastní generátor hodinového signálu. V případě nutnosti je možno časový signál měnit, jeho hodnota není pevně stanovena.

- Inter-Integrated Circuit (I²C)

Sériová sběrnice, jejíž hlavní funkcí je připojení nízko rychlostních periférií k základní desce, za pomoci dvou vodičů. Při použití této komunikace lze na sběrnici připojit až 128 různých zařízení. První vodič poté funguje jako hodinový signál (SCL) a druhý představuje datový kanál (SDA), přičemž jsou oba zapojeny jako otevřený kolektor. Sběrnice rozděluje připojená zařízení na řídicí (Master) a řízené (Slave). Jednotlivá zařízení mohou začít vysílat pouze pokud je sběrnice připravená neboli se nachází v klidovém stavu. V průběhu odesílání jsou mezi skutečnými daty odesílány také kontrolní bity, pomocí kterých lze rozpoznat kolize. Kolize nemusí být v některých případech zjištělná a to zejména při zápisu více zařízení na stejnou cílovou adresu. I2C technologie je často používána pro řízení OLED a LCD displejů.

- Serial Peripheral Interface (SPI)

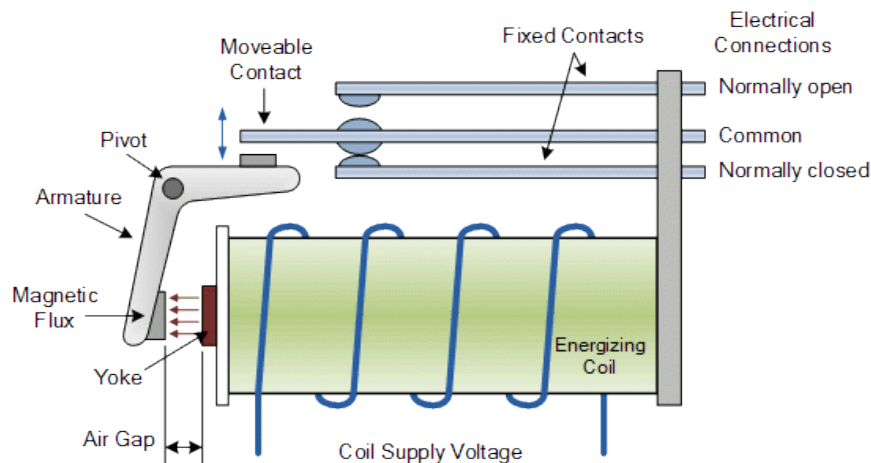
Sériové periferní rozhraní je používáno pro komunikaci mezi řídicími mikroprocesory a ostatními integrovanými obvody. Stejně jako I2C i SPI funguje na principu Master/Slave. Master řídí komunikaci pomocí hodinového signálu a pomocí SS (Slave Select) vybírá s kterým zařízením bude komunikovat. Ovládané zařízení jen čeká, kdy bude aktivováno právě pomocí SS a poté využívá vlastní hodinový signál pro zaslání komunikace. Samotná adresace se provádí za pomoci speciálních vodičů, na kterých je nastavena logická nula ve chvíli, kdy zařízení chce komunikovat. Maximální délka zaslanych dat je 8 bitů popřípadě v některých případech 16 bitů. Díky své jednoduché implementaci je sběrnice SPI často využívána pro připojení senzorů a různorodého příslušenství počítačů. (1) (9)

3.2 Hardwarové prostředky

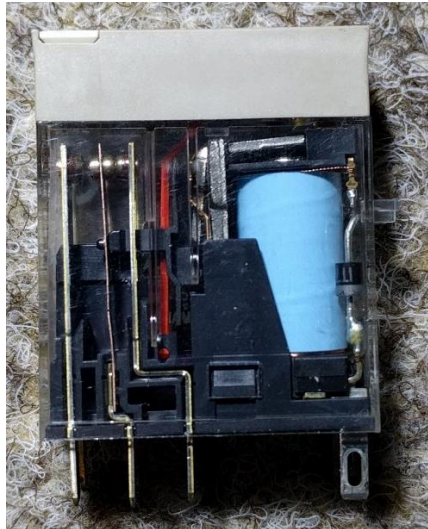
3.2.1 Elektromagnetické relé

Elektromagnetické relé je elektricky ovládaný spínač, který umožňuje ovládnutí silnoproudých strojů a zařízení pomocí slaboproudého signálu. Základními komponenty jsou cívka s feromagnetickým jádrem a mechanickým obvodem, který se skládá z pohyblivé kotvy s pružinou, ta slouží k vrácení relé do původní polohy. V praxi je funkce relé následovná, při sepnutí ovládacího obvodu je cívkou vytvořeno magnetické pole, které za pomoci magnetické síly přitáhne mechanickou část relé směrem k cívce. Následně dojde k uzavření spínaného obvodu. Po přerušení přívodu elektrické energie přestane cívka kotvu přitahovat a je navracena do původní polohy pomocí pružiny a spínaný obvod je přerušen. Pro připojení zařízení je možno využít dvou typů obvodů. Normálně otevřený obvod (NO – Normally Open), který zařízení tedy ovládaný obvod spouští až ve chvíli, kdy je sepnut ovládací obvod. Na druhou stranu normálně uzavřený obvod (NC – Normally Close) funguje v opačném provedení, kdy ve chvíli sepnutí ovládacího obvodu je ovládaný obvod vypnut.

Nevýhodou elektromagnetického relé je obsah mechanických částí, které se v průběhu používání značně opotřebovávají a zároveň neumožňují rychlé přepínání mezi vypnutým a zapnutým stavem. V případech, kdy je nutné rychlé spínání a velké množství spínacích cyklů, je možné využít polovodičové relé (SSR – Solid State Relay). Bohužel tento typ relé je velice drahý v porovnání s běžným elektromagnetickým a ve většině případů je nutné toto relé chladit. (5)



Obrázek 3 - Schéma relé (2)



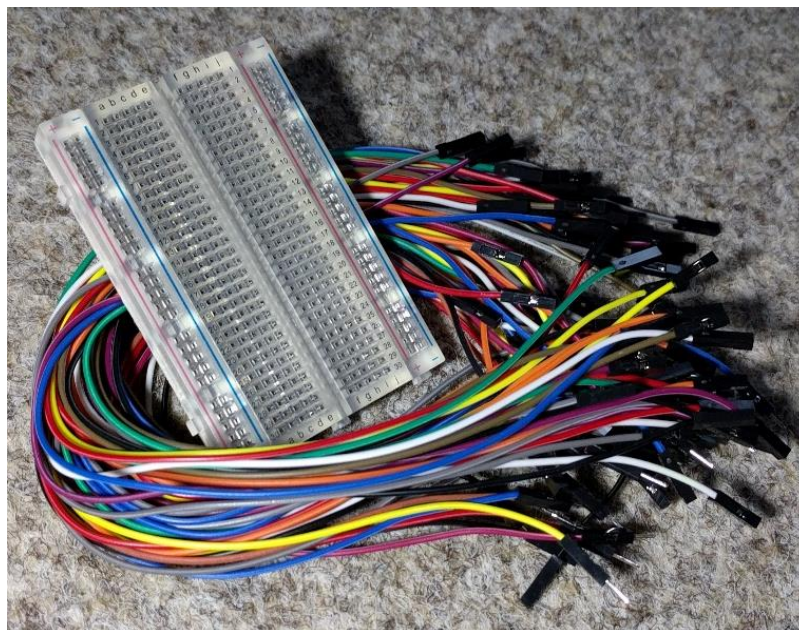
Obrázek 4 - Elektromagnetické relé (vlastní zpracování)

3.2.2 Nepájivé pole

Nepájivé pole neboli kontaktní nepájivé pole, v anglicky mluvících zemích Breadboard je pomůcka, která umožňuje opakovatelné navrhování a testování elektrických obvodů bez nutnosti pájení. Nepájivé pole se skládá z nevodivé části většinou vyrobené z plastu a vodivé části, která obsahuje daný počet otvorů s kovovými či pokovovanými svorkami. To představuje hlavní smysl nepájivých polí, kdy může opakovaně součástky a propojovací kabely připojovat a odpojovat. Tato vlastnost umožní opakované změny v zapojení obvodu a velice pohodlné testování.

Převážná většina prodávaných polí má oddělenou část pracovní a část pro napájení, která je obvykle v prvních dvou řadách po obou stranách pole. Část označená „+“ (červená barva) je řada napájecí a řada pro uzemnění má označení „-“ (černá barva).

Nepostradatelnou součástí při navrhování obvodů jsou propojovací vodiče. Mohou mít několik typů ukončení, a to po obou stranách stejné (Male/Male a Female/Female) nebo kombinované (Male/Female).



Obrázek 5 - Nepájivé pole (vlastní zpracování)

3.2.3 Senzor DHT22

Snímač DHT22 je nástupcem modulu DHT11. Jedná se o snímač dvou veličin a to vlhkosti a teploty. Nová verze sebou přinesla přesnější měření při větším rozsahu hodnot. Oba senzory pracují na napětí 3 V i 5 V, je však doporučeno používat napětí 3 V, a to z důvodu lehkého přehřívání teplotního čidla při použití vyššího napětí což může vést ke zkreslování teplotních hodnot. Vylepšeným parametrem je zvětšení rozsahu měření hodnot vlhkosti vzduchu, která se z 20–80% dostala na 0–100%. Zlepšením prošel i teplotní sensor, který nyní zaznamenává záporné hodnoty, a to již od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ a to vše s přesností $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Menší nevýhodou může být zvýšení doby mezi měřeními a to z 1 vteřiny na 2 vteřiny. Tato změna se ovšem v mnoha projektech neprojeví.

DHT22 používá kapacitní vlhkosní sensor a termistor pro měření teploty. Vlhkosní sensor pracuje na bázi malého kondenzátoru, který se skládá z hygroskopického a zároveň dielektrického materiálu umístěného mezi dvojicí elektrod. Hygroskopické materiály jsou látky, které snadno pohlčují a udržují vzdušnou vlhkost. Pokud je takový materiál navlhčen začne měknout, a naopak při vysušení tvrdne. Jako příklad může posloužit kyselina sírová, oxid fosforečný nebo chlorid hořečnatý. Dielektrické látky jsou podmnožinou nevodivých materiálů, ale navíc mají schopnost polarizace, neboli umějí zachovat elektrické pole i bez stálého přívodu elektrického náboje. V senzorech se nejčastěji používá jako dielektrický

materiál plast nebo polymer. Při zvyšování vzdušné vlhkosti, se zvětšuje kapacita snímače. Kapacita je poté podle předem stanovených hodnot převedena na procentuální vyjádření vzdušné vlhkosti.



Obrázek 6 - Senzor DHT22 (vlastní zpracování)

Pro teplotní čidla se používají již výše zmiňované termistory, které jsou speciálními typy rezistorů. Ty lze rozdělit do dvou skupin NTC (Negastor) a PTC (Pozistor). PTC jsou rezistory, u kterých s rostoucí teplotou roste i odpor. Ovšem pro teplotní senzory se častěji používá NTC typ rezistorů, kde při vzrůstající teplotě odpor klesá. Pro měření teploty je poté nutné znát charakteristiku daného rezistoru a podle ní dopočítat výslednou teplotu.

Na spodní straně senzoru se nachází čtyři kontakty, pro připojení k jednodeskovému počítači jsou využity však pouze tři. První pin je pro napájení senzoru, druhý pro přenos dat a čtvrtý pro uzemnění. Kontakt na pozici číslo tři se pro připojení nepoužívá, a proto je často označován anglickou zkratkou NC (not connected) nebo v některých případech NULL. Senzor DHT22 přenáší jednotlivá měření pomocí pěti bajtů. První dva vyjadřují vlhkost vzduchu, druhá dvojice je pro teplotní hodnotu a poslední bajt je určen pro kontrolu zda přenos proběhl v pořádku. (12) (28)

3.2.4 Senzor DS18B20

Teplotní sensor DS18B20 je digitální senzor, který díky voděodolnému provedení umožňuje provádět měření teploty ve zhoršených podmínkách. Podobně jako multifunkční senzor DHT22 pracuje i tento senzor s napětím od 3 V do 5 V. Výhodou je veliký rozsah měřených hodnot od -55 °C do 125 °C, a to s přesností 0,5 °C. Tento typ senzoru je zkonstruován pouze s jedním datovým vodičem, což umožňuje snadné zapojení.

Díky tomu, že každý ze senzorů má unikátní 64 bitový sériový kód, je možné na jednom datovém vodiči provozovat větší počet čidel. Vzhledem ke svému voděodolnému provedení je senzor ideálním řešením pro měření teplot vodních ploch, substrátu nebo například samotného vybavení terária jako jsou zdroje tepla, osvětlení nebo výhřevných ploch. (12)



Obrázek 7 - Teplotní senzor DS18B20 (25)

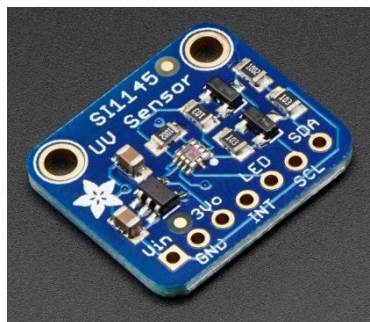
3.2.5 Světelný senzor TSL2561 a SI1145

Jedná se o senzory měřící světelný svit a umožňující tak přizpůsobení podmínek světelného systému v teráriu. Základní model TSL2561 je schopný snímat přesné hodnoty lux (lux – jednotka intenzity osvětlení) s pracovním rozsahem od 0,1 až 40 000 lux. Díky možnosti měření nejen celého spektra běžného svitu, ale i infračerveného záření je jeho použití velice všestranné. Senzor je schopen velice dobře odolávat různým okolním teplotám, správně pracovat může v rozsahu - 30°C až 80°C.

