

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2019

Juraj Sadel



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ELEKTRONICKÁ INFORMAČNÍ TABULE S RASPBERRY PI

ELECTRONIC NOTICE BOARD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Juraj Sadel

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

BRNO 2019

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Automatizační a měřicí technika**
Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Juraj Sadel

ID: 197640

Ročník: 3

Akademický rok: 2018/19

NÁZEV TÉMATU:

Elektronická informační tabule s Raspberry PI

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Proveďte literární rešerši informačních panelů a jejich funkcí.
2. Navrhněte koncepci elektronické LCD nástěnky ovládané systémem na bázi Raspberry PI pro zobrazování informačních dat vybavené rozhraním Ethernet/WiFi.
3. Nástěnku vybavte sadou digitálních vstupů a výstupů pro připojení tlačítek a indikátorů. Vybavte mikrokontrolérem, realizujte elektroniku jednotky V/V, osadte a oživte.
4. Vytvořte komplexní programové vybavení pro PC i pro mikrokontrolér.
5. Ověřte a demonstруйте správnou funkci.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Pavel Herout: Učebnice jazyka C, KOPP, 2004, IV. přepracované vydání, ISBN 80-7232-220-6

Dle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 4.2.2019

Termín odevzdání: 20.5.2019

Vedoucí práce: doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

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

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá prieskumom internetu s cieľom získať potrebné informácie pre kompletný návrh a realizáciu jak hardvérovej tak softvérovej časti systému elektronickej informačnej tabule. Prieskum internetu spočíva v získaní prehľadu, informácií a požadovaných vlastností systému elektronickej nástenky. Návrh koncepcie systému spočíva v popise fungovania jednotlivých častí table, možnosti spravovania a ovládania celého systému. Návrh hardvéru je zodpovedný za výber riadiacej jednotky, zobrazovacej jednotky, dátového úložiska a ostatných periférií. Návrh softvérovej časti sa venuje návrhu databázového modelu, aplikácie pre správu systému a aplikácie pre zobrazovanie uložených dát. Na základe návrhu je realizovaný systém tabule. Cieľom práce je realizácia funkčného systému elektronickej informačnej tabule.

Kľúčové slová

Elektronická informačná tabula, Raspberry Pi, DPS, OS Raspbian, MySQL, Python, Flask, SQLAlchemy, Flask Admin, Tkinter

Abstract

The bachelor thesis deals with internet research in order to obtain the necessary information for the complete design and implementation of both the hardware and software parts of the electronic notice board system. The internet survey is about getting an overview, information and required features of the electronic bulletin board system. The design of the system concept is based on the description of the operation of the individual parts of the notice board, the possibility of managing and controlling the whole system. Hardware design is responsible for selecting the controller, display unit, data store and other peripherals. The design of the software deals with the design of the database model, applications for system administration and applications for displaying stored data. Based on the design, the board system is implemented. The aim of the work is to implement a functional electronic information board system.

Keywords

Electronic notice board, Raspberry Pi, PCB, OS Raspbian, MySQL, Python, Flask, SQLAlchemy, Flask Admin, Tkinter

SADEL, Juraj. *Elektronická informační tabule s Raspberry PI*. Brno, 2019. Bakalárska práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky. 49s Vedúci práce Zdeněk Bradáč.

Prehlásenie

Prehlasujem, že som svoju bakalársku prácu na tému „Elektronická informační tabule s Raspberry Pi“ vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce, s využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej bakalárskej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto bakalárskej práce som neporušil autorské práva tretích osob, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a následujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka č. 40/2009 Sb.

V Brne dňa:

.....

podpis autora

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce pánovi doc. Ing. Zdeňkovi Bradáčovi, Ph.D. za odborné vedenie a cenné rady při vypracovávaní bakalárskej práce.

V Brne dňa:

.....
podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	Literárna rešerš	11
2.1	Typy digitálnych informačných tabúl'	11
2.1.1	Kiosk	11
2.1.2	LED panely	12
2.1.3	LCD panely	12
2.2	Súčasti elektronickej informačnej tabule.....	13
2.2.1	Zobrazovacia jednotka	13
2.2.2	Riadiaca jednotka	14
2.2.3	Úložisko dát.....	15
2.2.4	Sieťová komunikácia	16
2.2.5	Správa systému	16
2.2.6	Ostatné periférie	17
3	Návrh koncepcie hardvéru	18
3.1.1	Riadiaca jednotka	18
3.1.2	Úložisko dát	18
3.1.3	Správa systému	18
3.1.4	Zobrazovacia jednotka.....	18
3.1.5	Signalizačné prvky	19
3.1.6	Ovládacie zariadenie	19
3.1.7	Zhrnutie požiadaviek	19
3.2	Výber a návrh hardvéru	20
3.2.1	Riadiaca jednotka	20
3.2.1.1	Raspberry Pi	20
3.2.2	Zobrazovacia jednotka	23
3.2.3	Ovládacie zariadenie	24
3.2.4	Signalizačné prvky	24
4	Výber a návrh softvéru	25
4.1.1	Operačný systém.....	25
4.2.2	Návrh databáze	25
4.2.3	Správa systému	27
4.2.4	Zobrazovanie dát	29
5	Realizácia systému.....	31
5.1	Realizácia hardvéru	31
5.1.1	Návrh obvodovej schémy	31
5.1.2	Návrh dosky plošného spoja	32
5.2	Realizácia softvéru	33
5.2.1	Operačný systém	33
5.1.2	Dátové úložisko.....	33
5.1.3	Realizácia aplikácie pre správu systému	33
5.2.4	Realizácia aplikácie pre zobrazovanie dát	35
6	ZÁVER	38
	Literatúra.....	40
	Zoznam symbolov, veličín a skratiek	43
	Zoznam príloh	44
	PRÍLOHA A NÁVRH ELEKTRICKÉHO OBVODU A DPS.....	45
	PRÍLOHA B APLIKÁCIA PRE SPRÁVU SYSTÉMU	47
	PRÍLOHA C ZOBRAZOVACIA A OVLÁDACIA APLIKÁCIA	49

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Informačný kiosk	11
Obrázok 2: LED billboard	12
Obrázok 3: LCD panel	12
Obrázok 4: Diagram elektronickej informačnej tabule	13
Obrázok 5: Raspberry Pi 2 Model B	21
Obrázok 6: Komunikačné rozhrania Raspberry Pi	22
Obrázok 7: Databázový model	26
Obrázok 8: Dizajn webovej aplikácie	28
Obrázok 9: Dizajn desktopovej aplikácie	30
Obrázok 10: Časť ovládacích prvkov a časť signalizačného zariadenia obvodu	32
Obrázok 11: Vývojový diagram naznačujúci spôsoby ovládania desktopovej aplikácie	37
Obrázok 12: Schéma elektrického obvodu	45
Obrázok 13: DPS s rozliatou med'ou (spodná vrstva)	45
Obrázok 14: Zrealizovaný hardvér	46
Obrázok 15: Registrácia užívateľa do správcovskej aplikácie	47
Obrázok 16: Prihlásenie užívateľa do správcovskej aplikácie	47
Obrázok 17: Základný pohľad administrátora po prihlásení do aplikácie	47
Obrázok 18: Administrátorský pohľad User	47
Obrázok 19: Administrátorský pohľad Category	48
Obrázok 20: Administrátorský pohľad User Type	48
Obrázok 21: Administrátorský pohľad All Files	48
Obrázok 22: Administrátorský pohľad My Files	48
Obrázok 23: Nahrávanie súboru do databázy	48
Obrázok 24: Zobrazovanie prázdnej kategórie	49

1 ÚVOD

Zlepšovanie a zdokonaľovanie technológií prináša efektívnejší, finančne dostupnejší a vysoko produktívny výstup ako absolútnu nevyhnutnosť. Tento fakt nás vedie k tomu, aby sme čoraz viac inklinovali k používaniu automatizovaných riadiacich systémov [1].

S rýchlo sa meniacim elektronickým priemyslom sa čoraz častejšie stretávame s elektronickými informačnými tabuľami. Podľa tlačovej správy spoločnosti MarketsandMarkets o prieskume trhu s elektronickými tabuľami sa očakáva 7,4% nárast z 19,61 miliardy v 2016 na 32,84 miliardy v 2023 ¹ [2]. Výhodou oproti tradičným nástenkám je možnosť rýchlej zmeny alebo aktualizácie informácie, zobrazované množstvo informácií, ktoré ale závisí od veľkosti zobrazovacej jednotky a tiež aj šetrenie papiera. Naopak, nevýhodou môže byť zložitejšia ovládanie zariadenia, spotreba energie alebo cena.

Elektronická informačná tabuľa je zariadenie, ktorého cieľom je poskytnutie informácie svojmu okoliu. Väčšinou je to obrazová, zvuková alebo kombinácia oboch informácií. Tieto tabule našli efektívne uplatnenie v marketingu, priemysle, doprave, nemocniciach, obchodných centrách a podobne [1][3].

Cieľom tejto práce je návrh a realizácia tabule, ktorá bude slúžiť k predávaniu obrazovej informácie vo forme statických súborov. Postup riešenia možno rozdeliť do nasledujúcich častí - zisk potrebných informácií a požiadaviek kladených na systém elektronickej informačnej tabule, na základe získaných informácií navrhnuť koncepciu hardvéru a softvéru a celková realizácia hardvéru a softvéru, ktorá vychádza z navrhnutej koncepcie systému.

Zisk informácií je založený na prieskume internetu, pomocou ktorého som získal prehľad o častiach, vlastnostiach a požiadavkách na jednotlivé súčasti systému tabule.

Do návrhu hardvérovej časti možno zaradiť výber riadiacej a zobrazovacej jednotky a návrh ovládacích a signalizačných prvkov. Ovládacie a signalizačné prvky sú realizované na samostatnej DPS, ktorá bude pripojená k riadiacej jednotke.

Softvérová časť je venovaná výberu operačného systému pre riadiacu jednotku, návrhu dátového modelu pre databázu, voľba programovacieho jazyka a navrhnutiu rozhrania pre správcovskú a zobrazovaciu aplikáciu.

Nakoniec je realizovaný samotný systém tabule, ktorý vychádza z navrhnutej koncepcie hardvéru a softvéru. Popisuje spôsoby, ktorými sú realizované jednotlivé časti systému. V časti hardvéru je vyrobená DPS, ktorá je následne osadená, oživená a pripojená k riadiacej jednotke. V časti softvéru sú naprogramované aplikácie pre správu, zobrazovanie i ovládanie systému elektronickej informačnej tabule.

¹ V roku 2015 bol trh s digitálnymi obrazovkami odhadovaný na 6,07miliardy dolárov

2 Literárna rešerš

Literárna rešerš je venovaná prieskumu trhu s elektronickými informačnými tabuľami. Vďaka prieskumu som získal potrebné podklady pre návrh a realizáciu tabule, čo bude vlastne cieľom tejto práce. Ponúkol mi prehľad o aktuálnych požiadavkách a ponukách českého ale aj svetového trhu.

2.1 Typy digitálnych informačných tabúl

Dnes už existuje mnoho rôznych druhov digitálnych informačných tabúl ako napríklad kiosky, LED panely a LCD panely. Každý z uvedených typov má ešte niekoľko podvariant, takže nie je možné všetky popísať.