V případě nutnosti měření UV indexu je možné použít vylepšený senzor SI1145 od firmy SiLabs, který sice přímo nepoužívá skutečný UV senzor, ale za pomoci příslušného algoritmu, měření běžného a infračerveného spektra dokáže hodnoty UV indexu dopočítat. Snímatelné spektrum tohoto typového senzoru pro infračervené záření je 550–1000 nm a pro spektrum viditelného světla je vlnová délka v rozsahu 400–800 nm. Ve speciálních případech, lze tento senzor využít pro měření vzdáleností, za pomoci infračervené diody. Opět i tento senzor dokáže bezproblémově pracovat v teplotách od -40 °C až do 85 °C.

Světelné senzory mohou být napájeny napětím 3 V až 5 V. V případě obou čidel je zabudována funkce připojení Inter-Integrated Circuit zkráceně I²C, která za pomoci GPIO pinů dovoluje na jednom datovém vodiči provozovat až tři senzory, každý s vlastní nastavitelnou adresou pomocí propojovacích kontaktů „jumperů“ na desce senzoru. Použití

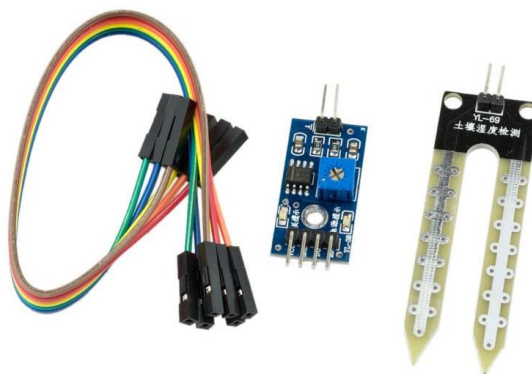
světelných senzorů umožňuje kontrolu nejen vybavení osvětlení, ale zároveň přináší bezpečnostní prvek v podobě dohledu nad dodávaným UV zářením, které může být jak při nedostatku, tak nadbytku pro zvíře fatální. (1) (12)



Obrázek 8 - Světelný senzor S11145 (26)

3.2.6 Senzor vlhkosti substrátu KG003

Vzhledem k primárnímu určení pro měření vlhkosti mají kontakty těchto senzorů upraven povrch pro zajištění delší životnosti ve vlhkém prostředí. Často používaný materiálem je nikl či zlato a zabudovány jsou v podobě dvou kontaktů umístěných v měřeném povrchu, kde působí jako potenciometr a měří zde v reálném čase odpor. Senzor KG003 měří nejenom přítomnost vody v substrátu, ale zároveň detekuje přímý kontakt s vodou a zamezuje tedy přemokření povrchu. Před použitím je na modulu nutno nastavit pomocí digitálního potenciometru sensitivitu senzoru, který poté podle dosažené hodnoty zasílá logickou 0 či 1 připojenému počítači. Modul opět pracuje s napětím v rozmezí 3 V–5 V. Nejrozšířenější použití senzorů vlhkosti půdy je v systémech obstarávajících nejen závlahu pro velkoplošné zahrady, ale také pro jednotlivé rostliny.



Obrázek 9 - Senzor vlhkosti substrátu (27)

3.2.7 Magnetický jazýčkový kontakt LS-311-B38

Magnetický jazýčkový kontakt LS-311-B38 je senzor pro signalizaci, který reaguje na přerušení obvodu, pomocí kterého můžeme zabezpečit terárium proti nechtěnému otevření. Magnetické čidlo pracuje na principu běžně zavřeného obvodu označovaného NC (Normally Close). Maximální délka vodiče pro připojení tohoto typu senzoru je 20 metrů a spínací vzdálenost kontaktů je 15 – 25 mm. Tento senzor je možné například uplatnit v chovech jedovatých zvířat, kdy může signalizovat nejen vniknutí nebo nechtěné otevření cizí osobou, ale také únik zvířete a zároveň při správném nastavení může upozornit na zapomenuté otevřené terárium.

3.2.8 OLED a E-Ink displeje

Při vytváření projektů, které pracují s daty, je častou volbou přídatný modul displeje. Nejčastěji využívané technologie displejů v souvislosti s jednodeskovými počítači jsou OLED a E-Ink varianty. OLED displeje jsou tvořeny pixely z organických látek a dvou elektrod, které za pomoci napětí způsobují světelné záření organických látek v pixelech. Zásadní vlastností OLED displejů je malá spotřeba, a tedy vhodnost použití u mobilních zařízení. Na druhou stranu nevýhodou je postupné opotřebení a vypalování barev do displeje. U modré barvy se problémy mohou začít projevovat přibližně po jedné tisícovce hodin, u zelené po deseti tisících hodinách. Červená barva je nejodolnější s třiceti tisíci hodinami. OLED displeje lze rozdělit na pasivní a aktivní. Pasivní displeje jsou tvořeny maticí s překřížených vodičů, které jsou v místě dotyku spojeny s elektrodami. Právě elektrody napájí jednotlivé sekce matrice a tím ovládají jas jednotlivých pixelů. Díky své jednoduchosti konstrukci jsou často využívány v přenosných zařízeních, u kterých je nutné zobrazovat zejména text, jako jsou například MP3 přehrávače. Aktivní OLED displeje nabízejí ovládání jednotlivých bodů pomocí individuálních transistorů. Tato vlastnost umožňuje zamezení viditelného blikání, zvýšení obnovovací frekvence, lepší ostrost obrazu a nižší spotřebu energie ovšem za vyšší pořizovací cenu díky složitějšímu procesu výroby.

Další skupinou jsou E-Ink displeje, které spotřebovávají elektrický proud pouze při překreslení obrazu. Displej je složen z jednotlivých pixelů (malé kapsle) obsahujících miniaturní kuličky černé a bílé barvy, při čemž každá z barev reaguje na jinou polaritu napájení. Při každé změně obrazu se nastaví u jednotlivých pixelů polarita, a tím se vykreslí obraz na displeji. Tato technologie je uplatňována zejména u elektronických čteček knih

a některých chytrých hodinek. Oba typy displejů disponují různorodostí v oblasti vlastností, ať už se jedná o rozlišení, obnovovací frekvenci, velikost potřebného napájení či různých úhlů čitelnosti. Vzhledem k menším velikostem, a tedy menšímu rozsahu možného zobrazení jsou tyto displeje obohaceny o funkci aktivního posunu obsahu. (18)

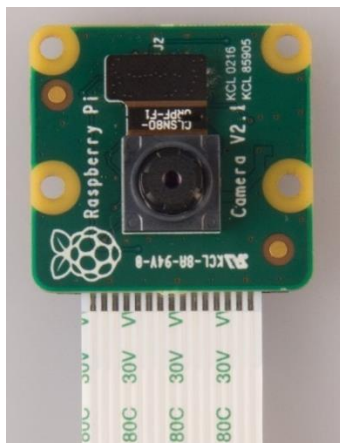


Obrázek 10 - OLED displej (16)

3.2.9 Kamera Raspberry Pi V2 a Raspberry Pi NoIR 2

Kamera od stejného oficiálního výrobce jako počítač Raspberry Pi nabízí ve své druhé verzi vyšší rozlišení, a to při zachování svých malých rozměrů. S touto kamerou můžeme nahrávat HD video a pořizovat snímky až v rozlišení 3280 x 2464 pixelů. Pro připojení kamery je možné využít CSI port, který se nachází přímo na desce počítače Raspberry Pi, což velice usnadňuje instalaci a uvedení do provozu. Po softwarové stránce kamera používá knihovnu MMAL (Multimedia Abstraction Layer) a aplikační programovací rozhraní V4L (Video For Linux), které zajišťuje podporu na linuxových distribucích. Kamera využívá 8 Mpx CMOS senzor s označením IMX219 od společnosti Sony.

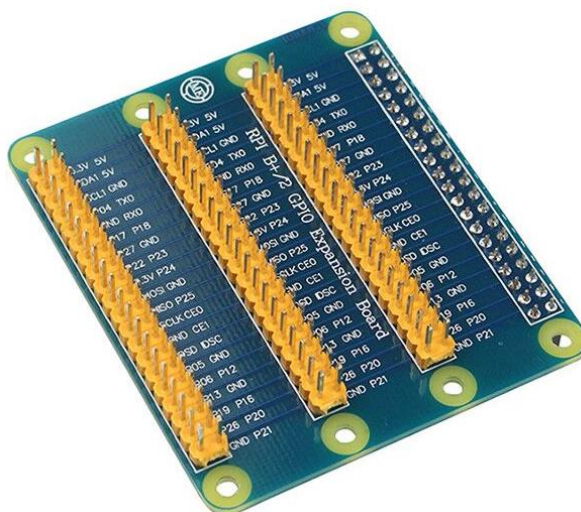
Pro sledování terária při nočním režimu, lze poté využít osvětlení pomocí IR diod a upravené verze kamery s označením NoIR (neobsahuje infračervený filtr). Ostatní parametry jsou shodné s klasickým modelem, avšak výrobce si připravil zajímavou doplňující funkci v podobě dodávaného filtru v modré barvě. Tento filtr umožňuje pomocí kamery zachytit zdraví rostlin, proto je velice vhodný do botanických projektů. Použití kamery může být velice důležitou součástí automatizovaných systémů. Přináší možnost prohlédnout si záznamy v případě potíží v teráriu a napomáhá při prevenci a řešení zdravotních problémů zvířat. (9) (23)



Obrázek 11 - Kamera Raspberry Pi V2 (20)

3.2.10 Moduly rozšiřující GPIO rozhraní

V mnoha projektech je nutné použít větší počet připojených zařízení a základních 40 GPIO pinů na Raspberry Pi nemusí být dostačující. V danou chvíli je nutné využít rozšiřující moduly, které se vyrábějí v mnoha provedeních. Příkladem může být modul, který není třeba pájet, a to Univerzální GPIO Expansion Shield. Existuje také typ rozšiřujících modulů, které nám pomohou piny vynést na nepájivé pole a dovolí nám tedy jednoduší zapojování testovacích obvodů. Tento způsob ovšem neřeší přímé rozšíření základního počtu pinů.



Obrázek 12 - Rozšiřující modul GPIO (24)

3.3 Software

3.3.1 Operační systém Raspbian

Raspbian je operační systém vytvořený přímo pro použití na počítači Raspberry Pi a jeho základem je Linuxová distribuce Debian. Jeho vývoj započal na přelomu roků 2011 a 2012, kdy Raspbian vznikl jako nezávislý projekt. Mezi jeho hlavní přednosti se řadí vysoká optimalizace pro ARM procesory a modifikované prostředí PIXEL (Pi Improved Xwindows Environment, Lightweight), které obsahuje jen potřebné nástroje a napomáhá plynulému a rychlému chodu počítače. Operační systém Raspbian je stejně jako samotný počítač Raspberry Pi cíleně vyvíjen nejen pro běžné použití, ale zejména pro výukové účely jako programování a tvorbu nehmotného obsahu. Mezi hlavní výbavou tedy nechybí vývojové prostředí pro programovací jazyk Python, program pro tvorbu jednoduchých her Scratch a spoustu dalšího softwaru převážně v oblastech programování, tvorby hudby a například také matematiky.

Pro instalaci Raspbianu do jednodeskového počítače lze využít dva způsoby. Jednodušší a vhodnější způsob pro nové nebo začínající uživatele je volba Raspbianu přeinstalovaného na SD kartě, metoda označovaná jako NOOBS (New Out Of Box Software). Funguje jako jednoduchý instalátor, který ovšem umožňuje při instalaci vybrání i jiného operačního systému z nabídky, jeho stažení z internetu a následnou instalaci. Druhý způsob je samotné stažení obrazu Raspbianu z oficiálních webových stránek nadace a jeho zapsání na připravenou SD kartu pomocí některého ze spousty zapisovacích programů, které jsou dostupné. Oficiální stránky Raspberry Pi obsahují podrobný jednoduchý návod a doporučují použití programu s názvem Etcher, který nabízí jednoduché grafické prostředí. (22) (30)



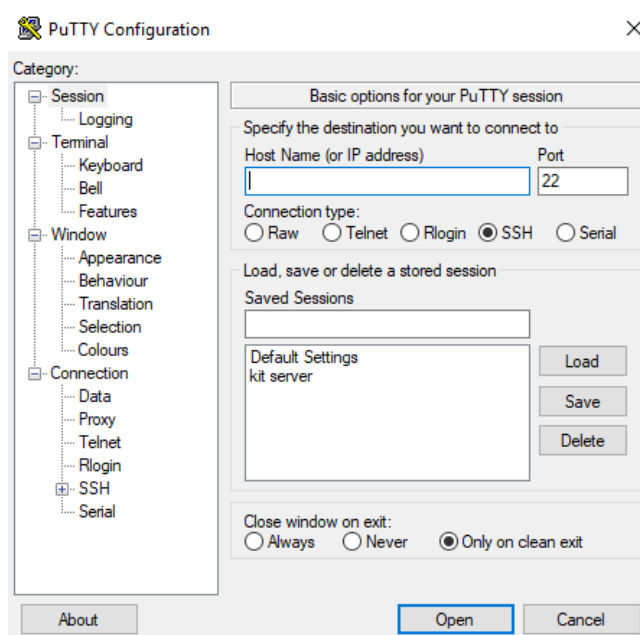
Obrázek 13 - Uživatelské prostředí Raspbian (vlastní zpracování)

3.3.2 SSH

Secure Shell zkráceně SSH je šifrovaná komunikace mezi dvěma zařízeními využívaná zejména pro správu vzdáleného počítače a přenos souborů což umožňuje různé druhy administrace. SSH používá pro komunikaci rozšířený protokol TCP/IP a slouží jako náhrada za zastaralý Telnet. Secure Shell zabezpečuje autorizaci na obou stranách komunikace, stará se nejen o šifrování, ale i o integritu dat a využívá bezeztrátovou kompresi. Díky práci pouze v příkazovém řádku je SSH protokol velmi nenáročný na potřebné zdroje.

Vzhledem k tomu že SSH bylo navrženo zejména pro komunikaci mezi dvěma systémy s unixovým prostředím je při použití systému Windows nutné nainstalovat některý z dostupných SSH klientů. Nejpoužívanějším programem je PuTTY, které je Open Source a podporuje mnohem více protokolů jako například SCP, Telnet, rlogin nebo Raw socket spojení.

Pokud je potřeba zřídit připojení přímo s grafickým uživatelským rozhraním je možné využít VNC (Virtual Network Computing). VNC komunikace využívá protokol FRB a stejně jako SSH pracuje na principu server-klient. Server zajišťuje komunikaci s klientem, obstarává zobrazení grafické plochy v reálném čase a přenáší signály z myši a klávesnice. VNC je nezávislý na platformě a také podporuje komunikaci více uživatelů najednou. (9) (22) (30)



Obrázek 14 - PuTTY (vlastní zpracování)

3.3.3 Python

Python je vysokoúrovňový skriptovací programovací jazyk, který nabízí dynamickou kontrolu datových typů a podporuje různá programovací schémata, včetně objektově orientovaného, imperativního, procedurálního nebo funkcionálního programování. Python je vyvíjen jako Open Source projekt a pracuje na většině běžně používaných systémů. Pro distribuce GNU/Linux je součástí základní instalace. Aktuálně se používají dvě verze, které nejsou mezi sebou kompatibilní (2.x, 3.x). Python se zaměřuje hlavně na syntaxi, přehlednost a snadnou čitelnost kódu. Využívá bílé znaky pro rozdělování jednotlivých částí a snaží se zápis kódu co možná nejvíce zkracovat. Tento programovací jazyk se uplatňuje zejména ve webovém vývoji, vývoji her a při tvorbě uživatelských grafických prostředí, velice často je využíván při vývoji umělých inteligencí a v projektech, které vyžadují zpracování velkého objemu dat. (15)

3.3.4 Apache HTTP server

Apache je jedním z nejpoužívanějších softwarů pro webové servery. Jeho hlavním úkolem je zajištění obsluhy jednotlivých návštěvníků webových stránek. Celý projekt je vyvíjen pod Open Source licencí a umožňuje použití na všech hlavních platformách Windows, Unix a Mac OS. Apache je poskytován jako základní jádro, které může být obohaceno o různé další moduly podle potřeby uživatele. Nejčastěji používané moduly jsou jazyková rozšíření, databázové služby, autentifikační moduly a moduly umožňující kompresi webových stránek pro optimalizaci chodu.

PHP jakožto skriptovací programovací jazyk a MySQL, které se hojně využívá k tvorbě databázových struktur je společně s Apache serverem nejpoužívanější trojice programů pro vytváření dynamických internetových stránek.

3.3.5 MariaDB

MariaDB je relační databáze tvořená pod Open Source licencí GNU GPL (General Public License). Byla vytvořena několika původními vývojáři pracujícími na MySQL, kteří se obávali pohlcení firmou Oracle. Hlavním cílem této relační databáze je zachování kompatibility s protokoly MySQL a případné vylepšení některých stávajících funkcí. V poslední době začala MariaDB předhánět běžně používané MySQL. Například vývojáři

linuxové distribuce Fedora uvažují nad kompletní výměnou a použitím této relační databáze. Masivní rozšíření bylo také zapříčiněno oficiální podporou redakčního systému Wordpress a využití v globálních firmách jako je Google a Mozilla.

3.4 Teraristika

Teraristika je obor, který se věnuje chovu plazů, bezobratlých a obojživelníků nejen pro zájmové, ale i komerční účely. Chov plazů a ještěřů v zajetí má již dlouhou historii. První doložený záznam byl odchyt a chov krajty písmenkové pro egyptského vladaře v Alexandrii. Dříve byl kladen stejný důraz na vnější krásu terária i na vnitřní složení všech dílčích částí a celý objekt působil více jako umělecká než funkční jednotka. Zajímavostí je, že v této době byl využíván k vytápění terárií lihový či petrolejový kahan, což pro chovaná zvířata nebylo úplně ideální. Naštěstí v dnešní době již takovou bizarnost neuvidíme a v novodobém pojetí se teraristika více zaměřuje na jednotlivé potřeby chovaných zvířat.

I přes obrovský pokrok v teraristice a velkému počtu změn se základní princip nezměnil. V podstatě jde o vytvoření uzavřeného prostředí, které se snaží co nejvíce simulovat přírodní podmínky, v kterých zvolený druh žije. Při výběru chovatel musí brát v potaz hlavně velikost zvířete, ale také jakým způsobem a kde v přírodě žije.

Velikost terária primárně závisí na velikosti zvířete. Je zřejmé, že velké druhy nelze chovat v teráriu o nedostačujících rozměrech, ale může se stát, že terárium bude příliš velké? Odpověď zní ano. I přesto, že člověku se to může zdát divné, vždyť dané zvíře v přírodě žije v „neomezeném“ prostoru. Ovšem v dnešní době spousta chovaných zvířat je již několikátá generace odchovaná v zajetí a tyto druhy si v některých případech vybudovali trochu odlišné návyky a podmínky oproti stejným druhům z přírody. V moc velkém prostředí se běžně u zvířat chovaných v zajetí, a to zejména u mladých jedinců stává, že mají problém s nalezením potravy, což může způsobit vážné vývojové problémy. (3) (31)

3.4.1 Faktory ovlivňující prostředí v teráriu

Podmínky v teráriu jsou ovlivňovány různými faktory, mezi které patří: vlhkost, teplota, osvětlení, voda, ventilace, substrát a hygiena. Ty je nutné upravovat specificky podle druhu chovaného zvířete. V úvahu je nutné brát původ, tedy z jakého biomu živočich pochází a způsob jeho života.

Voda

Voda jako nejdůležitější prvek v teráriu musí být zpřístupněna každodenně, ať už ve formě vodní plochy nebo ručního rosení, popřípadě za pomoci automatického systému. U stálé vodní plochy je nutné zajistit cirkulaci, filtraci a pokud je zapotřebí také dostačující okysličení. Umělé přidávání kyslíku do vody je nutné hlavně v případech, pokud vodní prostor budou obývat ryby. Pohyb vody a okysličení může zajistit uměle vytvořený vodopád s příslušným filtračním systémem, který navíc zabezpečí čistotu vody. Na téma vody se přímo váže vzdušná vlhkost, s kterou vodní plochy umístěné v teráriu přímo pomáhají.

Vlhkost a ventilace

U tropických druhů jen pasivní vypařování z vodních ploch nestačí. Pro takový případ je nutné zajistit rosení a v některých případech dokonce mlžení pro potřebnou vlhkost nad 80%. Jak již bylo zmíněno, rosení může být zajištěno ručně pomocí klasických rozprašovačů nebo automatickým systémem. V obou případech je důležité správné načasování. Ideální je rosení ve večerních hodinách po vypnutí zdroje tepla, díky tomu je zajištěna dobrá úroveň vlhkosti přes noční hodiny. Takto zajištěné rosení je možné obohatit o ranní závlahu, která přidá na reálnosti celého systému a celkově bude více napodobovat přírodní podmínky. Vzdušná vlhkost sebou přináší další důležitý prvek, jímž je ventilace. Z hlediska větrání v teráriích je potřeba být na pozoru. Nesmí dojít k vytvoření průvanu a okolní vzduch by neměl ovlivňovat podmínky v teráriu. A v poslední řadě je nutné tyto podmínky přizpůsobit dle druhu chovaného zvířete a typu terária, v kterém se nachází.

Teplota

Napodobení denních a nočních teplotních výkyvů je kritickou záležitostí. Proto se pro udržování stále teploty v teráriích využívá několik typů zařízení, kdy každé má své výhody a nevýhody. Prvním zdrojem tepla, který se díky nástupu LED svítidel dostává do pozadí je výhřev pomocí světelných žárovek. Nevýhodou žárovek je přímé umístění v teráriu, a tedy možnost kontaktu se zvířetem. To může vést k popálení či dokonce smrti. Ovšem zásadním přínosem žárovek je spojení tepelného zdroje se světelným za poměrně nízkou pořizovací cenu. Dalším zdrojem, který sdílí nevýhodu možného kontaktu jsou infračervené žárovky nebo zářiče. Oproti světelným žárovkám, u kterých je při výhřevu využito odpadní teplo. Infračervené zdroje jsou cíleně vyráběny pro výhřev prostředí. To vede k delší životnosti a v mnoha případech k větší spolehlivosti a tím přesnější regulaci tepla. Výhodou použití infračervených zdrojů je možnost vytvoření bodu výhřevu, tedy schopnost regulovat teplotu v různých částech terária. Vzhledem k síle těchto zářičů

je nutné správně zvolit vzdálenost. Pokud jde o plazy, kteří žijí v korunách stromů je lepší infračervený zářič umístit nad terárium a tím zamezit přístup a zároveň vytvořit výhřevné místo ve větvích. Dalším alternativním zdrojem tepla jsou topné kabely a podložky, které jsou ideální pro vyhřívání stěn a dekorací jako jsou kameny a různé převisy či umístění pod substrátem. Výhodou je umístění přímo do prostředí terária bez rizika zranění zvířete.

Pro měření teploty je nejlepší volbou termostat, který za pomoci relé může zdroj tepla zapínat či vypínat automaticky. V ideálním případě je dobré teplotu měřit na více místech, čímž je docíleno spolehlivějších měření.

Osvětlení a UV-B

Osvětlení je nedílnou součástí terária a nelze jej nahradit ani umístěním u okna. Důvodem je jiný světelný režim chovaných druhů, které obvykle žijí v subtropických a tropických oblastech. Zde se během roku délka dne v zásadě nemění a pohybuje se okolo 12 hodin. Vždy je dobré se snažit napodobit délku svitu a intenzitu světla podle země původu chovaného zvířete. V dnešní době lze vybírat z několika typů osvětlení. Bodová svítidla, reflektory a zářivky jsou nahrazovány LED osvětlením, které získává na oblibě díky snižující se ceně a dlouhé životnosti.

Ultrafialové záření přesněji jeho užší spektrum označované UV-B je zdrojem vitamínu D, který je pro některé, zejména pak denní gekony nezbytnou součástí života. Vlastností, s kterou musí chovatel počítat je, že tento typ záření neprochází sklem, proto je důležité jeho zdroj umístit přímo do interiéru terária. Problém UV-B zdrojů je krátká životnost, která se pohybuje mezi šesti až devíti měsíci používání. Ultrafialové zdroje je možné získat v několika variantách, ty je nutné volit dle typu terária. Jsou to halogenová svítidla bez filtru, plynové výbojky nebo halogenové zářivky.



Obrázek 15 - UVB zdroje (6)

Substrát

Jako spousta dalších prvků závisí druh substrátu na typu terária. Použit lze přírodní materiály, které je ovšem nutné sterilizovat nebo koupit již hotové směsi. Pokud chované zvíře tráví většinu času na zemi nebo si dokonce v substrátu tvoří skrýše, pak v takovém případě je dobré obstarat substrát co nejpodobnější raději ideálně stejný, s jakým by se zvíře dostalo do kontaktu ve volné přírodě. U tropických druhů je nejčastěji používán mech, rašelina, orchidejový kompost a substráty na bázi vláken z kokosových ořechů. V menším měřítku se do těchto běžně používaných podkladů ještě vmíchává písek, drcená kůra a suché listy. Zvláštní kapitolou jsou papírové utěrky, které se používají v karanténě a umožňují rychlejší zpozorování parazitů či jiných problémů.

Hygiena

Většina zvířat chovaných v teráriích jsou zvířata exotická, která bývají velmi náchylná na prostředí, v kterém žijí. Proto je jednou z nejdůležitějších faktorů hygiena. Nutností je sledovat vývoj v teráriu a registrovat veškeré změny. Pro často chovaný druh rosničky listovnice červenooké (*Agalychnis callidryas*), může být jen malá změna v prostředí smrtící. Udržování dobré hygieny zajistí použití snadno omyvatelných materiálů a samozřejmostí je nepoužívání toxických či jinak závadných látek. Užitá desinfekce musí být na přírodní bázi, popřípadě na bázi peroxidu a alkoholu. Po užití jakýchkoliv desinfekčních prostředků je dobré terárium důkladně omýt teplou vodou. (3) (4) (10) (29)

3.4.2 Rozdílná prostředí - typy terárií

Zásadním faktorem pro správnou volbu terária je prostředí, z kterého konkrétní druh terarijního zvířete pochází. Tento faktor ovlivňuje převážnou většinu vybavení a parametrů terária. Od odpovídajícího prostředí se odvíjí všechny použité prvky jako například druh substrátu, vytápění, osvětlení, rosení, dekorace a mnoho dalšího.

Základní druhy terárií:

Akvária

Jak už z latinského aqua – „voda“ respektive aquaris – „týkající se vody“ vyplývá, jedná se o vodní nádrž pro chov ryb a v nemalé řadě také obojživelníků. Často najdeme v těchto nádržích živé rostliny, které nejen že vypadají velice hezky, ale zároveň za pomoci kvalitního osvětlení udržují správné hodnoty oxidu uhličitého a kyslíku. Dalším podstatným prvkem je filtrační systém, který obstarává čistotu jak vody, použitého substrátu a tím

zajišťuje biologickou rovnováhu. Filtrační proces můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny mechanické a biologické. Mechanická filtrace má za účel odstranění drobných částic a nečistot. Na druhou stranu biologický filtr za pomoci bakterií (nitrifikační bakterie) odbourává dusíkaté sloučeniny z vody. Proto u biologických filtrů velice záleží na velikosti filtrační hmoty, v které se mohou usadit potřebné bakterie. Nedílnou součástí akvárií je také vytápění, které zajistí stálou teplotu vody.