2.1.1 Kiosk

Je samoobslužné zariadenie, ktoré pozostáva z určitého softvéru a hardvéru. Poskytuje prístup nielen k informáciám ale aj k aplikáciám pre vzdelávanie, obchod a zábavu. V závislosti na využití sa dnes vyrábajú rôzne typy kioskov. Jednotlivé panely môžu byť navrhnuté a zostrojené pre rôznorodé účely, umiestnené do vnútorného aj vonkajšieho prostredia. Základné typy kioskov sú napríklad :

- Informačné kiosky – poskytujú aktuálne informácie pre užívateľa
- Internetové kiosky – poskytujú prístup na internet alebo k e-mailu
- Reklamné kiosky a mnoho ďalších



Obrázok 1: Informačný kiosk[4]

2.1.2 LED panely

LED panely sú technologicky vylepšené LCD panely. Toto vylepšenie spočíva v tom, že používajú LED podsvietenie namiesto podsvietenia studenou katódou. Táto zmena priniesla výhody v podobe menšej spotreby, tenšej konštrukcie a dokonalejšiemu zobrazeniu čiernej farby ale aj lepšej použiteľnosti na otvorených priestranstvách.



Obrázok 2: LED billboard [5]

2.1.3 LCD panely

LCD panely sú konštruované z plochých displejov, ktoré obsahujú kvapalné kryštály s vlastnosťami modulujúcimi svetlo. To znamená, že tieto kvapalné kryštály používajú podsvietenie alebo reflektor, aby vyžarovali svetlo a produkovali buď monochromatické alebo farebné obrazy. Typy LCD technológie:

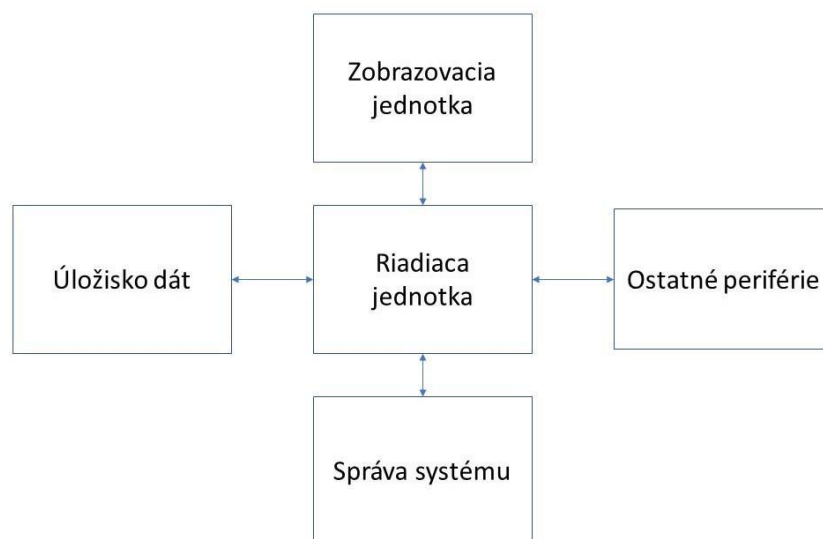
- TN (Twisted Nematic) – Nízka cena, vysoká odozva ale horšie pozorovacie uhly a vlastnosti farieb.
- IPS (In-Plane-Switching) – Vyvinuté s cieľom zlepšiť pozorovacie uhly a reprodukciu farieb.
- VA (Vertical alignment) - Vyvinutý ako kompromis medzi lacným TN a drahým IPS [6] [7] [8].



Obrázok 3: LCD panel [9]

2.2 Súčasti elektronickej informačnej tabule

Medzi základné prvky tabule určite patrí zobrazovacia jednotka, riadiaca jednotka a prípadne ďalšie doplnkové vstupné/výstupné zariadenia (periférie)² ako napríklad signalizačné alebo ovládacie prvky.



Obrázok 4: Diagram elektronickej informačnej tabule[10]

2.2.1 Zobrazovacia jednotka

Ako vyplýva už z názvu, ide o takú časť tabule, ktorej výstupom sú grafické informácie (text, obrázky alebo video). Z hľadiska používateľa preto tvorí najdôležitejšiu časť tabule. Práve z tohto hľadiska musí spĺňať rôzne požiadavky. Medzi základné požiadavky zobrazovacej jednotky možno určite zaradiť:

- veľkosť zobrazovacej plochy
- maximálne rozlíšenie
- kvalita zobrazenej informácie v rôznych svetelných podmienkach
- čo najnižšia spotreba energie
- odolnosť voči poškodeniu
- odolnosť voči opotrebovaniu

Ako displeje alebo zobrazovacie jednotky sa používajú klasické televízory, monitory alebo špeciálne zariadenia, ktoré majú vylepšené vlastnosti na úkor vyššej ceny. Jednotlivé obrazovky sa môžu líšiť používanou technológiou, od čoho

² Periférie-zariadenia, ktoré rozširujú možnosti počítača

závisia ďalšie vlastnosti, ako napríklad kvalita zobrazovanej informácie, spotreba alebo cena. Podľa používanej technológie zobrazovania obrazu ich možno rozdeliť do nasledujúcich skupín:

- LCD (displej využívajúci vlastnosti tekutých kryštálov)
- LED (dióda emitujúca svetlo)
- OLED (obrazovka z organických svetlo-emitujúcich materiálov)
- Plazmová obrazovka

LCD (Liquid Crystal Display) - Sú ploché displeje založené na využití zmien optických vlastností tekutých kryštálov³ v závislosti na zmenách elektrického poľa, ktoré na nich pôsobi. Najväčšou výhodou týchto displejov je nízka spotreba a cena, čo z nich robí najpoužívanejšiu a najvyrábanejšiu technológiu. Ďalšou výhodou je geometria, jas a ostrosť. Ako nevýhody možno určiť pozorovacie uhly a dobu odozvy.

LED (Light Emitting Diode) - Tvorí ho niekoľko LED panelov, ktoré pozostávajú z LED. Používajú sa skupiny štyroch LED-červená, modrá a dve zelené, ktoré sú maticovo rozmiestnené po celej ploche panelu. Veľkou výhodou je jeho efektívna a nízka spotreba energie. Nevýhodou môže byť vyššia cena.

OLED (Organic Light Emitting Diode) - Sú tvorené dvomi elektródami, medzi ktorými sú uložené organické luminiscenčné látky, vďaka čomu je výsledný displej tenší a ľahší. Disponujú výbornými technickými vlastnosťami – plná farebná škála, rýchla odozva, vysoký jas a kontrast a široký pozorovací uhol. Naopak nevýhodou je vysoká cena, životnosť a oxidácia [11].

Plazma (Plasma display panel) - Každý sub-pixel je mikroskopická žiarivka, ktorá vyžaruje jednu primárnu farbu - červenú, modrú alebo zelenú. Málo používaná technológia. Medzi výhody možno zaradiť vysokú kvalitu obrazu, podanie farieb a nevýhodou je určite spotreba a vypaľovanie bodov [8] [12] .

2.2.2 Riadiaca jednotka

Riadiaca jednotka slúži k ovládaniu všetkých častí a preto je najdôležitejšou súčasťou tabule. Tak ako pri zobrazovacích jednotkách, aj tu sa riešenia jednotlivých výrobcov môžu líšiť, napríklad zvolenou architektúrou procesoru. Najviac rozšírené a používané sú procesory na architektúre ARM (Advanced RISC Machine), ktorá sa skôr používa k cenovo dostupnejšiemu a „menšiemu“ systému, kde nie je potrebné komplexné spracovávanie informácie z viacerých jednotiek alebo spracovanie videa vo vysokom rozlíšení.

³ tekutý kryštál je taká chemická látka, ktorá pod vplyvom elektrického poľa mení svoju molekulárnu štruktúru, čím sa mení polarizácia prechádzajúceho svetla

Processor

Procesor je hlavnou súčasťou systému, ktorá prevádza všetky pracovné kroky. K tomu je potrebné, aby dekodoval inštrukcie a vykonal ich, vykonal logické a aritmetické operácie a vybral pamäťové miesto. Niektoré inštrukcie spracováva sám, k prevedeniu ostatných používa rôzne ďalšie jednotky (operačná pamäť, displej, klávesnica). Procesor tvoria tri základné jednotky:

- **Radič**, ktorý ma za úlohu načítať dáta a inštrukcie z operačnej pamäti a teda riadiť činnosť ostatných jednotiek v procesore a systéme.
- **ALU** prevádza aritmetické, logické a porovnávacie operácie na základe riadiacich signálov z radiča.
- **Registre** sú malé, rýchle statické pamäte typu RAM vnútri jadra procesoru, ktoré slúžia k uchovávaní aktuálnych inštrukcií, adries v pamäti a podobne.

Vo vnútornej štruktúre existujú ďalšie jednotky podporujúce nové technológie pre prácu s inštrukciami a dátami a ich úlohou je čo najoptimálnejšie zvýšiť jeho operačnú rýchlosť a stabilitu bez nutnosti zvýšenia základnej pracovnej frekvencie alebo napätia jadra procesoru [13].

2.2.3 Úložisko dát

Táto časť je zodpovedná za ukladanie dát, ktoré budú zobrazované samotným systémom. Vlastnosti celého systému sú ovplyvňované podľa toho, aký spôsob ukladania dát bude použitý. Hlavné požiadavky na dátové úložisko sú:

- **Rýchlosť prenosu dát** – Rýchlosť prenosu dát udáva, aký objem informácie sa preniesie za jednotku času a preto by mala byť volená podľa toho, s akým druhom a množstvom dát bude daný systém pracovať (text, obrázky, animácie, videá). Táto vlastnosť priamo ovplyvňuje rýchlosť celého systému.
- **Spoľahlivosť dát** – Veľmi dôležitá vlastnosť, od ktorej závisí korektnosť fungovania celého systému. Dátové úložisko by teda malo byť navrhnuté tak, aby nedochádzalo ku strate alebo poškodeniu dát. Záloha dát môže slúžiť ako ochrana pred stratou dát.

Tak ako v predchádzajúcich kapitolách, aj tu máme na výber viacero možností, ktoré sú ovplyvňované spomenutými vlastnosťami. Možné typy úložiska:

- **Priamo pripojené úložisko (HDD, SD karta)** – Spoľahlivá a rýchla možnosť, ktorá závisí od typu hardvéru a od zbernice medzi riadiacou jednotkou a dátovým úložiskom. Kvôli tomu, že úložisko je priamou súčasťou riadiacej jednotky, nie je nutné sieťové pripojenie pre prácu s dátami, čo môže byť výhoda ale aj nevýhoda. Najväčšou nevýhodou je zdieľanie dát medzi viacerými

jednotkami.

- **Server** – V tomto prípade sa dáta ukladajú na server, ktorý je prístupný z internetu alebo lokálnej resp. miestnej siete. Rýchlosť úložiska závisí na rýchlosti pripojenia. Pripojenie môže byť realizované pomocou Ethernet káblu alebo lokálnej siete. Výhodou je jednoduché zdieľanie dát medzi ďalšie riadiace jednotky a nevýhodou horšia dostupnosť dát a nutnosť pripojenia ku sieti.
- **Cloud úložisko** – Dáta sú ukladané na internet, čo vyžaduje pripojenie riadiacej jednotky k internetu. Rovnako ako pri ukladaní dát na server, je dôležitá rýchlosť pripojenia k internetu. Veľkou výhodou použitia cloud úložiska je pomerne nízka cenová náročnosť [14].

2.2.4 Sieťová komunikácia

S dátovým úložiskom úzko súvisí aj sieťová komunikácia. Ak sa budú dáta ukladať na serverové alebo cloudové úložisko, riadiaca jednotka musí poskytovať možnosť sieťovej komunikácie. Ďalším dôvodom pre použitie sieťovej komunikácie môže byť vzdialená správa systému.