Akvária lze rozdělit do dvou skupin na slanovodní a sladkovodní. U obou skupin je zapotřebí využití techniky určené pro daný typ. V dnešní době se na výrobu akvárií používá nejenom sklo, ale obrovský zájem je také o akvária vyrobená z akrylátu. Akrylát je druh plastu, který umožňuje vytváření různorodých tvarů, a dokonce i možnost vrstvení bez viditelných spojů. (7) (14)

Vodní terárium

Mezi vodní terária můžeme zařadit paludárium, které se snaží napodobit prostředí bažin a ripárium jenž má snahu vytvořit prostředí podobné břehům vodních toků. V těchto typech terárií se klade hlavní důraz na vysokou vzdušnou vlhkost. Tu zajišťuje povětšinou rozsáhlá vodní plocha, která může být v některých případech využita jako částečné akvárium nebo vlhkost zajistíme pomocí častého rosení či mlžení. Jako porost je zde využita velká míra kapradin a různých druhů mechů nebo lišejníků. Substrátem je rašelina, u které nesmí docházet k zahnívání, proto je v těchto typech terárií kladen velký důraz na větrání. V některých případech bývají tyto terária využívána pouze pro pěstování exotických rostlin.

Tropické terárium

Tropické terárium je jedním z nejoblíbenějších typů terárií, které se vyznačuje vysokou vlhkostí a různorodým porostem. Je zde zapotřebí udržovat konstantně vzdušnou vlhkost nad hodnotou 60 %, v některých případech vyžadují zvířata z tohoto biomu až 90 % vlhkost. Tyto podmínky nám zajistí časté rosení a mlžící zařízení. Teplotu je potřeba udržovat mezi 23 °C až 30 °C s nočním poklesem o přibližně 5 °C. S teplotou pomohou nejlépe topné podložky, které při umístění ze spodu terária zajistí nejen potřebnou teplotu, ale zároveň napomohou zvýšení vlhkosti při vypařování vody ze substrátu. Z toho již vyplývá nutnost použít substrát, který dokáže dobře držet vodu a rychle nevysychá. Nejčastěji jsou používány směsi na bázi kokosových vláken. Dále je zapotřebí zajistit dostatečné osvětlení, pro některé tropické druhy je UVB záření podmínkou pro zdravý život.

Tropická terária zároveň vždy obsahujú veľké množstvo porostu a rôznorodých vetví, ktoré pôsobia ako úkryt a zároveň zväčšujú užitnú plochu terária.



Obrázek 16 - Tropické terárium (vlastní zpracování)

Pouštní terárium

Převážnou většinu interiéru pouštních terárií tvoří písek, kameny a popřípadě sukulenty. Toto vybavení je důležité jako úkryt, pokud se zvíře dostane do stresu a nebo se potřebuje ukrýt do stínu. Denní teploty se pohybují přes 30 °C a to s maximem až 55 °C v místě výhřevu. Místo pro výhřev je velice důležité, protože obyvatelé pouštních terárií v tomto prostoru tráví většinu času, kde čerpají energii. I přesto, že na přírodních pouštích dochází k poklesu nočních teplot až k bodu mrazu, není nutné v těchto teráriích používat chladicí zařízení. Plazy na poušti povětšinou času tráví noc pod zemí, kde teplota zůstává kolem 20 °C. Velice důležitá součást je UVB osvětlení stejně jako u tropických druhů, kdy pouštní druhy by bez tohoto záření nepřežili. V teráriu by neměla chybět málková nádoba s vodou.

Insektárium

Insektárium je speciální druh terária určený pro chov hmyzu. V těchto teráriích jsou chováni především pavouci, strašilky či kudlanky, ale také mnoho dalších bezobratlých jako jsou například mravenci. Terária, která obsahují kolonie mravenců, jsou označována formikária. Tento specifický typ terária musí být kvalitně zajištěn proti úniku.

Karanténní terárium

Toto terárium slouží pro karanténní účely nově příchozích jedinců nebo nemocná zvířata. Vybavení musí být co nejjednodušší a co možná nejpraktičtější. Jako substrát povětšinou slouží papírové utěrky. Dále nesmí chybět v teráriu nějaký úkryt a obrovský důraz je samozřejmě kladen na hygienu.

Ostatní druhy terárií

V malém počtu se vyskytují venkovní terária a voliéry na zahradách. Tento typ terária je v našich podmínkách možné využít jen v málo případech. Avšak vyskytují se druhy jako například evropské suchozemské želvy, kterým naše podnebí vyhovuje, a přes letní období mohou setrvávat venku. Na venkovní terária navazují také terarijní skleníky, které jsou vlastně jen obdobou skleníků pro rostliny samozřejmě s menšími rozdíly ve vybavení. Jedním z dalších terárií nacházejících se v menšině je terárium pokojové, kdy chovatel vyhradí celou místnost jako teráriu. Takovýto typ se uplatňuje hlavně v chovu velkých druhů plazů, převážně varanů. (3) (10) (11) (13) (17) (31)

3.4.3 Teraristická hlediska určující výběr hardwarových prostředků

V předchozí podkapitole Rozdílná prostředí – typy terárií je uveden výčet hlavních typů terárií, ze kterého vyplývá jak rozmanité a variabilní může být využití senzorů Raspberry Pi a dalších zařízeních, v závislosti na životních podmínkách jednotlivých druhů. V každé situaci záleží na tom, co chceme v daném prostředí sledovat a automaticky řídit. V případě pouštních terárií můžeme sledovat pouze teplotu a řídit světelný cyklus. Pouze dvě hodnoty postačí k funkčnímu chodu v takto navrženém systému. Jiný případ však nastane ve chvíli, kdy terárium bude tropického typu, ve kterém se navíc budou nacházet živé rostliny a vodní plocha s rybami. V danou chvíli musíme nejen správně řídit denní cyklu světla a teplotu, ale také měřit vlhkost vzduchu, vlhkost půdy, teplotu nejen vzduchu, ale také vodní plochy, zajištění závlahy rostlin, okysličování a filtraci vody a mnoho dalšího. Z toho je tedy jasné, že vždy je systém nutno upravit podle potřeb, které musí být splněny.

4 Praktická část

V následující části práce je popsán proces vytvoření funkčního prototypu terária, který je automaticky ovládán pomocí jednodeskového počítače Raspberry Pi model 3 a za pomoci jeho příslušných modulů. Pro stavbu bylo využito poznatků zejména z teoretické části práce a osobních zkušeností s chovem plazů. Jednotlivé prvky vybavení jsou vybrány dle osobních preferencí, s ohledem na současný vývoj, praktičnost a možnost budoucího rozšíření terária. V závěrečné části práce bude toto řešení otestováno a srovnáno s běžně vybaveným teráriem, bude zodpovězena otázka možnosti různých modifikací a ekonomické zhodnocení prototypu.

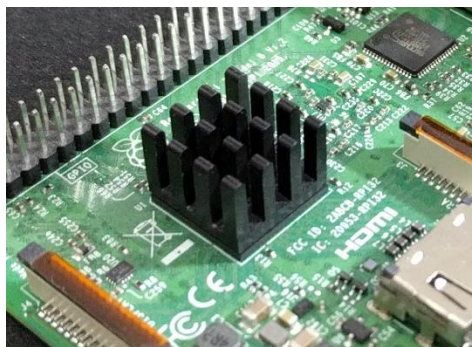
4.1 Nastavení jednodeskového počítače a příprava softwaru

4.1.1 První spuštění Raspberry Pi

V první řadě je nutné se zaměřit na samotné spuštění vybraného modelu jednodeskového počítače, v tomto případě Raspberry Pi 3 model B. Vhodné je při prvním spuštění použít externí periferie, které usnadní instalaci operačního systému a základní nastavení počítače. Poté lze provádět všechny úkony pomocí vzdáleného přístupu. Vzhledem k celodennímu provozu terária byl nainstalován pasivní hliníkový chladič s tepelným odporem 27 K/W, umístěný na hlavní čip jednodeskového počítače, který teplotu procesoru udržuje v přijatelných hodnotách. Instalace chladiče je velmi jednoduchá, jedná se o nalepení pomocí teplovodivé fólie. Pro zvýšení ochrany a prevenci před poškozením či znečištěním v prostředí kolem terárií byla použita modulární krabička.



Obrázek 17 - Modulární krabička a klávesnice (vlastní zpracování)



Obrázek 18 - Chladič (vlastní zpracování)

4.1.2 Instalace OS - NOOBS & OS Raspbian

Pro instalaci operačního systému bylo využito oficiálního instalátoru NOOBS na zakoupené 16 GB microSDHC kartě s třídou rychlosti UHS-I U1 A1 včetně adaptéru. Tento instalátor umožňuje výběr z několika různých systémů jako například LibreELEC nebo OSMC pro multimediální centra ovšem s doporučenou instalací Raspbianu, jak již bylo popsáno výše v teoretické části práce. Pro tento prototyp terária byl vybrán Raspbian 9 Stretch (což je konkrétní a aktuální verze systému) a to v plné desktopové verzi s grafickým prostředím.

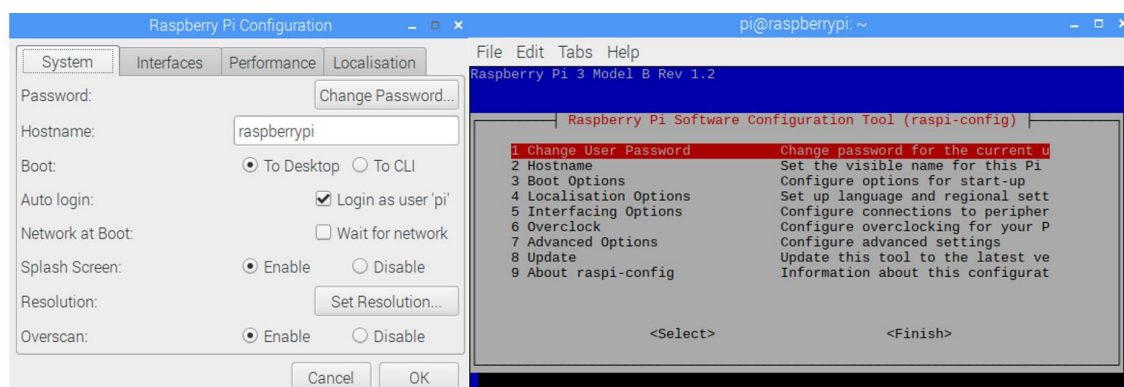
```
pi@raspberrypi:~ $ cat /etc/*-release
PRETTY_NAME="Raspbian GNU/Linux 9 (stretch)"
NAME="Raspbian GNU/Linux"
VERSION_ID="9"
VERSION="9 (stretch)"
ID=raspbian
ID_LIKE=debian
HOME_URL="http://www.raspbian.org/"
SUPPORT_URL="http://www.raspbian.org/RaspbianForums"
BUG_REPORT_URL="http://www.raspbian.org/RaspbianBugs"
```

Obrázek 19 - Verze systému Raspbian (vlastní zpracování)

4.1.3 Základní konfigurace Raspberry Pi

Základní nastavení počítače je poměrně jednoduché a lze jej provést dvěma způsoby. První možností je příkazový řádek, kde je možné použít příkaz: `sudo raspi-config`, druhý způsob je využití grafického uživatelského prostředí, kdy cesta k tomuto nastavení je v podobě: Menu/Preferences/Raspberry Pi Configuration. Pro mé potřeby bylo při konfiguraci nutné použít kombinaci obou způsobů, s důrazem na to, že pro detailnější

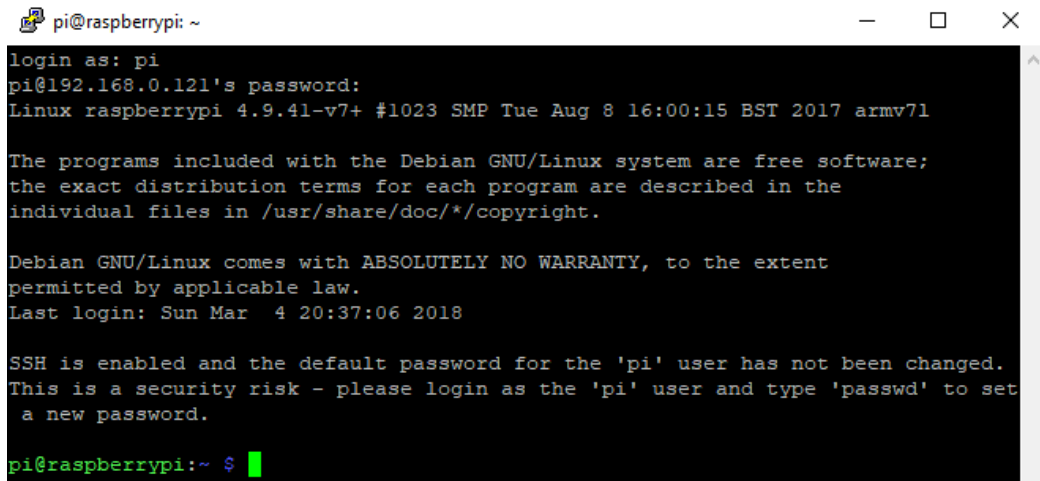
nastavení a zejména při ovládání přes vzdálený přístup je nutné použít terminál a příslušné příkazy. Při používání externích knihoven a instalaci potřebného softwaru je důležité udržovat systém a jeho části aktualizované. Nejprve je nutné aktualizovat systémový balík pomocí příkazu: `sudo apt-get update`, poté stačí pomocí příkazu: `sudo apt-get upgrade` nainstalovat všechny aktualizované části.



Obrázek 20 - Základní nastavení Raspberry Pi (vlastní zpracování)

4.1.4 SSH – vzdálený přístup

Po základní konfiguraci byl nastaven vzdálený přístup pomocí SSH, který umožní ovládání a úpravy Raspberry Pi bez nutnosti stálého připojení externích periférií. Pro použití na systému Microsoft Windows byl nainstalován SSH klient PuTTY. Prvním krokem pro navázání komunikace mezi SSH klientem a samotným jednodeskovým počítačem je nutné zadat IP adresu použitého Raspberry Pi 3 model B a defaultní přístupové heslo. Z bezpečnostních důvodů je velice důležité toto základní heslo změnit. V případě, že u počítače zapomeneme povolit funkci vzdáleného přístupu a nemůžeme v danou chvíli využít externí periferie, lze na bootovací oddíl SD karty umístit prázdný soubor s názve “ssh“, který umožní povolení služby při příštím spuštění počítače.



```
pi@raspberrypi: ~
login as: pi
pi@192.168.0.121's password:
Linux raspberrypi 4.9.41-v7+ #1023 SMP Tue Aug 8 16:00:15 BST 2017 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Sun Mar  4 20:37:06 2018

SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set
a new password.

pi@raspberrypi:~ $
```

Obrázek 21 - Připojení pomocí PuTTY (vlastní zpracování)

4.1.5 Programovací jazyk Python

S ohledem na použití programovacího jazyka Python, který byl použit pro kompletní sestavení ovládacích skriptů a jeho provázaností celým systémem Raspbian, je nutné pracovat s nejaktuálnější verzí Pythonu. Toto je zásadní pro ovládání použitého senzoru DHT22 a jeho potřebných knihoven, které by na starších verzích programovacího jazyka nefungovali. Využijeme tedy příkazu: `sudo apt-get install build-essential python-dev`. Pro další práci s programovacím kódem a skripty obsahuje operační systém Raspbian vývojové prostředí IDLE, které nabízí možnost volby mezi verzí Python 2 (IDLE) a Python 3 (IDLE). Pro mou potřebu programování bylo využito ještě vývojové prostředí Thonny Python IDE.

4.1.6 Webový server Apache a databáze MariaDB

Úložištěm pro naměřené hodnoty je databáze, v mém konkrétním případě byla použita relační databáze založená na principu MySQL označená jako MariaDB. K instalaci všech potřebných prvků lze využít příkaz: `sudo apt-get install mariadb-server`. Pro snadnější přístup, přehlednost a rychlejší práci s naměřenými daty ze senzoru, uloženými v databázi, je výhodné využít webovou prezentaci, namísto přímého přístupu k datům pomocí dotazů jazyka SQL. Prvním krokem k vytvoření webové prezentace bylo nutné na Raspberry Pi nejprve nainstalovat webový server.

Pro projekt byl zvolen jeden z nejrozšířenějších Open-Source webových serveru Apache s příslušnými moduly. Nainstalujeme pomocí příkazu: `sudo apt-get install apache2 php5 libapache2-mod-php5 php5-mysql php5-cli -y`. Pro sestavení samotné webové stránky bylo použito HTML 5, CSS 3 a také jazyk PHP pro zobrazení naměřených hodnot z databáze.

Temperature - Humidity

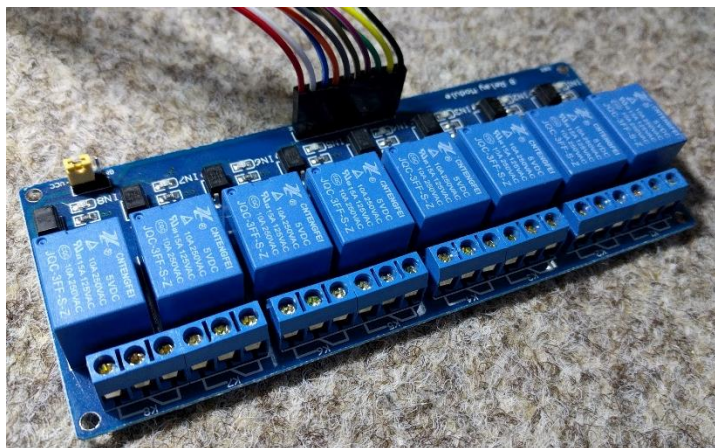
Date	Time	Temperature	Humidity
2017-10-30	18:45:01	23.1	75.9
2017-10-30	18:40:01	23.1	75.9
2017-10-30	18:35:02	23.1	75.9
2017-10-30	18:30:01	23.1	75.9
2017-10-30	18:25:03	23.1	76
2017-10-30	18:20:01	23.1	75.9
2017-10-30	18:15:02	23.1	76.2
2017-10-30	18:10:02	23.1	76.2
2017-10-30	18:05:04	23.1	76.4
2017-10-30	18:00:01	23.1	77.1
2017-10-30	17:55:01	22.9	77.2
2017-10-30	17:50:01	22.7	77.2
2017-10-30	17:45:01	22.8	77.3
2017-10-30	17:40:02	22.8	77.3
2017-10-30	17:35:03	22.8	77.3
2017-10-30	17:30:01	22.9	77.2
2017-10-30	17:25:01	23.1	77.6
2017-10-30	17:20:02	23.1	77.2
2017-10-30	17:15:01	23.1	74.8
2017-10-30	17:10:01	22.9	74.1

Obrázek 22 - Zobrazení hodnot na webové stránce (vlastní zpracování)

4.2 Zapojení hardwarových prvků

4.2.1 Připojení elektromagnetického relé

Pro ovládání připojených zařízení bylo využito elektromagnetické 8-modulové relé, které je připojeno k řídicímu počítači Raspberry Pi pomocí GPIO pinů. Vybraný model relé je nutné napájet napětím 5 V, proto byl připojen VCC pin relé na 5 V výstup z Raspberry Pi označen jako pin 2. Pro uzemnění relé byl využit jeden z osmi přístupných pinů v tomto případě pin 6. Vzhledem k použití osmi kanálového relé bylo potřeba připojit všech osm zbývajících výstupů na příslušné GPIO piny. Použity byly piny s označením 12, 16, 18, 22, 32, 36, 38 a 40. Použité relé je schopno ovládat zařízení až do napětí o velikosti 250 V při 10 A. Všechna připojená zařízení využívají běžně uzavřený obvod NC, což znamená že připojené zařízení je zapnuto až ve chvíli sepnutí relé.



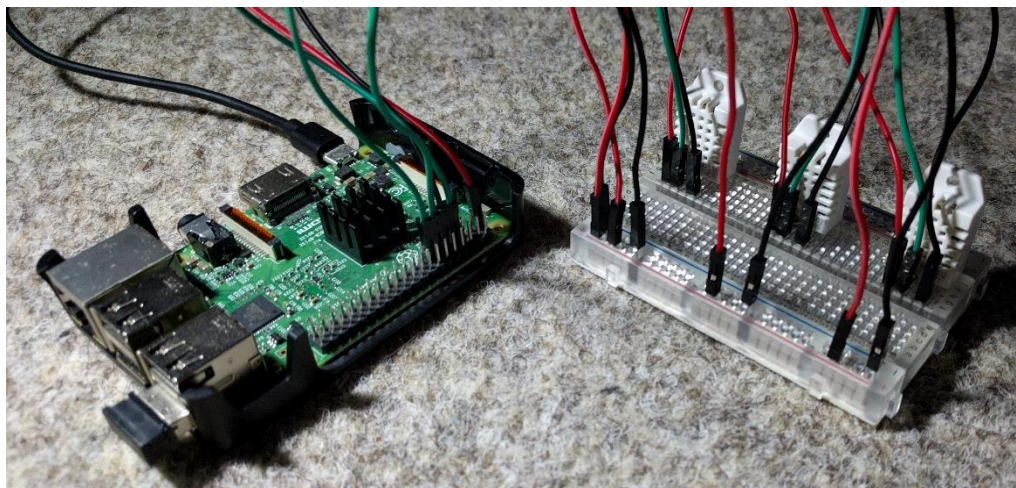
Obrázek 23 - 8-kanálové relé (vlastní zpracování)

4.2.2 Zapojení senzorů

Pro získávání naměřených dat z prototypu terária byl použit digitální senzor DHT22. Jedná se o velice jednoduchý, ale zároveň přesný senzor se snadným zapojením, který dokáže najednou detekovat jak teplotu, tak vzdušnou vlhkost. Senzor je připojen za pomoci tří vodičů: první vodič slouží pro napájení (na modulech označovaný také jako VCC), v tomto konkrétním případě je to 3,3V, pozice jeho pinu na GPIO je 1 a zdrojem napájení je samotný počítač Raspberry Pi. Druhý vodič je vodičem datovým a je připojen k GPIO pinu s označením 7 a třetí vodič je připojen na pozici 9 a jedná se o vodič, který slouží pro uzemnění senzoru. Mezi datový a napájecí vodič je vhodné umístit odpor s hodnotou od 5 do 10 kOhmů. Pro práci se senzorem bylo nutné využít některou z dostupných knihoven, v tomto případě byla ve skriptu importována knihovna Adafruit_DHT, která je založena na programovacím jazyku Python a podporuje řadu senzorů DHT. Vzhledem k tomu, že senzor není plně vodotěsný byl instalován do pozadí terária, kde je chráněn od přímého kontaktu s vodou.

4.2.3 Použití nepájivého pole

V první fázi stavby prototypu bylo využito nepájivé pole pro testování elektronického obvodu, zejména zapojení čidel. Nepájivé pole umožňuje velice snadné úpravy a modifikace obvodů před samotnou instalací. Využito bylo pole o velikosti 400 bodů, kdy každý z kontaktů je tvořen fosfor-bronz-niklových pružinových svorek, v průhledné variantě a materiálovém provedení ABS.



Obrázek 24 - Zapojení senzorů v nepájivém poli (vlastní zpracování)

4.2.4 Zapojení vodního systému

Systém pro závlahu terária využívá malou vodní pumpu Brushless DC Pump AD20P-1230C umístěnou ve 22 litrové nádrži, se specifikací pro napájení stejnosměrným napětím 12 V, výkonem 3,6 W, maximálním výtlakem až 300 cm a průtokem 240 l/hod. Zdrojem napájení pro pumpu je 12 V trafo připojené k elektromagnetickému 8-modulovému relé, které řídí jeho spínání za pomoci části skriptu. Pumpa pomocí gumových hadiček o průměru 8 mm a 10 mm propojených redukcí, ukončených tryskou s regulací intenzity rozstříku a možností směrování proudu, přivádí vodu do terária. Systém je navíc pro případ poruchy opatřen mechanickou „bezpečnostní“ spojkou pro okamžité odstavení přívodu vody.



Obrázek 25 - Prvky vodního systému (vlastní zpracování)

4.2.5 Zapojení mlhovače

Z důvodu vysoké ceny běžně prodávaných systémů vytvářejících mlhu, jsem se rozhodl vytvořit vlastní mlžící systém. Bylo použito skleněné nádoby o objemu 250 ml, do které je umístěn vyvíječ mlhy, tak aby byl jeho hladinový senzor zcela ponořen pod vodou, ale zároveň hladina vody nad senzorem nepřesahovala 3 cm. Zdrojem napětí pro vyvíječ mlhy je 24 V stejnosměrné trafo opět připojené k elektromagnetickému relé, které řídí jeho činnost za pomoci další části skriptu. Mlhovač funguje na principu keramické membrány, která je vysokofrekvenčně rozkmitána, a tím se na jejím povrchu tvoří velmi drobné kapky vody vytvářející mlhu. Do nádoby s mlhovačem je za pomoci malého ventilátoru vháněn vzduch, který mlhu tlačí přes připojenou hadičku do terária. Zdrojem napětí pro ventilátor je stejné 24 V trafo jako pro vyvíječ mlhy. Je velice důležité aby se obě zařízení zapnula ve stejný moment, což zajišťuje zapojení komponent na stejné svorky relé.



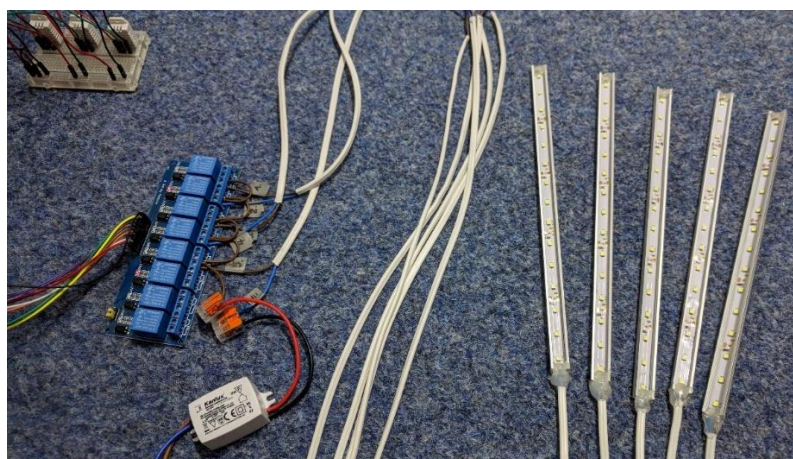
Obrázek 26 - Prvky systému vytvářejícího mlhu (vlastní zpracování)

4.2.6 Vytápění pomocí topného kabelu

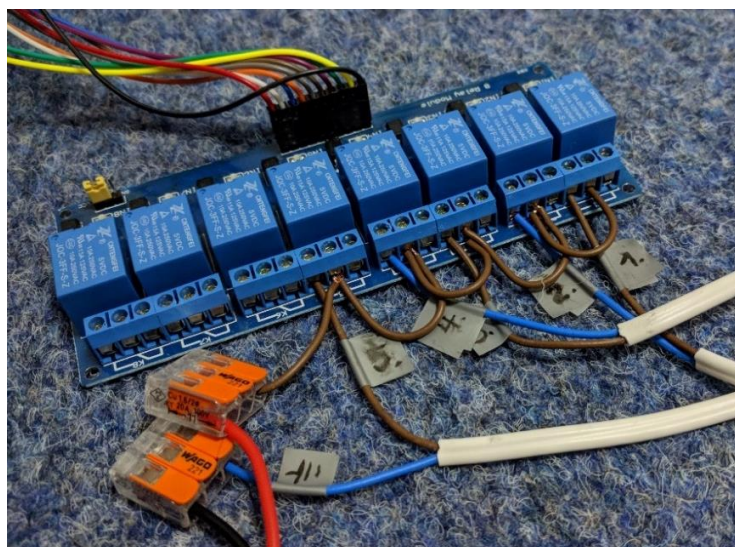
Vzhledem k tomu, že gekon (*Rhacodactylu Ciliatus*), pro kterého je tento prototyp terária určen, není nikterak náročný na teplotní podmínky a vyhovují mu běžné teploty v rozmezí 18 °C - 24 °C, je zdroj tepla zvolen jako doplněk, případně slouží jako nouzové řešení při náhlém poklesu teplot. Pro vytápění byl použit topný kabel s charakteristikou 450 ohmů na jeden metr, který je umístěn v exteriéru pod základnou terária. Jeho zdrojem je 230 V z běžného zásuvkového okruhu a ovládán je příslušným řídicím skriptem přes relé.