Sieťové pripojenie sa dá vyriešiť napríklad pomocou Ethernetu. Nevýhodou tohto riešenia je nutnosť vedenia Ethernet káblu, ktorý je pripojený k sieti užívateľa a obmedzený dosah. Výhodou je jeho rýchlosť, ktorá sa nemení podľa vzdialenosti od switchu, bezpečnosť, spoľahlivosť a nízka cena. Ďalšou možnosťou je využitie bezdrôtovej sieťovej komunikácie – WiFi. Výhodou v porovnaní s Ethernetom je to, že nie sú potrebné žiadne káble vedúce do riadiacej jednotky a väčší dosah signálu. Naopak nevýhodou je nižšia rýchlosť toku dát, spoľahlivosť a možnosť rušenia ostatnými zariadeniami [10].

2.2.5 Správa systému

Pod správou alebo administráciou systému si možno predstaviť softvér, ktorý priamo komunikuje s riadiacou jednotkou, dátovým úložiskom prípadne aj so zobrazovacou jednotkou. Administrácia systému je založená na modifikácii dát riadiacej jednotky, pridávaní, vymazávaní alebo upravovaní uložených dát určených pre zobrazovanie prípadne užívateľských dát. Možné spôsoby realizácie softvéru určeného pre správu tabule:

- **Priama správa** – V tomto prípade je administrácia systému realizovaná pomocou softvéru v riadiacej jednotke, zobrazovacej jednotky a ostatných periférií. Nevýhoda tohto riešenia spočíva v nemožnej realizácii vzdialeného prístupu. Naopak výhodou tejto možnosti je to, že nie je potrebné pripojenie ku sieti.
- **Webová aplikácia** – Systém je administrovaný pomocou aplikácie, ktorá beží na webovom serveri, z čoho vyplýva, že riadiaca jednotka musí mať prístup na sieť. Výhodou tohto riešenia je pomerne jednoduchá dostupnosť za predpokladu,

že systém, ktorý je spravovaný, má možnosť pripojenia k webovej aplikácii.

- **Cloud** – Veľmi podobný spôsob ako webová aplikácia ale v tomto prípade musí mať prístup ku sieti riadiaca jednotka a zároveň aj spravované zariadenie [14].

2.2.6 Ostatné periférie

Do tejto skupiny môžeme zaradiť ostatné súčasti tabule, ktoré nemajú až taký závažný vplyv na činnosť tabule ako napríklad:

- Ovládacie prvky – Umožňujú interakciu systému tabule s užívateľom napr. tlačidlá, klávesnica, myš, joystick
- Signalizačné prvky – LED poskytujúce informácie o stave alebo činnosti tabule
- Zvukové prvky – reproduktory alebo mikrofóny

3 Návrh koncepcie hardvéru

Na základe získaných informácií, sa táto kapitola bude zaoberať zhrnutím požiadaviek, z ktorých bude vytvorený návrh jednotlivých častí tabule. Cieľom návrhu by mal byť zisk konceptu, ktorý vyhovuje daným požiadavkám.

3.1.1 Riadiaca jednotka

Riadiaca jednotka slúži na vykonávanie inštrukcií, od ktorých závisí zobrazovaný obsah pomocou zobrazovacej jednotky alebo signalizácia činnosti tabule pomocou signalizačných prvkov. Požiadavky na riadiacu jednotku sú:

- Výkon
- Schopnosť komunikácie so zobrazovacou jednotkou
- Možnosť pripojenia a ovládania ostatných periférií

3.1.2 Úložisko dát

S riadiacou jednotkou súvisí aj dátové úložisko. Veľkosť celého zariadenia patrí k najdôležitejším požiadavkám. Z toho vyplýva, že úložisko dát by malo byť súčasťou riadiacej jednotky. Požiadavky na úložisko sú:

- Spôľahlivosť dát
- Dostatočná veľkosť a rýchlosť úložiska

3.1.3 Správa systému

Každý systém by mal mať možnosť správy. Cieľom správy systému je to, aby daný systém pracoval efektívne a stabilne. Preto je dôležitá dostupnosť správy systému komukoľvek z každého miesta v danej sieti, kto má požadované oprávnenie. Požiadavky na správu systému sú:

- Možnosť pripojenia pomocou LAN
- Možnosť správy viacerými užívateľmi na viacerých zariadeniach

3.1.4 Zobrazovacia jednotka

Zobrazovacia jednotka slúži k zobrazovaniu grafickej informácie uloženej v dátovom úložisku na základe signálov z procesora. Výber tejto jednotky by mal vychádzať z nasledujúcich požiadaviek:

- Schopnosť komunikácie s riadiacou jednotkou
- Vysoká kvalita zobrazovanej informácie – rozlíšenie, čitateľnosť
- Veľkosť zobrazovacej plochy, ktorá závisí od funkcie a miesta použitia tabule
- Nízka spotreba a cena

3.1.5 Signalizačné prvky

Hlavný dôvod použitia signalizačných prvkov by mala byť možnosť podať informáciu o stave tabule, aký proces sa práve vykonáva, detekcia použitia ovládacieho zariadenia a podobne. Ako ďalší dôvod použitia môže byť navigácia používateľa pri práci s tabuľou. Požiadavky na signalizačné prvky sú:

- Nízka spotreba a cena
- Odolnosť a životnosť
- Viditeľnosť

3.1.6 Ovládacie zariadenie

Ovládacie zariadenie umožňuje používateľovi priamu interakciu s tabuľou. V prípade elektronickej informačnej tabule je potrebné rozlíšiť smer pohybu. Predpokladá sa, že táto časť tabule bude často používaná a preto musí mať dobrú životnosť a odolnosť. Ďalšou dôležitou podmienkou je jednoduché ovládanie a používanie. Požiadavky na ovládacie zariadenie sú:

- Jednoduché používanie pre používateľa
- Odolnosť proti opotrebovaniu a životnosť
- Nízka cena

3.1.7 Zhrnutie požiadaviek

Elektronická informačná tabuľa by mala byť realizovaná ako malé all-in-one („všetko v jednom“) zariadenie s externým displejom a ovládacími prvkami, ktoré bude svojmu okoliu predávať grafické informácie. Tento systém by mal mať schopnosť jednoduchej interakcie používateľa s tabuľou. Systém by mal poskytnúť možnosť správy viacerými používateľmi z viacerých zariadení. Výpis požiadaviek na tabuľu:

- Malé a cenovo dostupné all-in-one zariadenie s externým displejom a ovládacími prvkami
- Možnosť jednoduchej interakcie užívateľa s tabuľou pomocou ovládacích prvkov
- Možnosť správy viacerými používateľmi na viacerých zariadeniach

3.2 Výber a návrh hardvéru

Cieľom tejto podkapitoly by mal byť výber a návrh hardvérovej časti tabule na základe určených požiadaviek v predchádzajúcej podkapitole. Táto podkapitola bude venovaná výberu:

- Riadiacej jednotky
- Zobrazovacej jednotky
- Signalizačných prvkov
- Ovládacích prvkov

3.2.1 Riadiaca jednotka

Vzhľadom k tomu, že táto tabuľa nebude využívaná na zobrazenie náročnej obrazovej informácie ako video, ale budú zobrazované textové súbory, výkon nepatrí medzi hlavné požiadavky. Pri výbere riadiacej jednotky nás bude skôr zaujímať cena, spotreba a možnosť realizácie dátového úložiska. Vzhľadom k týmto požiadavkám sa ako výbornou voľbou javí jednodoskový počítač Raspberry Pi.

3.2.1.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi [15] je jednodoskový počítač, ktorý je založený na ARM architektúre procesora. Veľkosť kreditnej karty, nízka cena a spotreba, široká škála použitia, veľké množstvo vstupných/výstupných pinov a ďalších periférii, silná komunita po celom svete a to, že je založený na OS Linux, ho robia jedným z najpoužívanejších mini počítačom na svete. Je vyvíjaný britskou nadáciou Raspberry Pi Foundation [16].

Vysoká popularita tohto zariadenia prispieva k neustálemu zlepšovaniu a vývoju nových modelov. Možnosť si vybrať z nasledujúcich modelov:

- Raspberry Pi 1 Model B+
- Raspberry Pi 1 Model A+
- Raspberry Pi 2 Model B
- Raspberry Pi Zero
- Raspberry Pi 3 Model B
- Raspberry Pi Zero W
- Raspberry Pi Zero WH
- Raspberry Pi 3 Model B+
- Raspberry Pi 3 Model A+

Nový model Raspberry Pi 4 by mal vyjsť najskôr v roku 2020. Vypísané modely sú usporiadané podľa dátumu vydania. Tieto modely sa líšia cenou, výkonom, veľkosťou pamäte RAM, počtom USB portov a ďalšími vlastnosťami, ktoré si možno detailnejšie pozrieť na oficiálnej stránke výrobcu [17] [18].

V tejto práci je použitý Raspberry Pi 2 model B [18].



Obrázok 5: Raspberry Pi 2 Model B [19]

Raspberry Pi 2 Model B

Dôležitou časťou tohto mini počítača je procesor. Základom Raspberry Pi 2 je takzvaný systém na čipe (SoC), čo znamená, že všetky komponenty počítača ako napríklad procesor, pamäť, vstupné/výstupné porty sú integrované na jediný čip.

Procesor

Pre tento model je použitý Broadcom BCM2836 [20]. Typ jadra procesoru, ako už bolo spomenuté, je ARM, konkrétne Cortex-A7 [21]. Ide o štvorjadrový procesor s pracovnou frekvenciou 900MHz. Všetky typy Raspberry Pi obsahujú grafický procesor VideoCore IV [22], ktorý sa stará o grafické výpočty a je kompatibilný s OpenGL ES 2.0 [23]. Súčasťou čipu je aj 1GB pamäť RAM.

Dostupné komunikačné rozhrania

Ako už bolo spomenuté, Raspberry Pi ponúka širokú škálu rôznych komunikačných rozhraní pre komunikáciu s ostatnými perifériami. Dostupné komunikačné rozhrania sú:

HDMI port – Výstup slúžiaci na prenos digitálnej grafickej spolu so zvukovou informáciou medzi riadiacou a zobrazovacou jednotkou.

3,5mm Audio/Video Jack – Spoločné analógové výstupné rozhranie pre zvukový aj obrazový prenos informácie. Je možné zapojiť reproduktor, slúchadlá alebo zobrazovaciu jednotku.

Ethernet port – Rozhranie, pomocou ktorého je možné pripojenie zariadenia k miestnej sieti.

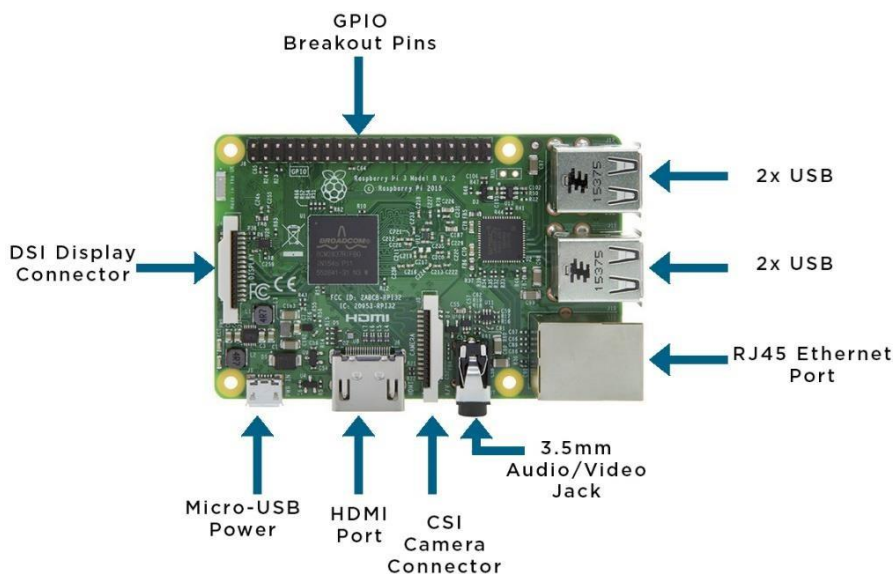
USB 2.0 port – Toto rozhranie sa dá použiť na pripojenie veľkého počtu dodatočných a pomocných periférií ako WiFi adaptér, klávesnica, myš, tlačiareň a podobne.