4.2.7 Systém osvětlení

Vytápění terária zajišťuje topný kabel, není tedy zapotřebí a v tomto případě to není ani žádoucí, aby systém osvětlení plnil i topnou funkci. V závislosti na chovaném druhu *Rhacodactylus Ciliatus*, který pochází z Nové Kaledonie je nastavena doba denního svitu na 12 hodin, což je průměrná hodnota adekvátní pro délku dne jejich přirozeného místa výskytu. Osvětlení je proto navrženo z pěti LED pásků v hliníkových profílech, se svítivostí 1200 lm/m, barevnou teplotou 5900 K/m (studená bílá) a každý z nich obsahuje 15 samostatných diod. Světla jsou v teráriu rozvržena tak, aby simulovala celodenní cyklus od úsvitu k západu. Toto je technicky vyřešeno tak, že všechny pásky jsou napájeny jedním 12 V stejnosměrným trafem, ale pro potřebu postupného rozsvícení, musí skript řídit každý pásek nezávisle, což umožňuje oddělené zapojení vodičů v elektromagnetickém relé.



Obrázek 27 - Prvky světelného systému (vlastní zpracování)



Obrázek 28 - Detail připojení osvětlení do relé (vlastní zpracování)

5 Výsledky a diskuze

5.1 Ekonomické zhodnocení

V této kapitole jsou vyčísleny náklady potřebné na vytvoření prototypu terária a celkové finanční zhodnocení projektu včetně porovnání s komerčně vyráběným teráriem. Základním a nejdůležitějším komponentem celého projektu je jednodeskový počítač Raspberry Pi, který je mozkiem celého terária. Jeho pořizovací cena je vzhledem k nepřebernému množství způsobů využití a různým modifikacím, dle mého názoru velmi nízký. Je to jednorázová investice, která mimo jiné může sloužit jako zdroj rozvoje dalších projektů. Jednou z nejdůležitějších součástí při sestavování jednodeskového počítače je chladicí zařízení. Chladič zajistí nejen potřebné teploty, ale zároveň prodlouží životnost celého počítače, proto je tato investice, dá se říci naprosto nezbytná. Dalším komponentem, který je podstatné zahrnout do základních pořizovacích nákladů je modulární krabice, ta zajišťuje mechanickou ochranu těla počítače a usnadňuje manipulaci. Pro spuštění počítače je zapotřebí instalace operačního systému a existuje také několik variant, které lze pro chod počítače využít. Pro Raspberry Pi 3 model B je nejvyužívanějším a zároveň nejkompatibilnějším systémem Raspbian, a to jsou důvody, které mě vedli k výběru právě tohoto operačního systému. Raspbian je možné pořídit jako Open-Source software, což znamená nulový výdaj, ale moje volba padla na pořízení originální verze microSDHC karty od výrobce Raspberry Pi Foundation i za cenu vyšších nákladů projektu, a to zejména proto, že karta obsahuje instalátor NOOBS, který usnadňuje průběh instalace samotného systému a je tak pravděpodobné, že systém bude bezproblémově funkční. Zajištění vzdáleného přístupu přes službu SSH v mém případě konkrétně za pomoci klienta PuTTY, je k dispozici ke stažení zdarma. Mezi další beznákladové položky patří programovací jazyk Python, webový server Apache nebo relační databáze MariaDB. Tyto softwarové prvky jsou dostupné v Open-Source verzích.

Řídícím článkem všech zařízení umístěných v prototypu terária je ovládací přídavný modul v podobě elektromagnetického relé. Na trhu je mnoho specifikací v různých cenových hladinách. Tento komponent je ovšem důležité nevybírat na základě ceny, ale na základě parametrů určujících funkčnost celého systému. Pro tento projekt bylo dostatečné relé s osmi kanály v levnější cenové relaci. Druhým přídavným modulem pro jednodeskový počítač jsou tři senzory. Cena senzoru se odvíjí od požadavků na jejich

funkčnost, respektive od účelu měření. V projektu je základem senzor se schopností sledovat hodnoty měření dvou veličin zároveň, a to teploty a vlhkosti. Zvolený senzor DHT22 patří mezi dražší čidla. Další cenovou položkou, která se při finální stavbě může vypustit a slouží pouze k testování obvodů a zamezení škod z nesprávného zapojení vodičů, je nepájivé pole a propojovací vodiče. Avšak tyto komponenty lze znovu využít u budoucích projektů a jejich prvotní pořízení tím může být naopak nákladově zhodnoceno. V návrhu jsou použity dva systémy zajišťující vlhkost v teráriu: vodní systém a systém pro výrobu mlhy. Vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům (komerčně prodávané systémy se pohybují v rozmezích od 1 800 Kč – 6 500 Kč), jsem byl od začátku rozhodnut o vlastním řešení návrhu a samotné realizaci. Toto rozhodnutí sice zapříčinilo snížení nákladů na celý prototyp v řádech tisíců, ale na druhou stranu navýšilo časovou náročnost a obtížnější hledání volby vhodných zdrojů na výrobu těchto systémů. V celkové tabulce nákladů jsou oba systémy vyčísleny jako mnou navržený a vytvořený celek.

Podle typu terária se volí i způsob vytápění, popřípadě zdroj tepla a nemusí být vždy nutnou součástí vybavení. Přesto nějaký druh vytápění doporučuji jako rezervu pro náhlou změnu klimatických podmínek, která může zabránit například zdravotním problémům zvířete nebo dokonce případné uhynutí jedince. V mém návrhu je zdrojem tepla topný kabel, který je elegantním řešením se snadnou instalací, dlouhodobě bez nutnosti údržby, ale s vyššími náklady, a to především díky voděodolnosti. Finanční úspora v celém návrhu nezbytných komponentů pro fungování terária jako celku, je jednoznačně ve zvoleném systému osvětlení. Do projektu bylo zabudováno LED osvětlení, které má malou spotřebu energie a dlouhou životnost. Přes vyšší pořizovací náklady, je základem budoucí úspory při dlouhodobém provozu.

Existuje několik materiálových provedení terárií o různých cenových hladinách, tato položka se mění nejen podle typu provedení, ale podle vybavení, doplňků a požadavků chovatele. Vše se volí podle druhu chovaného jedince a jeho nároků na životní podmínky. V mém případě skleněné terárium je nejdražší položkou rozpočtu v hodnotě 3 500 Kč (původně bylo k dispozici pro budoucí rozšíření chovu). Mezi další položky, které se dají hodnotit jako subjektivní, alternativní nebo dočasné, můžeme zařadit například další stavební materiál, dokončovací prvky terária jako je substrát, dekorační prvky nebo rostliny. Tyto náklady se dají eliminovat v případě, že navržený systém řízení budeme implementovat do již hotového terária.

Na závěr je důležité zmínit, že cenový obraz uvedený níže v tabulce, je navázán na jedinou jednotku, kterou je samostatně fungující terárium a není zde promítnuta cena za práci, která byla potřebná k sestavení prototypu, ani vyčíslena cena energií (elektřina, voda). Pokud by se návrh v budoucnu rozpracovával na větší počet terárií, je samozřejmé, že některá z položek použitých pro stavbu prvního terária zůstane zachována a nebude zapotřebí zvyšovat jejich počet či pořizovat komponenty nové, příkladem je samotný jednodeskový počítač Raspberry Pi, chladič nebo operační systém. Další skupinou položek budou ty, které se musejí rozšířit, počet zvětšit či nějakým způsobem modifikovat. Příkladem je typ relé, počet senzorů nebo výkonnost pumpy vodního systému. Velice variabilní a tím pádem cenově velice různorodá je skupina položek „volitelných“: sledování více zájmových hodnot znamená přidání senzorů, speciální osvětlení, stěnové vodopády, automatické krmení, kamerový systém, systém závlahy rostlin a mnoho dalšího.

Raspberry Pi 3 model B	949,00 Kč
Oficiální napájecí zdroj 2,5A microUSB	264,00 Kč
Hliníkový chladič na procesor	78,00 Kč
Oficiální Raspberry Pi 3 modulární krabička	199,00 Kč
NOOBS & Raspbian + 16 GB microSDHC karta	247,00 Kč
8-kanálové 5 V elektromagnetické relé	260,00 Kč
Senzor DHT22 (3 kusy)	387,00 Kč
Nepájivé pole s 400 kontakty	199,00 Kč
Propojovací vodiče	90,00 Kč
Vodní systém (vyčíslení veškerých komponent)	850,00 Kč
Mlžící systém (vyčíslení veškerých komponent)	750,00 Kč
Topný kabel	642,00 Kč
Systém osvětlení (vyčíslení veškerých komponent)	780,00 Kč
Skleněné terárium	3 000,00 Kč
Vybavení terária (vyčíslení veškerých komponent)	800,00 Kč
Celková cena prototypu	9 495,00 Kč

Tabulka 2 - Vyčíslení nákladů na stavbu prototypu terária (vlastní zpracování)

5.1.1 Srovnání stavby prototypu s komerčním řešením

Na celosvětovém trhu se aktuálně nenachází mnoho komplexních automatizovaných systémů. Jen naprosté minimum firem se zaměřuje na toto odvětví a je těžké přímé porovnání s mým vyrobeným prototypem, především z důvodu různě se lišících vlastností, velikostí terária a nabízeným množstvím funkcí. I přesto jsem pro porovnání vybral amerického výrobce Biopod, který se zaměřuje na vývoj automatizovaných a dálkově ovládaných terárií pro specifické druhy plazů a zejména obojživelníků.

Velikostně srovnatelný model terária s názvem Aqua stojí 650 dolarů tedy v přepočtu asi 13 500 Kč. Tento model nabízí podobné možnosti ohledně kontroly a automatizace celého systému, jako je zobrazení stavu teploty a vlhkosti, ovládání osvětlení, systému závlahy a teplotní regulace. Oproti vytvořenému prototypu nabízí navíc sledování terária přes webovou kameru a možnost kontroly na dálku přes mobilní zařízení. Tyto funkce je velice snadné modifikovat i na vytvořený projekt. Vzdálené ovládání je záležitostí především softwaru s naprosto minimálním nákladem a pořizovací cena kamery začíná zhruba na 700 Kč. Zprovoznění těchto dvou funkcí by stavbu prototypu prodražilo maximálně o 1 000 Kč.

Pokud se podíváme na systémové řešení pro případné rozšíření na větší počet terárií, řídicí systém firmy Biopod je implementovaný do jednotlivých terárií samostatně a nelze jej proto ovládat jako celek. Při rozšíření chovu tedy není jiná možnost než další terária přikupovat samostatně bez funkčního propojení s ostatními. Takto navržené řešení má za následek obrovské navýšení pořizovacích nákladů a tím je, pro „velkochovy“ prakticky nepoužitelné. V případě prototypu, kdy je řídicím mozkiem systému jednodeskový počítač Raspberry Pi 3 model B, je rozšíření počtu ovládaných terárií velice snadné. Stačí pouze upravit přídavné moduly (relé, senzory), případně doplnit komponenty na potřebný počet (osvětlení, vodní systém, zdroj tepla a mnohé další), kdy se většinou jedná pouze o dopojení nebo rozšíření za pomoci několika snadno dostupných částí.

U komerčních zařízení, jak již bylo zmíněno, je důležité zohlednit vyšší pořizovací cenu zapříčiněnou náklady na vývoj, které u prototypu nejsou vyčísleny. Trochu vyšší cenu si společnost i přes sériovou výrobu může dovolit zejména díky nedostatku konkurence na trhu. Je nutné si také uvědomit, že můj prototyp byl oceněn i s položkami pro uvedení do provozu jako jsou rostliny, dekorace a substrát oproti komerčnímu řešení, které je dodáváno pouze jako prázdné terárium. Vzhledem k velké míře modifikovatelnosti počítače Raspberry

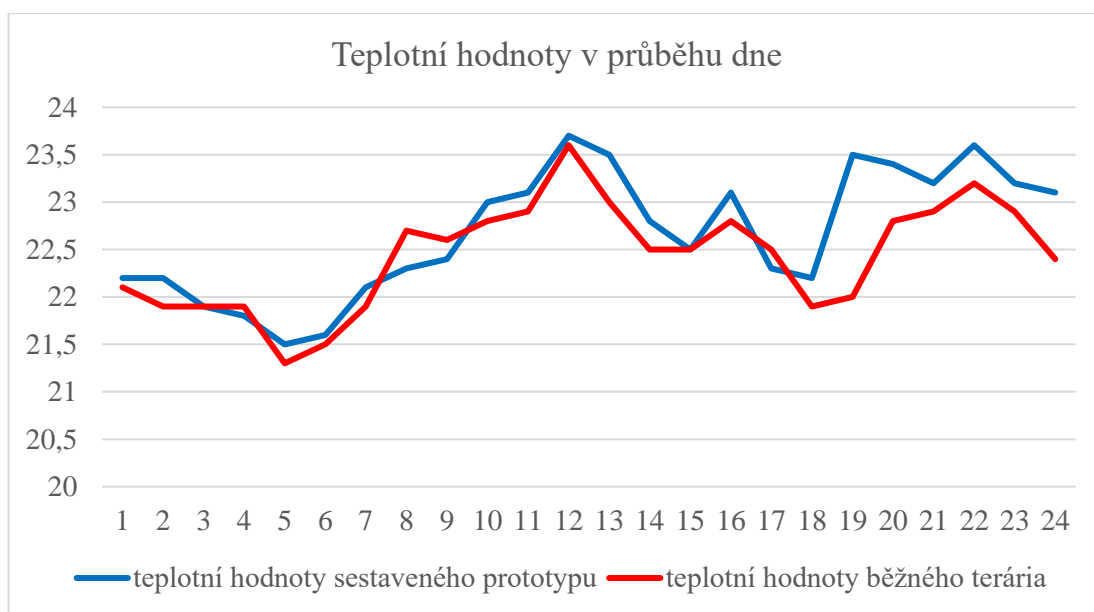
Pi, jeho budoucím možností vylepšení při nesériové výrobě je cena prototypu 9 495 Kč dle mého názoru opodstatněná a stavba se ve všech ohledech vyplatila.

5.2 Srovnání s běžně užívaným teráriem

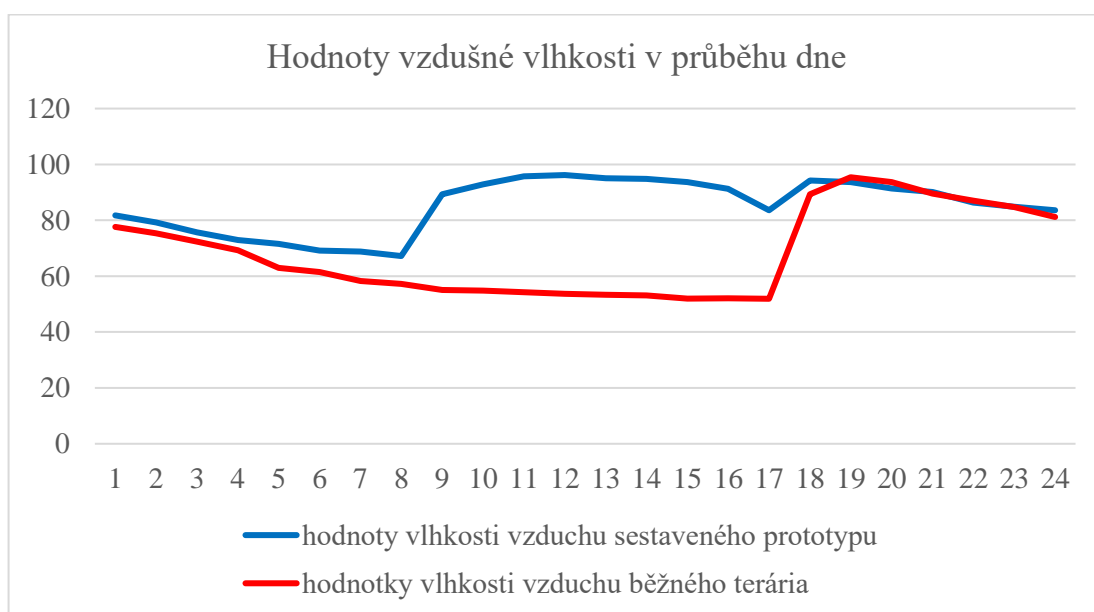
Porovnání vyrobeného prototypu s běžně vyráběným nebo sestaveným teráriem je založeno na praktických několikaletých zkušenostech s chovem ještěřů, konkrétně druhem *Rhacodactylus Ciliatus*. Vytvořený funkční prototyp terária byl navržen s ohledem na veškeré parametry vycházející z potřeb chovaného druhu a snahy o vylepšení podmínek provozu. Cílem realizace bylo vytvořit prototyp, který bude schopný nahradit dosud využívané řešení s tím rozdílem, že bude plně autonomní, ale podmínky v obou teráriích budou zachovány, tak aby srovnání a rozhodnutí, zda prototyp může plně zastoupit a nahradit původní terárium, bylo objektivní. Přesto prototyp vytvořeného terária lze snadno dále modifikovat.

Do prototypu bylo zakomponováno osvětlení, topný zdroj, vodní systém v kombinaci se systémem vytvářejícím mlhu. U běžného terária, v kterém je rosení prováděno manuálně, a to nejčastěji jednou denně ve večerních hodinách dochází k postupnému úbytku vzdušné vlhkosti a k vyrovnání hodnot dochází až při dalším rosení. Podobné úskalí nastává při udržování teploty, kdy u běžně vybaveného terária je po většinu času zdroj tepla řízen především časovačem a nereaguje tedy na vnější systémy, závislé na ruční obsluze, jako je například právě zmiňované rosení. V případě, kdy je využito jen časového nastavení dojde při zavlažování zároveň ke snížení teploty, protože tento postup není automaticky vyvážen. V realizovaném teráriu je vzhledem ke konstantnímu hlídání teploty a vlhkosti vzduchu nepravděpodobné, aby docházelo k výkyvům těchto hodnot, protože na hodnoty měřené průběžně systém dokáže okamžitě reagovat, vyrovnáním teploty na požadované minimum za pomoci topného zdroje. V případě překročení horní hranice nastavené teploty je v prototypu možné využít vodní a mlžící systém pro ochlazení celé jednotky, ale toto řešení není generální a vyžaduje kontrolu, která zamezí možnému přemokření terária. Toto je nedostatek, který lze vyřešit modifikováním, a to v podobě přidání systému ventilace. Velkou výhodou prototypu je zcela jistě návrh systému osvětlení. Dokáže prakticky zastoupit světelné podmínky přirozeného denního cyklu, oproti používanému osvětlení pomocí klasické žárovky závislé na spínacích hodinách.

Na základě tohoto porovnání, praktického otestování, vlastnostech sestaveného systému jako celku, jeho komplexní funkčnosti a dalším možným modifikacím, jsem se rozhodl, že doposud využívané terárium, bude pro budoucí chov nahrazeno v tomto projektu sestaveným prototypem. Návrh usnadňuje údržbu, snižuje časovou náročnost a zlepšuje životní podmínky pro chované jedince.



Graf 1 - Teplotní hodnoty v průběhu dne (vlastní zpracování)



Graf 2 - Hodnoty vzdušné vlhkosti v průběhu dne (vlastní zpracování)

Hodnoty v uvedených grafech byly naměřeny za pomoci dvojice senzorů DHT22, které umožňují zaznamenávat zároveň teplotu i vlhkost vzduchu. Naměřená data byla uložena do vytvořené relační databáze.

5.3 Možnosti modifikace

Jedním z dílčích cílů práce byla otázka případného rozšíření a modifikovatelnosti vytvořeného prototypu a jeho řídicího systému. Proto v následující kapitole budou probrány různé možnosti modifikací a nutných změn pro odlišná použití v jiných typech terárií, akvárií a případná rozšíření pro moje vlastní využití v praxi. Hlavní otázkou je modifikovatelnost především s ohledem na prostředí terária, do kterého chceme systém implementovat. Rozšíření, vylepšení, výměna nebo přidání zařízení potřebných pro zajištění podmínek konkrétního celku, musí zohledňovat veškeré faktory pro správnou funkci terária. V případě prototypu je tato možnost zajištěna použitím elektromagnetického relé, které není přímo závislé na ovládaných zařízeních. Podle počtu přístrojů k sepnutí musíme volit vhodnou velikost relé. V praxi se setkáme s 1, 2, 4, 8 nebo 16 kanálovými relé.

Základem komplexnosti systému je použití potřebných senzorů pro konkrétní hodnoty, které potřebuje sledovat. Typové možnosti senzorů jsou velmi rozsáhlé. Například v pouštních teráriích je nezbytně nutné zařadit do systému senzor snímající UV záření, protože jedinci pocházející právě z tohoto prostředí jsou na ultrafialovém záření životně závislí.

Při implementaci systému do většího počtu jednotek je nutné přidání relé modulů a senzorů. Prvním problémem, který může nastat je nedostatek GPIO pinů, což lze vyřešit pomocí rozšiřujících modulů. Druhou neméně podstatnou záležitostí je softwarová úprava řešení, kdy je zapotřebí upravit nejen ovládací skripty, ale zároveň připravit databázové prostředí pro konkrétní počet zvolených senzorů. U rozsáhlých instalací je ve většině případů nutné separovat systémy obstarávající jednotlivá terária. To bude mít za následek znovu nárůst počtu zařízení, které je nutné pomocí relé spínat.

Na základě teoretických i praktických zkušeností z této práce jsem se rozhodl, že v budoucnu bych chtěl do prototypu zapracovat několik vylepšení. Zdrojem inspirace pro modifikace je pro mě především praktické sestavení prototypu a jeho porovnání s již zmíněným komerčním řešením.

První možnou zapracovanou změnou by bylo vzdálené ovládání. Nemyslím, že tento prvek je podstatnou částí autonomního systému, vlastně do něho ze své podstaty nezapadá.

V mém případě by tento způsob ovládání fungoval pouze jako bezpečnostní prvek, který by umožňoval v případě nestandardního vývoje v prostředí terária nebo při ohrožení chovaných jedinců, okamžité vyřazení problémové části systému. Dalším rozšířením by byla webová kamera, která je schopna zajistit neustálý dohled v reálném čase za použití internetového připojení. Snadno je tak zajištěna možnost kontroly systému, zdravotního stavu zvířat nebo výskytu anomálií.

Za jedno z nejdůležitějších vylepšení bych považoval přidání systému pro regulaci vzduchu. Tento systém by umožňoval cirkulaci a snížení teploty bez potřeby spínání rosícího zařízení, což může zamezit snadnému přemokření terária. Nejsložitější modifikací by pro mé praktické využití bylo automatické krmení. Důvodem je konkrétně chovaný druh gekona *Rhacodactylus Ciliatus*, který vyžaduje živou potravu v podobě hmyzu. Složitost spočívá zejména v technickém návrhu dávkování a jeho promítnutí do realizace. Na tento systém bych se v budoucnu rád zaměřil a pokusil se ho do vytvořeného prototypu funkčně zapracovat. Po zapracování mnou výše uvedených modifikací, ověření jejich funkčnosti a vytvoření tak plně autonomního celku, bych chtěl uplatnit a rozšířit navržené prototypové řešení na větší počet terárií.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření prototypu automatizovaného terária ovládaného jednodeskovým počítačem Raspberry Pi. Práce podrobně mapuje postup sestavení prototypu. Pro vytvoření daného prototypu bylo zapotřebí nastudování a zpracování řešené problematiky, která se nachází v teoretické části práce. V této části lze najít podrobné informace o počítači Raspberry Pi a jeho nejruznějších rozšiřujících modulech. Je zde zpracována část o použitých softwarových prostředcích. Nechybí ani informace související s oborem teraristiky, které byly také důležitým faktorem v mé práci.

V praktické části práce byl zpracován proces výroby prototypu terária, který je ovládán pomocí počítače Raspberry Pi a připojeného elektromagnetického relé. Nedílnou součástí vybavení terária je senzor pro snímání teploty a vlhkosti vzduchu. Hodnoty získané z použitého senzoru jsou ukládány do vytvořené relační databáze. Pro přehlednější a snazší přístup k těmto datům byla vytvořena webová stránka, která s pomocí jazyku PHP zobrazuje data přímo z použité databáze.

V závěru práce je umístěno ekonomické zhodnocení stavby terária a porovnání s komerčním řešením, srovnání s běžně vybaveným teráriem a také jsou zde okomentovány možnosti úprav a vylepšení vytvořeného prototypu. Pokud se jedná o porovnání mého prototypu s komerčním řešením, v mnoha ohledech se shoduje a zajišťuje podobnou funkčnost. Z ekonomického zhodnocení dále vyplývá, že bylo dosaženo nižších nákladů, které ovšem nelze přímo srovnávat, což je popsáno v samotné kapitole o ekonomickém zhodnocení. Více než finanční stránka věci je dle mého názoru důležité, že výsledný produkt je možné snadno modifikovat pro různá řešení.

Na základě srovnání prototypu s běžně používaným teráriem, otestováním, zjištěním jeho vlastností, možnostem značné míry modifikace a tím pádem jeho komplexnosti, je jednoznačným závěrem sestavené terarium v budoucnu využívat. Návrh snižuje a usnadňuje časovou náročnost údržby a zároveň dokáže zlepšit životní podmínky pro chov.

Praktickým přínosem mé bakalářské práce je návrh, který v praxi díky automatizovanému procesu usnadňuje chov terarijních živočichů. Toto řešení je základem s možností dalšího rozvoje a úprav pro individuální použití a velkou mírou variability.

7 Seznam použitých zdrojů

1. *50 of the most important Raspberry Pi Sensors and Components* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://tutorials-raspberrypi.com/raspberry-pi-sensors-overview-50-important-components/>
2. An electromagnetic Relay. In: *Theelectricalguy.in* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <http://www.theelectricalguy.in/an-introduction-to-electromagnetic-relay/>
3. BRUINS, Eugene. *Teraristika: encyklopedie*. 2. vyd. Čestlice: Rebo, 2005. Encyklopedie (Rebo). ISBN 80-723-4477-3.
4. BURNIE, David, ed. *Zvíře: [obrazová encyklopedie živočichů všech kontinentů]*. Vyd. 2. Praha: Knižní klub, 2009. Abeceda teraristy. ISBN 978-80-242-2595-1.
5. *Electromagnetic Relay* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://electrosome.com/electromagnetic-relay/>
6. Exo Terra Reptile UVB Lights. In: *Livefoods.co.uk* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.livefoods.co.uk/exo-terra-reptile-uvb-150-compact-lamp-13w-p-1159.html>
7. FRANK, Stanislav. *100 1 záhadných otázek - akvaristika*. Praha: Aventinum, 2007. ISBN 80-868-5830-8.
8. *GPIO: RASPBERRY PI MODELS A AND B* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>
9. HORAN, Brendan. *Practical Raspberry Pi*. New York: Apress, 2013. Technology in action. ISBN 14-302-4971-4.
10. JACOBS, Jan-Cor. *Teraristika pro začátečníky*. Dobřejovice: Rebo Productions, 2004. Abeceda akvaristy. ISBN 80-723-4330-0.
11. JANITZKI, Ariane. *250 druhů terarijních zvířat: určování, chov, péče*. Praha: Knižní klub, 2010. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-2523-4.
12. KARVINEN, Tero a Kimmo KARVINEN. *Getting started with sensors: measure the world with electronics, Arduino, and Raspberry Pi*. Sebastopol, CA, 2013. ISBN 14-493-6708-9.