DSI (Display Serial Interface) – 15 pinový konektor pre komunikáciu medzi displejom a procesorom.

CSI – Používa sa na prepojenie kamery pomocou 15 pinového konektoru.

GPIO (General Purpose Input Output) piny – 40 pinový konektor, na ktorom sú vyvedené power pins, GPIO piny, I2C, SPI, UART

- Power pins – silové piny ako napájacie napätie (5V a 3,3V) a zem (ground)
- Štandardné GPIO piny – umožňujú napríklad rozsvietiť/zhasnúť LED
- Inter-Integrated Circuit (I2C) – piny, ktoré umožňujú pripojenie a komunikáciu s hardvérovými modulmi podporujúce tento protokol
- Serial Peripheral Interface Bus (SPI) – podobné ako I2C ale používajú rozdielny protokol
- Universal Asynchronous Receiver and Transmitter (UART) – piny slúžiace na komunikáciu s iným zariadením [24] .



Obrázok 6: Komunikačné rozhrania Raspberry Pi [25]

Dátové úložisko

Raspberry Pi neobsahuje žiadne rozhranie pre pevný disk alebo SSD ale pre zavedenie systému a zachovanie spracovávaných a zobrazovaných dát je určený slot na SD kartu.

Raspberry Pi má možnosť využiť komunikačné rozhranie USB 2.0 (Universal Serial Bus 2.0), pomocou ktorého môže byť pripojené externé úložisko. Kvôli tomu, že USB nie je typ úložiska ale je to len spôsob jeho prenosu a menšej rýchlosti, bude ako úložisko použitá mikro SD karta (konkrétne 16GB).

Sieťová komunikácia

Raspberry Pi má možnosť využiť komunikačné rozhranie Ethernet. Pomocou pripojenia Ethernet kábla, má riadiaca jednotka možnosť komunikácie s okolím.

V prípade potreby bezdrôtového pripojenia k sieti, je možné využiť pripojenie WiFi adaptéra napríklad WiPy USB modul, ktorý je dostupný z Raspberry Pi Store [26]. Ako druhá možnosť v prípade potreby bezdrôtového pripojenia sa javí použiť Raspberry Pi, ktoré má v sebe zabudovaný WiFi modul – napríklad Raspberry Pi 3.

3.2.2 Zobrazovacia jednotka

Hlavná požiadavka na zobrazovaciu jednotku spočíva v možnosti komunikácie s riadiacou jednotkou. Medzi základné typy konektorov zobrazovacej jednotky patrí:

- VGA (Video-Graphic-Array) – Najstarší typ konektoru, ktorý používa čisto analógový prenos signálu, čo je nevýhodou. Používa sa pri zariadeniach nevyžadujúcich veľký dátový tok napríklad projektory. Výhodou tohto konektoru je nízka cena.
- DVI (Digital-Visual-Interface) – Jeho veľkou výhodou je to, že tvorí most medzi analógovým a digitálnym prenosom. Môže sa používať ako DVI-A (analog-only), DVI-D (digital-only) alebo ako DVI-I, ktorý prenáša oboje.
- HDMI (High-Definition Multi-media Interface) – Rozhranie schopné prenášať digitálny signál. Patrí k najrozšírenejším konektorom.
- DisplayPort – Primárne určený k prenosu obrazových dát ale poradí si so zvukom aj s inými dátami. Je navrhnutý tak, aby časom nahradil analógové VGA a digitálne DVI. Oproti HDMI má veľkú výhodu v tom, že je licencovaný [8].

Z toho vyplýva, že môže byť použitý akýkoľvek monitor, ktorý má možnosť komunikácie s riadiacou jednotkou pomocou nejakého z vyššie uvedeného rozhrania. Použitá riadiaca jednotka (Raspberry Pi) má možnosť komunikácie so zobrazovacou jednotkou pomocou RCA alebo HDMI. V tomto prípade bude uprednostnené digitálne rozhranie HDMI. Vzhľadom k cenovej dostupnosti bude zvolený LCD monitor.

3.2.3 Ovládacie zariadenie

Základná požiadavka na ovládacie zariadenie spočíva v možnosti prepínania uložených dát. Ako vhodné riešenie môže byť použitý analógový joystick alebo samostatné tlačidlá. V tejto práci je zvolená druhá možnosť, konkrétne bude použitých sedem tlačidiel.

3.2.4 Signalizačné prvky

Použitie klasických červených alebo zelených LED ako signalizačných prvkov, sa javí ako najideálnejšie riešenie. Tieto elektronické súčiastky sú lacné a majú pomerne nízku spotrebu.

Na základe úbytku napätia a prúdu, ktorý môže LED pretekať, musíme určiť hodnotu odporu predradného rezistoru tak, aby nedošlo k jej zničeniu. Dovolený prúd sa uvádza ako 2 mA a úbytok napätia je 1,85 V [27]. Podľa Ohmovho zákona platí vzťah pre výpočet odporu:

$$R = \frac{U - U_D}{I_D} = \frac{5 \text{ V} - 1,85 \text{ V}}{0,002 \text{ A}} = 1575 \, \Omega \quad (3.1)$$

kde U je napájacie napätie, U_D je úbytok napätia na dióde a I_D je maximálny prúd diódou. Zvolený predradný rezistor by mal mať hodnotu 1575 Ω .

4 Výber a návrh softvéru

Cieľom tejto kapitoly by mal byť výber a návrh softvérovej časti tabule, ktorý bude vychádzať z určených požiadaviek. Táto kapitola sa bude venovať:

- Výberu operačného systému pre riadiacu jednotku
- Návrhu databáze
- Návrhu správcovskej aplikácie
- Návrhu zobrazovacej aplikácie

4.1.1 Operačný systém

Operačný systém (OS) je základné programové vybavenie počítača, ktoré tvorí most medzi hardvérom a bežiacim programom a hardvérom a užívateľom. Je zodpovedný za efektívne a bezpečné zdieľanie systémových zdrojov (pamäť, procesor, periférie, prístup k súborom a iné), poskytuje určité štandardné rozhranie, ktoré užívateľovi zjednodušuje prácu s počítačom.

Medzi základné požiadavky pri výbere OS patria možnosti čo najrýchlejšieho a najjednoduchšieho návrhu a vývoja aplikácií ponúkané OS, kladený dôraz na hardvérové nároky a ich využitia.

Dnes už existuje mnoho OS používaných napríklad v osobných počítačoch, v serveroch, v superpočítačoch, v mobilných telefónoch a podobne. Medzi najznámejšie patria Windows, UNIX, Linux, MacOS, Android alebo iOS [28].

Raspbian

Raspbian je oficiálne podporovaný operačný systém založený na OS Debian pre Raspberry Pi. Je predinštalovaný s množstvom softvéru pre všeobecné používanie, vzdelávanie ale aj programovanie. Obsahuje napríklad Python, Scratch, Sonic Pi alebo Java, čím spĺňa uvedené podmienky pre výber OS.

Minibian

Minibian je zminimalizovaná verzia OS Raspbian, ktorá je kompatibilná so všetkými verziami Raspberry Pi. Na rozdiel od Raspbianu, obsahuje len základný systém a niektoré základné nástroje ako napríklad web server. Neobsahuje však žiadne grafické rozhranie (GUI).

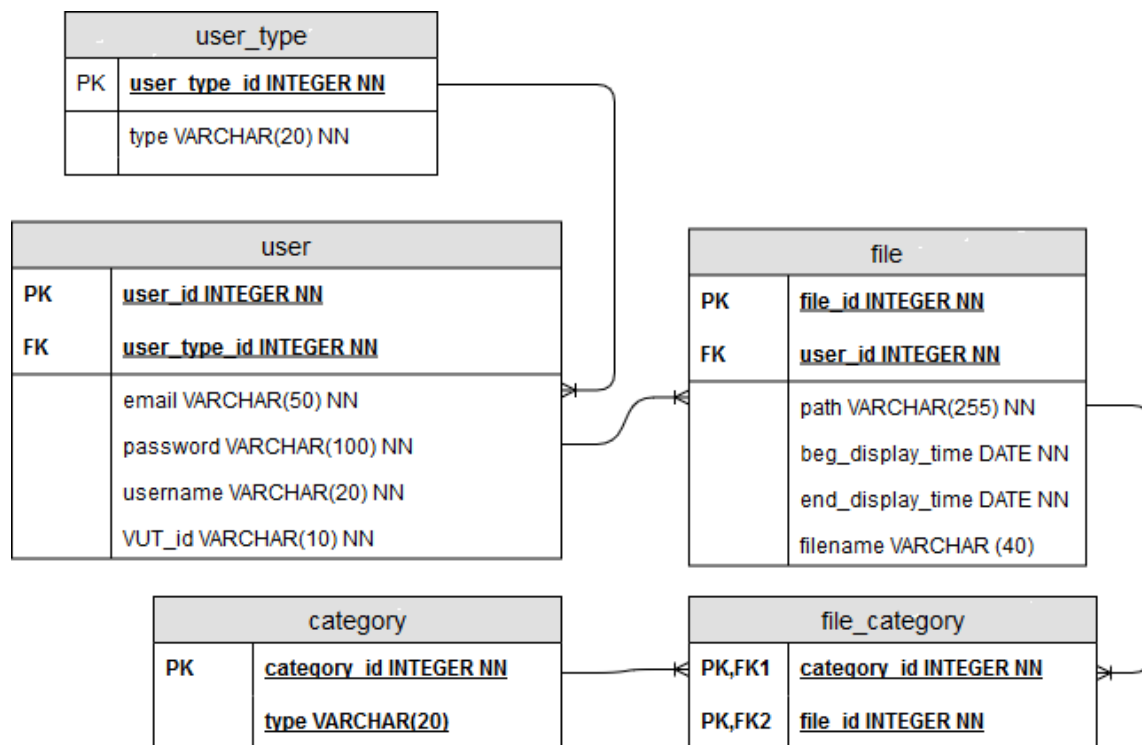
4.2.2 Návrh databáze

Cieľom softvérovej časti tabule je vytvorenie aplikácie pre správu systému a aplikácie pre zobrazovanie dát. Z toho vyplýva, že dôležitou požiadavkou pre nezávislý prístup k potrebným dátam a informáciám, je nutné správy a organizácie dát alebo informácií. Pre efektívne uchovávanie, modifikáciu alebo výber väčšieho množstva dát a informácií

o týchto dátach, je vhodné použiť databázu - organizovanú štruktúru dát uložených v počítači takým spôsobom, že užívateľ alebo počítač môže pomocou špeciálneho jazyka (SQL) manipulovať s týmito dátami.

Databázový model

Databázový model obsahuje všetky potrebné dáta pre korektnú, stabilnú a spoľahlivú činnosť celého systému tabule. Nasledujúci obrázok znázorňuje navrhnutú štruktúru databáze.