13. KLÁTIL, Lubomír. *Pagekoni rodu Rhacodactylus*. Rudná u Prahy: Robimaus, 2010. Abeceda teraristy. ISBN 978-80-87293-18-8.
14. KROUPA, Miloš. *Akvárium - příručka pro začátečníky*. Rudná u Prahy: Robimaus - sdružení Magdaléna a Robert Javorských, 2010. Abeceda akvaristy. ISBN 978-808-7293-119.
15. MONK, Simon. *Programming the Raspberry Pi: getting started with Python*. 2013. ISBN 978-007-1807-845.
16. Monochrome 0.96" OLED graphic display. In: *Adafruit.com* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.adafruit.com/product/326>
17. NEČAS, Petr. *Chameleoni*. Jihlava: Madagaskar, 2003. ISBN 978-808-6068-305.
18. NORRIS, Donald. *Raspberry Pi projects for the evil genius*. New York [u.a.]: McGraw Hill Education, 2014. ISBN 00-718-2158-9.
19. PHILBIN, Carrie Anne. *Adventures in Raspberry Pi*. Chichester [England], 2014. ISBN 978-111-8751-220.
20. Raspberry Pi Camera modul V2. In: *Raspberrypi.org* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/magpi/pi-camera-2/>
21. Raspberry Pi GPIO Layout – Pi 3 Model B. In: *Raspberrypi-spy.co.uk* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/2012/06/simple-guide-to-the-rpi-gpio-header-and-pins/>
22. *Raspberry Pi Software Guide* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/learning/software-guide/quickstart/>
23. *Raspberry Pi* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/learning/hardware-guide/components/raspberry-pi/>
24. RPI GPIO Expansion Extension Board. In: *Cytron.io* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.cytron.io/p-hat-gpio-exp3>
25. Senzor - teplotní čidlo DS18B20 s kabelem. In: *Rasel.cz* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.rasel.cz/x10449-w101/senzor-teplotni-cidlo-ds18b20-s-kabelem>
26. SII145 Digital UV Index / IR / Visible Light Sensor. In: *Adafruit.com* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.adafruit.com/product/1777>

27. Soil Moisture Sensor. In: *Www.modmypi.com* [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <https://www.modmypi.com/raspberry-pi/sensors-1061/moisturewater-1114/soil-moisture-sensor>
28. *The Capacitive Humidity Sensor – How it Works & Attributes of the Uncertainty Budget* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: https://www.rotronic.com/media/productattachments/files/c/a/capacitive_humidity_sensor_final.pdf
29. UHLENBROEK, Charlotte. *Život zvířat*. Praha: Knižní klub, 2009. Abeceda teraristy. ISBN 978-80-242-2499-2.
30. UPTON, Eben a Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi: uživatelská příručka*. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-4116-8.
31. VERGNER, Ivan. *Ještěři: biologie, chov*. Jihlava: Madagaskar, 2001. Universum (Knižní klub). ISBN 80-860-6823-4.

8 Přílohy

```
#!/usr/bin/python
#import libraries
import RPi.GPIO as GPIO
import Adafruit_DHT as dht

#No warning messages
GPIO.setwarnings(False)

#Use GPIO pin out number
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

#Define Sensor input on GPIO
pin_num = 4

#Define temperature (t) and humidity (h)
h,t = dht.read_retry(dht.DHT22, pin_num)

#print values of t,h
if h is not None and t is not None:
    print ('Temperature: {0:0.1f}*C Humidity: {1:0.1f}%').format(t,h)
else:
    print ('Measurement error')

GPIO.cleanup()
```

Příloha 1 - Čtení hodnot ze senzoru - reading_data.py

```

#!/usr/bin/python
#import libraries
import time
import RPi.GPIO as GPIO
import Adafruit_DHT as dht
import MySQLdb

#No warning messages
GPIO.setwarnings(False)

#Use GPIO pin out number
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

#Define Sensor input on GPIO
pin_num = 4

#Define temperature (t) and humidity (h)
h,t = dht.read_retry(dht.DHT22, pin_num)

#Print temp hum for testing !!!!!

while (True):
    #Local time store in dt
    dt = list(time.localtime())
    hour = dt[3]
    minute = dt[4]
    second = dt[5]
    time.sleep(0.5)

    #Sensor data to DataBase every 10 second
    if minute % 5 == 0 or minute == 0:
        conn = MySQLdb.connect("localhost", "user_name", "*****", "temperatures")
        curs = conn.cursor()
        curscommand = "INSERT INTO temphumdata2 (date, time, temp, hum) VALUES (curdate(), curtime(), %0.1f, %0.1f)" %(t,h)
        curs.execute (curscommand)
        conn.commit()
        #print message in terminal
        print('Collection was complete.')

GPIO.cleanup()

```

Příloha 2 - Zápis hodnot do databáze - data_into_database.py

```

#!/usr/bin/python
#import libraries
import RPi.GPIO as GPIO
import Adafruit_DHT as dht
import time

#No warning messages
GPIO.setwarnings(False)

#Use GPIO pin out number
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

#Define relay output and sensor
R7 = 23
pin_num = 4

#Define values
temp_min = 15
hum_min = 65
status = 0

#Relay 7 (Water) on time
R7onH = 17
R7onM = 0
R7onS = 0

#Relay 7 (Water) off time
R7offH = 17
R7offM = 1
R7offS = 0

#Setup GPIO pin on Raspberry Pi
GPIO.setup(R7, GPIO.OUT)

while True:
#Define temperature and humidity
    h,t = dht.read_retry(dht.DHT22, pin_num)

    #Local time store in dt
    dt = list(time.localtime())
    hour = dt[3]
    minute = dt[4]
    second = dt[5]
    time.sleep(0.5)

```

```

#Relay 7 (Water) On
if hour == R7onH:
    if minute == R7onM:
        if second == R7onS:
            GPIO.output(R7, GPIO.LOW)
            print ('water ON')
            status = 1

#Relay 7 (Water) Off
if hour == R7offH:
    if minute == R7offM:
        if second == R7offS:
            GPIO.output(R7, GPIO.HIGH)
            print ('water OFF')
            status = 0

#Relay 7 (Water) logic
if status == 0:
    if t > temp_min and h < hum_min:
        GPIO.output(R7, GPIO.LOW)
        print ('water ON')
    else:
        GPIO.output(R7, GPIO.HIGH)
        print ('water OFF')
    time.sleep(2)

GPIO.cleanup()

```

Příloha 3 - Ovládání rosení - water_system.py

```

#!/usr/bin/python
#import libraries
import RPi.GPIO as GPIO
import Adafruit_DHT as dht
import time

#No warning messages
GPIO.setwarnings(False)

#Use GPIO pin out number
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

#Define relay output and sensor
R8 = 18
pin_num = 4

#Define values
temp_min = 15
hum_min = 55
status = 0

#Relay 8 (Fogger) on time
R8onH = 8
R8onM = 0
R8onS = 0

#Relay 8 (Fogger) off time
R8offH = 8
R8offM = 10
R8offS = 0

#Setup GPIO pin on Raspberry Pi
GPIO.setup(R8, GPIO.OUT)

while True:
#Define temperature and humidity
    h,t = dht.read_retry(dht.DHT22, pin_num)

    #Local time store in dt
    dt = list(time.localtime())
    hour = dt[3]
    minute = dt[4]
    second = dt[5]
    time.sleep(0.5)

```

```

#Relay 8 (Fogger) On
if hour == R8onH:
    if minute == R8onM:
        if second == R8onS:
            GPIO.output(R8, GPIO.LOW)
            print ('fogger ON')
            status = 1

#Relay 8 (Fogger) Off
if hour == R8offH:
    if minute == R8offM:
        if second == R8offs:
            GPIO.output(R8, GPIO.HIGH)
            print ('fogger OFF')
            status = 0

#Relay 8 (Fogger) logic
if status == 0:
    if t > temp_min and h < hum_min:
        GPIO.output(R8, GPIO.LOW)
        print ('fogger ON')
    else:
        GPIO.output(R8, GPIO.HIGH)
        print ('fogger OFF')
    time.sleep(2)

GPIO.cleanup()

```

Příloha 4 - Ovládání mlhovače - fogger_system.py


```

#!/usr/bin/python
#import libraries
import RPi.GPIO as GPIO
import Adafruit_DHT as dht

#No warning messages
GPIO.setwarnings(False)

#Use GPIO pin out number
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

#Define relay output and sensor
R6 = 24
pin_num = 4

#Define values
temp_min = 15
hum_min = 55

#Setup GPIO pin on Raspberry Pi
GPIO.setup(R6, GPIO.OUT)

while True:
#Define temperature and humidity
    h,t = dht.read_retry(dht.DHT22, pin_num)

#Relay 6 (Heating) logic
    if t < temp_min and h > hum_min:
        GPIO.output(R6, GPIO.LOW)
        print ('heating ON')
    else:
        GPIO.output(R6, GPIO.HIGH)
        print ('heating OFF')
    time.sleep(2)

GPIO.cleanup()

```

Příloha 5 - Ovládání vytápění - heating_system.py

```

#!/usr/bin/python
#import libraries
import time
import RPi.GPIO as GPIO

#No warning messages for GPIO in use
GPIO.setwarnings(False)

#Use GPIO pin out numbers
GPIO.setmode(GPIO.BCM)

#Define Relay outputs
R1 = 21
R2 = 26
R3 = 16
R4 = 12
R5 = 19

#Define relay ON time, hours, minutes and seconds.
#Relay 1 ON LED_1
R1onH = 6
R1onM = 0
R1onS = 0

#Relay 2 ON LED_2
R2onH = 9
R2onM = 0
R2onS = 0

#Relay 3 ON LED_3
R3onH = 12
R3onM = 0
R3onS = 0

#Relay 4 ON LED_4
R4onH = 14
R4onM = 0
R4onS = 0

#Relay 5 ON LED_5
R5onH = 17
R5onM = 0
R5onS = 0

```

```

#Define relay OFF time
#Relay 1 OFF LED_1
R1offH = 9
R1offM = 0
R1offS = 0

#Relay 2 OFF LED_2
R2offH = 12
R2offM = 0
R2offS = 0

#Relay 3 OFF LED_3
R3offH = 14
R3offM = 0
R3offS = 0

#Relay 4 OFF LED_4
R4offH = 17
R4offM = 0
R4offS = 0

#Relay 5 OFF LED_5
R5offH = 18
R5offM = 0
R5offS = 0

# Setup GPIO pins on Raspberry Pi
GPIO.setup(R1, GPIO.OUT)
GPIO.setup(R2, GPIO.OUT)
GPIO.setup(R3, GPIO.OUT)
GPIO.setup(R4, GPIO.OUT)
GPIO.setup(R5, GPIO.OUT)

# Main program
while True:
    #Local time store in dt
    dt = list(time.localtime())
    hour = dt[3]
    minute = dt[4]
    second = dt[5]
    time.sleep(0.5)

```

```

#Relay behavior
#Relay 1 (LED_1) On
    if hour == R1onH:
        if minute == R1onM:
            if second == R1onS:
                GPIO.output(R1, GPIO.LOW)

#Relay 1 (LED_1) Off
    if hour == R1offH:
        if minute == R1offM:
            if second == R1offS:
                GPIO.output(R1, GPIO.HIGH)

#Relay 2 (LED_2) On
    if hour == R2onH:
        if minute == R2onM:
            if second == R2onS:
                GPIO.output(R2, GPIO.LOW)

#Relay 2 (LED_2) Off
    if hour == R2offH:
        if minute == R2offM:
            if second == R2offS:
                GPIO.output(R2, GPIO.HIGH)

#Relay 3 (LED_3) On
    if hour == R3onH:
        if minute == R3onM:
            if second == R3onS:
                GPIO.output(R3, GPIO.LOW)

#Relay 3 (LED_3) Off
    if hour == R3offH:
        if minute == R3offM:
            if second == R3offS:
                GPIO.output(R3, GPIO.HIGH)

#Relay 4 (LED_4) On
    if hour == R4onH:
        if minute == R4onM:
            if second == R4onS:
                GPIO.output(R4, GPIO.LOW)

```

```

#Relay 4 (LED_4) Off
    if hour == R4offH:
        if minute == R4offM:
            if second == R4offS:
                GPIO.output(R4, GPIO.HIGH)

#Relay 5 (LED_5) On
    if hour == R5onH:
        if minute == R5onM:
            if second == R5onS:
                GPIO.output(R5, GPIO.LOW)

#Relay 5 (LED_5) Off
    if hour == R5offH:
        if minute == R5offM:
            if second == R5offS:
                GPIO.output(R5, GPIO.HIGH)

    time.sleep(2)

GPIO.cleanup()

```

Příloha 6 - Ovládání osvětlení - light_system.py

```

12 <?php
13
14 $hostname = "localhost";
15 $username = "logger";
16 $password = "pilogger";
17 $db = "temperatures";
18
19 $dbconnect=mysqli_connect($hostname,$username,$password,$db);
20
21 if ($dbconnect->connect_error) {
22     die("Database connection failed: " . $dbconnect->connect_error);
23 }
24
25 ?>
26
27 <table border="1" align="center" width="800">
28     <tr>
29         <td>Date</td>
30         <td>Time</td>
31         <td>Temperature</td>
32         <td>Humidity</td>
33     </tr>
34
35 <?php
36
37 $query = mysqli_query($dbconnect, query: "SELECT * FROM tempumdata2")
38     or die (mysqli_error($dbconnect));
39 while ($row = mysqli_fetch_array($query)) {
40     echo
41     "
42         <tr>
43             <td>{$row['date']}</td>
44             <td>{$row['time']}</td>
45             <td>{$row['temp']}</td>
46             <td>{$row['hum']}</td>
47         </tr>\n";
48     }
49 ?>
50 </table>

```

Příloha 7 - PHP skript pro čtení hodnot z databáze



Příloha 8 - Prototyp ve finální podobě