Obrázok 7: Databázový model

user – Tabuľka charakterizujúca dáta týkajúce sa užívateľa. Dáta sú do tabuľky uložené, keď sa užívateľ sám zaregistruje pomocou aplikácie pre správu systému alebo je vytvorený administrátorom. Tabuľka obsahuje nasledujúce dáta:

- user_id – primárny kľúč
- user_type_id – cudzí kľúč pre prístup do tabuľky user_type (možnosť určiť typ užívateľa)
- email – email užívateľa
- password – heslo užívateľa
- username – meno užívateľa
- VUT_id – VUT číslo užívateľa

file – Tabuľka charakterizujúca informácie o súboroch a jednotlivé súbory určené na zobrazenie tabuľou. Dáta sú do tabuľky uložené, keď užívateľ pomocou aplikácie pre správu systému nahrá súbor. Súbor sa následne uloží do priečinku, ktorý je vytvorený aplikáciou pre správu systému. Priečinok sa nachádza v rovnakej zložke ako zdrojové kódy. Tabuľka obsahuje nasledujúce dáta:

- file_id – primárny kľúč
- filename – presný názov súboru
- path – cesta do priečinku, kde je súbor uložený
- beg_display_time – čas, od kedy môže byť daný súbor zobrazovaný
- end_display_time – čas, do kedy môže byť daný súbor zobrazovaný
- user_id – cudzí kľúč pre prístup do tabuľky user

Typ relácie medzi tabuľkou user a file je one-to-many. To znamená, že užívateľ môže mať mnoho súborov ale súbor môže mať práve jedného majiteľa.

category - Tabuľka charakterizujúca typ alebo význam obsahu, ktorý je uložený v danom súbore, čo umožňuje triedenie a lepšiu manipuláciu so súbormi, ale aj priradenie kategórie súboru v správcovskej aplikácii. Tabuľka obsahuje nasledujúce dáta:

- category_id – primárny kľúč
- type – typ obsahu súboru (výsledok skúšky, návrh práce a podobne)

Typ relácie medzi tabuľkou file a category je many-to-many. To znamená, že kategória môže mať viacero súborov a taktiež súbor môže mať viacero kategórií. Keďže ide o reláciu many-to-many, je nutné pridať pomocnú tabuľku **category_files**, ktorá určuje aký súbor patrí akej kategórii.

user_type - Tabuľka charakterizujúca typ alebo rolu užívateľa. Na základe role má užívateľ práva na zobrazenie, pridávanie, upravovanie alebo mazanie informácií a dát. Tabuľka obsahuje nasledujúce dáta:

- user_type_id – primárny kľúč
- type – typ alebo rola užívateľa (administrátor, vyučujúci)

4.2.3 Správa systému

V našom prípade je dôležitou podmienkou možnosť správy systému na diaľku a z väčšieho množstva zariadení. Preto bude správa systému realizovaná ako webová aplikácia spustená na webovom serveri, ktorý bude bežať priamo v riadiacej jednotke.

Táto aplikácia by mala byť schopná spravovať a upravovať dáta uložené v databáze, umožňovať prihlásenie a registráciu pre užívateľov, možnosť nahrávať

a upravovať nové súbory pre zobrazovanie, možnosť vytvárať nové kategórie a nové typy užívateľov a podobne.

Návrh webovej aplikácie

Webová aplikácia by mala umožňovať mimo spomenuté činnosti v predchádzajúcej kapitole aj zobrazovať aktuálne dáta z databázy. Ako jedno z riešení pre návrh webovej aplikácie, ktoré umožňuje splniť uvedené požiadavky, možno použiť menu bar umožňujúci preklikávanie medzi jednotlivými odkazmi, a tak oddelene zobrazovať a modifikovať tabuľky resp. dáta v databáze. Návrh dizajnu webovej aplikácie s pohľadom administrátora na všetkých zaregistrovaných užívateľov je zobrazený na obrázku 8.

Users	Files	My files	Categories	User types	Upload file	Logout
Create user						
Edit user						
Delete user						
User email		User type		Files		
admin@admin.sk		admin		skuska.pdf,pic.png		
user@test.com		user		user.png		

Obrázok 8: Dizajn webovej aplikácie

Users – Tento odkaz slúži ku zobrazeniu všetkých zaregistrovaných užívateľov a jeho dostupnosť je určená len pre užívateľa s najvyššou rolou – administrátora. Pre ostatné role tento pohľad nebude povolený. Práve administrátor môže vytvárať, mazať alebo upravovať dáta týkajúce sa jednotlivých užívateľov.

Files – Tento odkaz slúži ku zobrazeniu všetkých pridaných súborov pomocou webovej aplikácie do databázy. Rovnako ako odkaz Users, je tiež určený len pre administrátora. V tomto odkaze môže upravovať dáta týkajúce sa súborov ako napríklad zmena

kategórie či zmena začiatku resp. konca doby zobrazovania alebo mazať súbory patriace ostatným užívateľom.

My files – Tento odkaz slúži ku zobrazeniu súborov, ktoré pridal aktuálne prihlásený užívateľ a jeho dostupnosť je určená pre všetkých registrovaných užívateľov. Užívateľ tu môže upravovať dáta týkajúce sa jeho vlastných súborov.

Categories – Tento odkaz slúži ku zobrazeniu existujúcich kategórií, ktoré boli vytvorené užívateľmi a jeho dostupnosť je určená pre všetkých registrovaných užívateľov. Užívateľ tu môže vytvárať nové kategórie, pridávať súbory do konkrétnych kategórií.

User types – Tento odkaz slúži ku zobrazeniu typov užívateľov resp. ich roli, ktoré boli vytvorené užívateľmi a jeho dostupnosť je určená pre všetkých registrovaných užívateľov.

Každý z uvedených odkazov má možnosť pridávania, editovania alebo vymazania dát do resp. z príslušnej tabuľky. V prípade obrázka 8 sa jedná o odkazy **Create user**, **Edit user** a **Delete user**.

Upload file – Pomocou tohto odkazu je umožnené uloženie nových súborov pre zobrazenie do databázy. Všetky súbory sú ukladané do spoločného priečinku. Aby bolo možné nahratý súbor zobraziť, je nutné mu priradiť kategóriu.

Logout – Odkaz pre odhlásenie momentálne prihláseného užívateľa.

4.2.4 Zobrazovanie dát

V predchádzajúcej kapitole sme sa venovali ako dostať dáta do databázy. Táto časť práce sa bude venovať naopak tomu, ako dáta z databázy dostať a následne ich zobraziť na zobrazovaciu jednotku.

Návrh zobrazovacej aplikácie

Cieľom zobrazovacej aplikácie by malo byť zobrazenia dát a poskytnutie možnosti ovládania systému elektronickej informačnej tabule pre užívateľa. Prepínanie medzi súbormi prípadne kategóriami bude realizované pomocou tlačidiel pripojených na GPIO piny na riadiacej jednotke. Návrh dizajnu zobrazovacej aplikácie je zobrazený na obrázku 9.

Zobrazovacia aplikácia je tvorená jedným veľkým oknom, v ktorom budú zobrazované súbory. Pravú stranu okna tvoria obdĺžniky, ktoré reprezentujú hardvérové tlačidlá a popisujú, čo sa po stlačení tlačidla stane, napr. v prípade viacstránkového pdf

súboru sa po stlačení prvého tlačidla zobrazí nasledujúca stránka. Každé tlačidlo má vlastnú LED, ktorá sa rozsvieti po stlačení tlačidla. Pre vypísanie názvu aktuálnych súborov a kategórií v databáze, slúži spodná časť rozhrania aplikácie.

Plocha pre zobrazovaný súbor			Next page
			Prev page
			Next file
			Prev file
			Next cat
			Prev cat
Kategória1	Kategória2	Kategória3	On/Off Auto Mode
Súbor1	Súbor2	Súbor3	Quit

Obrázok 9: Dizajn desktopovej aplikácie

5 Realizácia systému

Táto kapitola sa venuje realizácii hardvéru a softvéru na základe jednotlivých návrhov z predchádzajúcej kapitoly.

5.1 Realizácia hardvéru

Cieľom kapitoly je realizácia hardvérových častí tabule podľa navrhutej koncepcie v kapitole 3.

5.1.1 Návrh obvodovej schémy

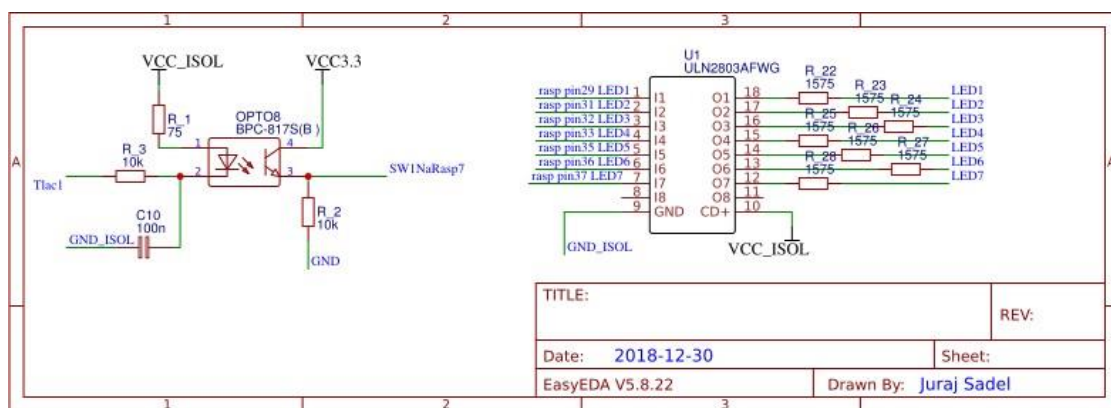
Kapitola venujúca sa návrhu elektrického obvodu, podľa ktorého bude navrhnutá doska plošného spoja (DPS). Tento obvod slúži na realizáciu ovládacích a signalizačných prvkov. Popis použitých súčiastok v obvode:

- Rezistory – Použitie rezistoru v tomto obvode má viaceré využitia. Je použitý ako predradný rezistor na ochranu LED pred zničením a spolu s kondenzátorom tvorí RC článok typu dolná prepust', ktorý slúži na potlačenie šumu pri stlačení tlačidla (switch bouncing).
- Kondenzátory – Ako je spomenuté pri rezistore, spolu s kondenzátorom tvorí RC článok.
- Optočleny – Elektronická súčiastka, ktorá slúži na galvanické oddelenie. Galvanické oddelenie je spôsob, ktorým sa oddeľujú dve alebo viaceré časti obvodu, aby neboli spojené vodičom. Je zložený z LED a fotocitlivej polovodičovej súčiastky, napríklad fototranzistor. Ak je privedený na vstup optočlena prúd potrebný na rozsvietenie LED, začne sa fototranzistor otvárať podľa veľkosti pretekajúceho prúdu LED. Čím je väčší prúd, tým sa fototranzistor viac otvorí. Otvorený prechod medzi emitorom a kolektorom spôsobí zopnutie obvodu na výstupe [29] .
- DC-DC menič – Pre správnu funkciu optočlena je potrebné izolovať napájacie napätie aj zem. Túto požiadavku splní práve DC-DC menič.
- GPIO nástavec
- Svorkovnica Wago233 – Tlačidlá aj LED budú mať vlastnú svorkovnicu, pomocou ktorej budú pripojené k obvodu.
- Konektor na externé napájanie – Konektor, pomocou ktorého bude možnosť pripojiť externé napájanie.
- ULN2803A - Integrovaný obvod, ktorý slúži na spínanie signalizačných LED prvkov. Tento obvod sa skladá z ôsmich párov NPN tranzistorov v Darlingtonovom zapojení. Maximálne spínacie napätie je 50V a prúd 500mA [30] .
- LED – Signalizačné prvky
- Tlačidlo – Ovládacie prvky.

Celý elektrický obvod možno rozdeliť do dvoch funkčných častí:

Časť ovládacieho zariadenia – Cieľom tejto časti je detekcia stlačenia tlačidla. Vstup optočlena je cez predradný rezistor R1 napájaný výstupným izolovaným napätím z DC-DC meniča. Po stlačení tlačidla sa uzavrie obvod a začne ním pretekať prúd. Tento prúd rozsvieti LED a tým sa začne otvárať fototranzistor a tým sa zmení hodnota napätia na príslušnom GPIO pine. Tlačidlá sú pripojené cez svorkovnicu a každé je riešené samostatným optočlenom.

Časť signalizačného zariadenia – Na vstup spínacieho prvku sú pripojené jednotlivé GPIO piny a na jeho výstup sú cez predradné odpory pripojené signalizačné prvky LED. Ako spínací prvok je použitý integrovaný obvod ULN2803A. LED sú rovnako ako tlačidlá napojené pomocou svorkovnice.



Obrázok 10: Časť ovládacích prvkov a časť signalizačného zariadenia obvodu

Použitý obrázok 10 obsahuje jednotlivé časti navrhutej schémy obvodu, ktorá je priložená v Prílohe 1.

5.1.2 Návrh dosky plošného spoja

Na základe navrhnutého elektrického obvodu, ktorý je popísaný v kapitole 5.1.1 je navrhnutá DPS. DPS je realizovaná ako dvojvrstvová doska s rozmermi 93 * 56mm. Šírka všetkých spojov je 15mils/0,381mm, izolačná vzdialenosť je 10mils/0,26mm, vrták 16mils/0,41mm a priemer medzikružia je 24mils/0,61mm. V oboch vrstvách je vyliata med'. Návrh je realizovaný vo webovom prostredí EasyEda [31].

5.2 Realizácia softvéru

Cieľom tejto kapitoly je realizácia softvérového vybavenia pre riadiacu jednotku na základe navrhutej koncepcie v kapitole 4.

5.2.1 Operačný systém

Obidva navrhnuté operačné systémy splňujú základné požiadavky na OS. Nevýhodou Minibianu je nutná inštalácia niektorých chýbajúcich základných nástrojov ako správca okien a grafické rozhranie. Jeho veľkou výhodou je minimálna kladená záťaž na pamäť RAM riadiacej jednotky – Raspberry Pi.

Ako bolo spomenuté v návrhu OS, Raspbian má už predinštalované rôzne nástroje pre uľahčenie návrhu a realizácie potrebných aplikácií. Jeho výhodami sú kompatibilita, stabilita, spoľahlivosť a prispôsobivosť pre projekty začiatočníkov. Kvôli týmto výhodám je v tejto práci zvolený práve OS Raspbian.

5.1.2 Dátové úložisko

Pre správne fungovanie informačnej tabule je nutná správa a organizácia dát, čo zabezpečí použitie databázy. Dnes existuje široká škála rôznych databázových systémov ako SQLite, MySQL, PostgreSQL a podobne. V tejto práci je zvolený databázový systém MySQL.

MySQL

MySQL je open-source relačný databázový systém, založený na jazyku SQL bežiaci na princípe client-server, ktorý ponúka možnosť použitia viacerých informačných tabúl s jednou centralizovanou databázou. MySQL je podporovaný rôznymi operačnými systémami (Linux, Windows, UNIX). Môže byť použitý pre širokú škálu aplikácií ale najviac je spájaný práve s webovými aplikáciami. Medzi výhody MySQL patrí bezpečnosť dát, výkon alebo flexibilita. Nevýhodou môže byť sieťová konfigurácia a administrácia databázy [32].

5.1.3 Realizácia aplikácie pre správu systému

Aplikácia pre správu systému je realizovaná ako webová aplikácia, ktorej úlohy sú spravovanie dát v databáze a možnosť nahrávania súborov určených pre zobrazovanie. Webová aplikácia je napísaná v programovacom jazyku Python.

Python

Python [33] je objektovo orientovaný, vyšší programovací jazyk s integrovanou dynamickou sémantikou, ktorý patrí momentálne k najpoužívanejším a najznámejším jazykom. Jeho popularita stále rastie vďaka mnoho existujúcim knižniciam a frameworkom. Medzi výhody patrí jednoduchá syntax, ktorá umožňuje pomerne rýchly vývoj aplikácií s využitím podstatne menej kódu, dobrá čitateľnosť kódu alebo

podpora rôznych platforiem. Program je po spustení interpretovaný pomocou interpretera. Je využívaný primárne pre vývoj aplikácií a webových aplikácií. Zoznam použitých knižníc pre realizáciu webovej aplikácie:

- Flask [34]
- SQLAlchemy [35]
- Flask Admin [36]
- Wand [37]

Flask

Flask je microframework určený pre tvorbu jednoduchých webových aplikácií. Medzi jeho výhody možno zaradiť jednoduchosť používania a rýchly vývoj jednoduchších aplikácií. Používa jinja2 šablónu pre html vykresľovanie. Flask má v sebe zabudovaný integrovaný webový server, na ktorom beží webová aplikácia.

SQLAlchemy

SQLAlchemy je databázový manipulačný nástroj pre Python, ktorý ponúka flexibilitu SQL. Umožňuje spravovať databázu pomocou objektového relačného mapovania (ORM). ORM Pythonu umožní objektové pracovanie s tabuľkami v databáze ako s triedami definovanými priamo v zdrojovom kóde a poskytuje metódy pre prácu s definovanými triedami.

Flask Admin

Flask Admin je modul postavený na microframeworku Flask. Umožňuje vytvoriť webové rozhranie, ktoré ponúka možnosť správy všetkých tabuliek. Základnou myšlienkou Flask Adminu je, že umožňuje vytvárať rozhrania zoskupením jednotlivých pohľadov do tried. Zjednodušene povedané – stačí vytvoriť reprezentáciu dátového modelu a definovať jednotlivé pohľady užívateľa.

Wand

Viacstránkové súbory, ktoré sú nahrávané do databázy vo formáte pdf by pri zobrazovaní spôsobili problém. Zobrazovacia aplikácia je navrhnutá tak, že môže zobrazovať práve jednu stránku súboru. Možnosť ako vyriešiť tento problém je ukladanie pdf súborov ako obrázkov vo formáte jpg. Jednotlivé stránky vo formáte jpg sú uložené v rovnakom priečinku. Prevod medzi súborovými formátmi umožňuje práve modul Wand.

Realizácia

Aplikácia je napísaná v jazyku Python a beží ako nezávislý proces. Po spustení Flask aplikácie je spustený aj webový server s adresou odpovedajúcou sieťovej adrese Raspberry Pi.

Správcovská aplikácia umožňuje registráciu užívateľa. Pred prihlásením užívateľa je overená správnosť zadaných údajov a následne je presmerovaný do základného pohľadu admin rozhrania. Na základe právomocí prihláseného užívateľa je poskytnutý prístup k rôznym pohľadom, podľa ktorých môže užívateľ spravovať a nahrávať nové dáta. Užívateľ má možnosť sa do správcovskej aplikácie prihlásiť pomocou webového prehliadača na akomkoľvek zariadení, ktoré je pripojené do rovnakej siete ako Raspberry Pi. Celá aplikácia je rozdelená do niekoľkých zdrojových súborov:

- **run.py** – Slúži na spustenie aplikácie.
- **init.py** – Slúži na konfiguráciu a inicializáciu aplikácie a vytvára priečinok na ukladanie vložených súborov do databázy. Ďalej je tu implementované webové rozhranie umožňujúce spravovať tabuľky v databáze.
- **forms.py** – V tomto súbore je realizovaná registrácia nového užívateľa a následné prihlásenie zaregistrovaného užívateľa.
- **models.py** – V tomto súbore sú implementované jednotlivé triedy, ktoré reprezentujú dáta z databázových tabuliek.
- **routes.py** – Slúži na prepojenie URL na konkrétnu funkciu.

Po spustení aplikácie sú automaticky vytvorené dve užívateľské role – admin a user. Zaregistrovaný užívateľ má automaticky pridelenú rolu user.

Admin – Pre užívateľa s rolou admin sú zobrazené všetky pohľady (Users, Category, User type, Files, My Files). Administrátor má možnosť pridávať, upravovať alebo mazať dáta vo všetkých uvedených pohľadoch.

User – Pre používateľa s rolou user sú zobrazené všetky pohľady okrem Users a Files (Category, User type, My Files). V prípade pohľadov Category a User type má právomoc iba pre vytvorenie novej kategórie alebo role užívateľa. V pohľade My Files môže upravovať dáta týkajúce sa jeho vlastných súborov.

5.2.4 Realizácia aplikácie pre zobrazovanie dát

Aplikácia pre zobrazovanie dát je realizovaná ako desktop aplikácia, ktorá je postavená nad rovnakou databázou ako webová aplikácia pre správu systému. Jej úlohou je zobrať funkčné dáta z databázy a zobraziť ich pomocou zobrazovacej jednotky. Desktopová aplikácia je napísaná v programovacom jazyku Python. Pre komunikáciu s databázou je opäť použitý modul SQLAlchemy, ktorý je popísaný v predchádzajúcej kapitole.

Dôležitou časťou aplikácie je návrh grafického rozhrania, ktoré bude zobrazovať súbory. Python poskytuje viaceré možnosti ako realizovať grafické rozhranie. Medzi najznámejšie moduly pre tvorbu grafického rozhrania patria PyQt, Tkinter a WxPython. Ako ideálna voľba pre realizáciu grafického rozhrania sa javí použiť Tkinter, ktorý je priamou súčasťou Pythonu.

Tkinter

Tkinter [38] možno označiť za štandard pre vytváranie grafických rozhraní v Pythone, ktoré umožňuje pomerne rýchlo a jednoducho navrhnuť jednoduchšie grafické rozhrania. Výhodou použitia Tkinteru je obrovské množstvo dostupných zdrojov a široká komunita používajúca tento modul.

PIL (Python Imaging Library)

PIL [39] je voľná knižnica pre Python, ktorá pridáva možnosti interpreteru pre prácu s formátom obrazových súborov. Táto knižnica poskytuje rozsiahlu podporu otvárania, manipulácie a formátovania súborov.

RPi.GPIO

Knižnica RPi.GPIO **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** umožňuje prácu s GPIO pinmi riadiacej jednotky. V našom prípade ju využijeme na prácu s tlačidlami a LED.

Realizácia

Desktopová aplikácia taktiež beží ako nezávislý proces. Na začiatku je nutné pripojenie a namapovanie existujúcej databázy ako tried (ORM). Po spustení aplikácie je vnútri nekonečnej slučky vytvorená instancia Tk triedy, ktorá vytvorí hlavné okno. Celá aplikácia je realizovaná ako jedna trieda. Po spustení aplikácie sa načítajú dáta z databázy. Na základe načítaných dát sa vytvorí hlavné okno. Ak boli pomocou webovej aplikácie vytvorené nejaké kategórie, vypíšu sa ich názvy v spodnej časti okna aplikácie. Aktuálne zvolená kategória je vypísaná ako prvá a je označená zelenou farbou. Ak nie je vytvorená žiadna kategória, všetky okná budú svietiť načerveno a vypíše sa No category. Rovnaký princíp platí aj pre súbory, ktorých názvy sú zobrazované hneď pod kategóriami. V prípade, že je súbor pomocou webovej aplikácie nahratý do databázy a nie je mu pridelená žiadna kategória, nebude možné tento súbor zobraziť.

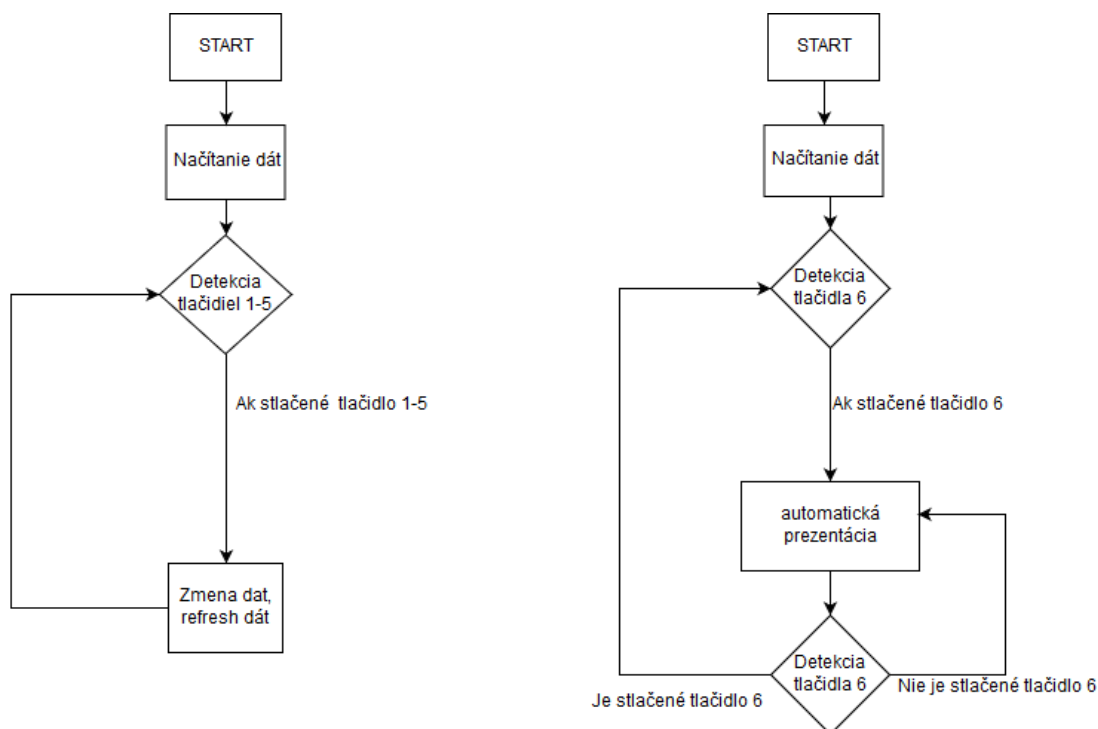
Zobrazovacia aplikácia môže byť ovládaná dvomi spôsobmi. Prvý spôsob je automatické prepínanie a zobrazovanie dostupných dát na základe zadaného časového intervalu prepínania. Túto funkcionality poskytuje metóda **auto_run**. Zapnutie resp. vypnutie automatickej prezentácie súborov umožňuje tlačidlo 6 s nápisom Auto.

Nasledujúci odstavec popíše spôsob zmeny dát v automatickom móde. Ak je načítaný viacstránkový súbor, najprv sa zobrazia všetky jeho stránky. Po zobrazení poslednej stránky sa zobrazí nasledujúci súbor (ak je nahratý) a opäť sa skontroluje, či obsahuje jednu alebo viac stránok. V prípade, že obsahuje iba jednu stránku zobrazí sa ďalší súbor až kým sa nezobrazia všetky súbory v danej kategórii. Skontroluje sa, či je nahratá ďalšia kategória. Ak je prítomná, načítajú sa jej súbory a pokračuje sa od začiatku, inak sa zobrazujú znova tie isté súbory od začiatku. Po každej zmene dát sa

d'alšia zmena vykoná po zadanom časovom intervale.

Druhý spôsob je realizovaný manuálnym prepínaním dát pomocou pripojených tlačidiel. Konkrétne sa jedná o tlačidlá 1 až 5. Posledné tlačidlo (7) zavrie okno, ukončí nekonečnú slučku a ukončí aplikáciu. Toto tlačidlo je možné použiť v oboch spôsoboch ovládania zobrazovacej aplikácie.

Všetky dáta sú z databázy načítané podľa poradia, v akom boli nahraté do databázy. Zjednodušený vývojový diagram pre obidva spôsoby je znázornený na obrázku 11.



Obrázok 11: Vývojový diagram naznačujúci spôsoby ovládania desktopovej aplikácie

Ostatné periférie

Pomocou knižnice RPi.GPIO je nastavená konfigurácia ovládacích tlačidiel a signalizačných LED. Všetky tlačidlá sú nastavené ako vstupy a zároveň je nastavený pull-down resistor. Všetky LED sú nastavené ako výstupy. Pre detekciu stlačenia niektorého z tlačidiel je použitá metóda **button_update**. Keď je tlačidlo stlačené, zmení sa jeho hodnota z úrovne LOW na úroveň HIGH. Každé tlačidlo sa testuje pomocou if-u či je v úrovni HIGH. Ak sa podmienka vyhodnotí ako TRUE (tlačidlo bolo stlačené), výstup príslušnej LED sa nastaví do 1 (zapnutie LED) a zavolá sa nejaká metóda na zmenu zobrazovanej informácie. Po pustení tlačidla sa LED vypne.

6 ZÁVER

Na základe získaných požiadaviek bolo cieľom práce návrh a realizácia hardvérovej a softvérovej časti elektronickej informačnej tabule.

V literárnej rešerši sú popísané typy tabúľ, s ktorými sa dnes môžeme stretnúť. Ďalej sú rozpísané základné časti tabule, rôzne možnosti ich realizácie, a vlastnosti, ktoré by mali jednotlivé časti splňovať.

Návrh koncepcie hardvéru vychádza zo získaných informácií v rešerši. V prvej časti tejto kapitoly sú určené požiadavky pre každú základnú hardvérovú časť tabule, podľa ktorých je v druhej časti zvolená konkrétna riadiaca jednotka, dátové úložisko, signalizačné a ovládacie prvky.

Ako riadiaca jednotka je použitý jednodoskový počítač Raspberry Pi 2, ktorého procesor je založený na architektúre ARM. Jeho prednosťami sú malé rozmery, nízka cena a bohaté možnosti komunikácie s ostatnými perifériami. Spoločnou požiadavkou riadiacej a zobrazovacej jednotky je schopnosť digitálnej komunikácie pomocou HDMI rozhrania. Ako zobrazovacia jednotka bude použitý LCD monitor. Na ukladanie dát je použitá micro SD karta. Ethernet je použitý ako sieťová komunikácia. V prípade potreby je možné využiť WiFi adaptér, ktorý sa dá zapojiť do USB 2.0 portu. LED sa javili ako najlepšia voľba pre signalizačné prvky. Ako ovládacie zariadenie sú zvolené tlačidlá.

Výber a návrh softvéru sa zaoberá zhrnutiu požiadaviek na jednotlivé časti softvéru. Ako operačný systém je zvolený OS Raspbian. V nasledujúcej časti bol navrhnutý dátový model pre databázu. Na konci kapitoly boli zhrnuté požiadavky na aplikáciu správy systému a aplikáciu na zobrazovanie dát, na základe ktorých boli následne navrhnuté kompletne dizajny celých aplikácií.

V prvej časti poslednej kapitoly tejto práce je popis navrhnutého elektrického obvodu ovládacích a signalizačných prvkov. Integrovaný obvod ULN2803A je použitý ako spínač pre jednotlivé LED signalizačné prvky. V prípade signalizačných a ovládacích prvkov je použité galvanické oddelenie riadiacej jednotky pomocou optočlenov. Na pripojenie signalizačných a ovládacích prvkov sú použité dve 16 pinové svorkovnice. Na základe navrhnutého obvodu je realizovaná dvojvrstvová DPS, jej osadenie, oživenie, pripojenie k riadiacej jednotke a pripojenie ovládacích a signalizačných prvkov.

Druhá časť kapitoly sa venovala realizácií aplikácii pre správu a zobrazovanie dát. Správcovská aplikácia je realizovaná v jazyku Python s využitím microframeworku Flask. Zobrazovacia aplikácia bola realizovaná v rovnakom jazyku s využitím štandardnej knižnice pre tvorbu grafických rozhraní Tkinter.

Užívateľ môže pomocou aplikácie pre správu systému nahrávať nové dáta do databázy za predpokladu, že je pripojený do rovnakej siete ako riadiaca jednotka. Uložené dáta sú zobrazené pomocou aplikácie na zobrazenie dát zobrazovacou

jednotkou. Užívateľ môže elektronickú informačnú tabuľu ovládať pomocou pripojených tlačidiel. Druhou možnosťou je použitie automatickej prezentácie všetkých dostupných súborov.

Ako námety na vylepšenia konečnej verzie tabule je určite grafická stránka oboch aplikácií. V prípade zobrazovacej aplikácie by bolo dobré vyriešiť vymazávanie dát pomocou správcovskej aplikácie za behu zobrazovacej aplikácie. Ďalším námetom na zlepšenie v prípade nutnosti rozšírenia počtu rolí je zmeniť reláciu medzi tabuľkami `user` a `user_type` z one-to-many na many-to-many.

Literatúra

- [1] SIMHA, Kruthika, Chethan KUMAR a Shashidbar TANTRY. ELECTRONIC NOTICE BOARD WITH MULTIPLE OUTPUT DISPLAY: International conference on Singal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPEs)-2016 [online]. 2016 [cit. 2018-12-30]. ISBN 978-1-5090-4620-1. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7955701>
- [2] MarketsandMarkets [online]. [cit.2018-12-30]. Dostupné z: <https://www.marketsandmarkets.com/press-release-2.html>
- [3] IOT BASED ELECTRONIC NOTICE BOARD [online]. 2017 [cit. 2018-12-30]. ISSN 2394-0697. Dostupné z: <http://troindia.in/journal/ijcesr/vol4iss11part3/73-76.pdf>
- [4] [online]. In: . [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <http://www.newdisplay.sk/portfolio/kiosky/>
- [5] [online]. In: . [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: KOVÁČ, Pavel. Technologíe LCD panelů. In:SVĚT HARDWARE [online]. 2013 [cit 2018-12-30] <https://outdoorledadvertising.wordpress.com/>
- [6] How to choose the Best Types of LCD Panels: NAUTICOMP [online]. 2018 [cit 2018-12-30]. Dostupné z: <http://nauticomp.com/how-to-choose-best-types-lcd-panels/>
- [7] KOVÁČ, Pavel. Technologíe LCD panelů. In:SVĚT HARDWARE [online]. 2013 [cit 2018-12-30] Dostupné z: <https://www.svethardware.cz/technologie-lcd-panelu/14465-2>
- [8] SOPER, Mark Edward. Comp TIA A+ 220-901 and 220-902 Cert Guide, Academic Edition. Pearson IT Certification, 2016. ISBN 0-7897-5653-6.
- [9] LCD display [online]. In: . [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <http://www.topeledigital.com/product/24inchAD-LM24-WMA.html>
- [10] CHMELÁŘ, Petr. Elektronická informační tabule LCD. Brno, 2016. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [11] KODEN, Mitsuhiro. OLED Displays and Lighting. 2017 ISBN 9781119040453
- [12] OLIVKA, Petr a Tomáš KOTULA. Zobrazovací jednotky počítačů-minotory: Studijní materiál pro předmět Architektury počítačů, Ostrava, 2010Dostupné z: <http://poli.cs.vsb.cz/edu/arp/down/monitory.pdf?fbclid=IwAR2knh566YtfPhrcYB0Gc9L7sU3O-9ceNE3DUcGpnrYvlyJrlzSXXvvnvT3U>
- [13] HORÁK, Jaroslav. Hardware učebnice pro pokročilé. 3rd. Computer Press, 2005.
- [14] SHIFTEHFAR, REZA, Kirill MECHITOV. Towards a Flexible Fine-Grained Access Control System for Modern Cloud Applications:IEEE International Conference on Cloud Computing [online]. 2014[cit 2018-12-30]. ISBN 978-1-4799-5063-8. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/cookieDetectResponse.jsp>
- [15] What is a Raspberry Pi [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>
- [16] Raspberrypi [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/about/>

- [17] Raspberrypi [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<https://www.raspberrypi.org/products/>
- [18] SocialCompare. SocialCompare [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<http://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison>
- [19] Raspberry Pi 2 Model B [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<https://thepihut.com/products/raspberry-pi-2-model-b?variant=18198528708>
- [20] Raspberry Pi: BCM2836 [online]. In: . [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bcm2836/README.md>
- [21] Cortex-A7 [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<https://developer.arm.com/products/processors/cortex-a/cortex-a7>
- [22] BCM2835: GPU documentation [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bcm2835/README.md>
- [23] OpenGL ES Overview: The Standard for embedded Accelerated 3D Graphics [online][cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <https://www.khronos.org/opengles/>
- [24] Raspberry Pi: Raspberry Pi hardware [online] [cit. 2018-12-30] Dostupné z:
<https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/README.md>
- [25] "Hello World" with Raspberry Pi 3 [online]. In: . [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
Dostupné z: <https://core-electronics.com.au/tutorials/hello-world-with-raspberry-pi-3.html>
- [26] Raspberry Pi: Introducing the Pi Store [online]. [cit. 2018-12-30].
Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/blog/introducing-the-pi-store/>
- [27] LED L-53LSRD 2mA [online]. In: . [cit. 2018-12-30]. Dostupné z:
<https://www.gme.cz/led-5mm-red-20-60-l-53lsrd-2ma>
- [28] VOJNAR, Tomáš. Operační systémy [online]. , 30 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z:
<https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IOS/private/prednasky/ios-prednaska-01.pdf>
- [29] Gao cheng, Wu rongrong a Huang jiaoying. Defects Simulating of Optocoupler Based on low – frequency Noise Analysis [online]. Beijing, China, 2014 [cit. 2018-12-30]. ISBN 978-1-4799-7958-5. Dostupné z:
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6988130>
- [30] ULN2803A Darlington Transistor Arrays: Texas Instruments [online]. 2017 [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2803a.pdf>
- [31] EasyEda [online]. [cit. 2018-12-30]. Dostupné z: <https://easyeda.com>
- [32] MySQL [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.mysql.com/>
- [33] Python [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.python.org/>
- [34] Flask docs [online]. 2017 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z:
<https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/flask/latest/flask.pdf>
- [35] BAYER, Mike. SQLAlchemy Documentation [online]. Release 1.0.12. 2016 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z:
https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/sqlalchemy/rel_1_0/sqlalchemy.pdf
- [36] SERGE S. KOVA. Flask-Admin documentation [online]. Release 1.5.3. 2018 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/flask-admin/latest/flask-admin.pdf>
- [37] HONG MINHEE. Wand Documentation [online]. Release 0.5.4. 2019 [cit. 2019-

- 05-13]. Dostupné z: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/wand/latest/wand.pdf>
- [38] Python Software Foundation: Graphical User Interfaces with Tk [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://docs.python.org/3/library/tk.html>
- [39] ALEX CLARK. Pillow (PIL Fork) Documentation [online]. Release 6.1.0.dev0. 2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/pillow/latest/pillow.pdf>
- [40] Python Software Foundation: RPi.GPIO 0.6.5 [online]. 2018 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://pypi.org/project/RPi.GPIO>

Zoznam symbolov, veličín a skratiek

LED	Light Emitting Diode
LCD	Liquid Crystal Display
OLED	Organic Light Emitting Diode
TN	Twisted Nematic
IPS	In-Plain-Switching
VA	Vertical alignment
ARM	Advanced RISC Machine
ALU	Arithmetic Logic Unit
RAM	Random Access Memory
HDD	Hard Disk Drive
SD	Secure Digital
USB	Universal Serial Bus
LAN	Local Area Network
OS	Operating system
SoC	System on Chip
HDMI	High-Definition Multi-media Interface
DSI	Display Serial Interface
GPIO	General-Purpose Input/Output
I2C	Inter-Integrated Circuit
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
SDIO	Secure Digital Input Output
VGA	Video-Graphic-Array
DVI	Digital Visual Interface
OS	Operačný systém
DPS	Doska Plošných Spojov
ORM	Object Relational Mapper
PIL	Python Imaging Library

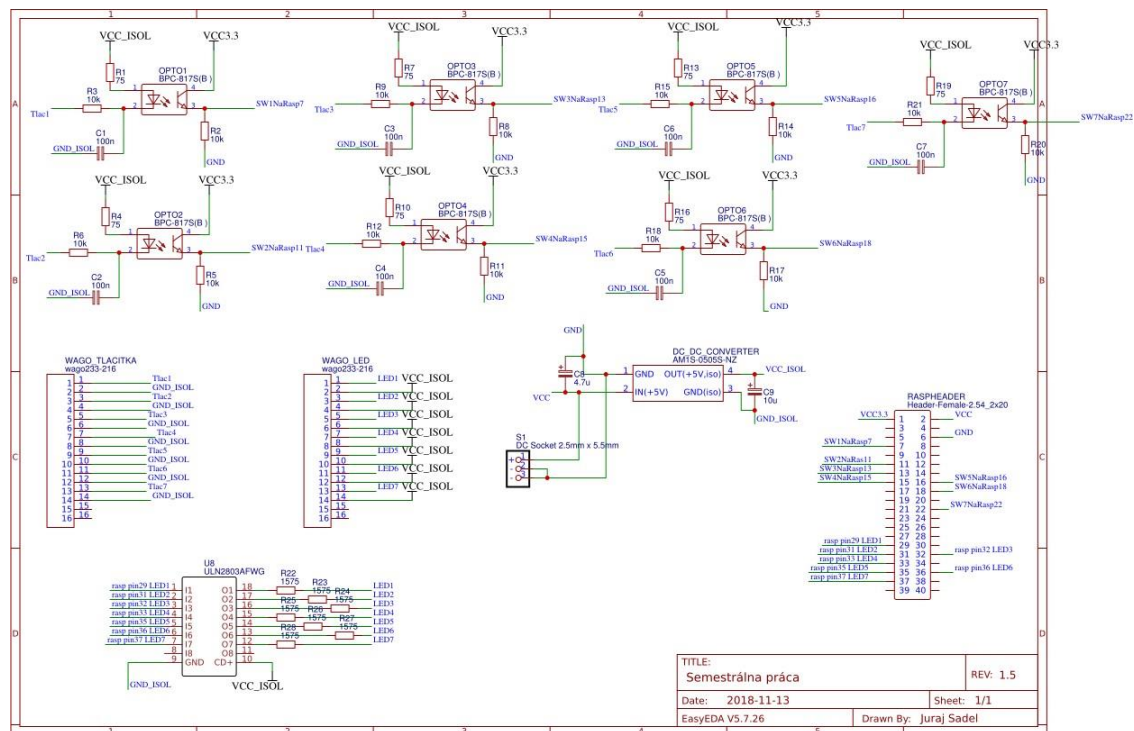
Zoznam príloh

PRÍLOHA A NÁVRH ELEKTRICKÉHO OBVODU A DPS

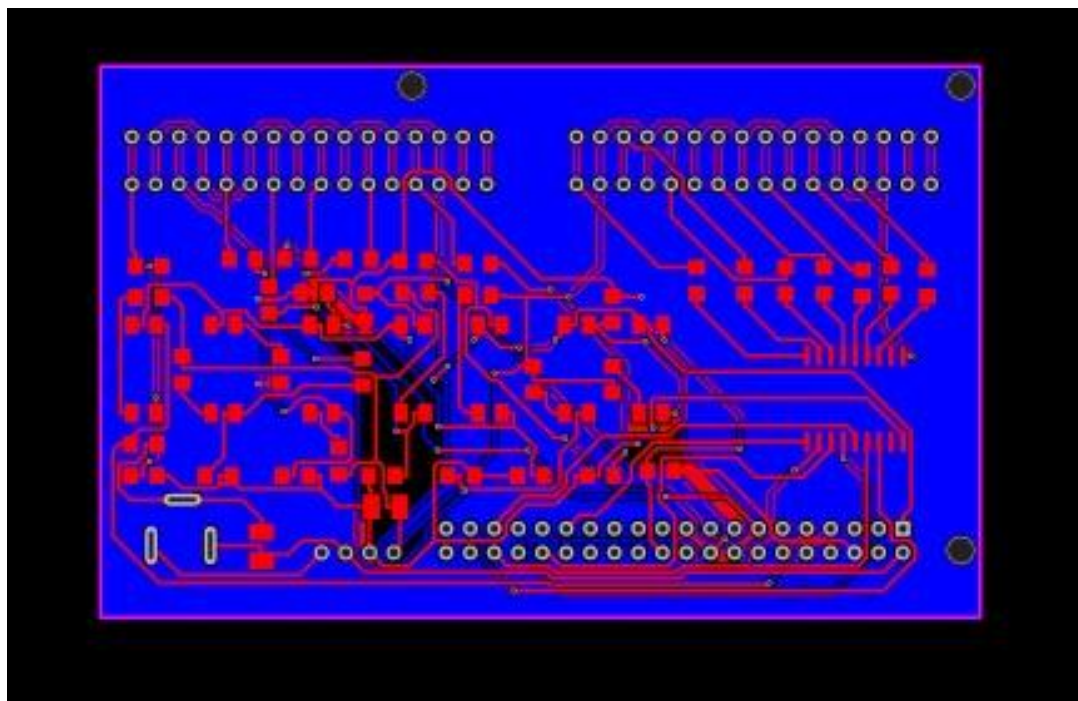
PRÍLOHA B APLIKÁCIA PRE SPRÁVU SYSTÉMU

PRÍLOHA C APLIKÁCIA PRE ZOBRAZOVANIE A OVLÁDANIE DÁT

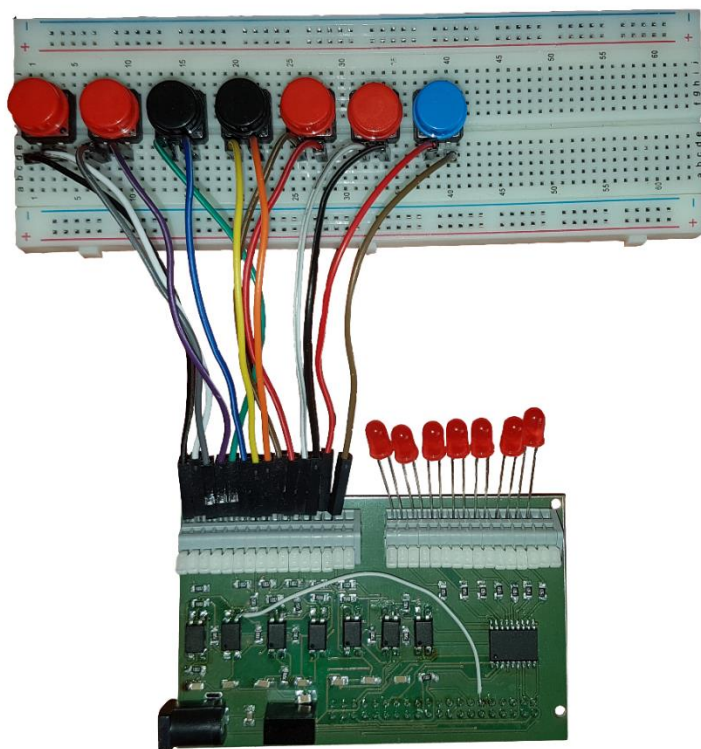
PRÍLOHA A NÁVRH ELEKTRICKÉHO OBVODU A DPS



Obrázok 12: Schéma elektrického obvodu



Obrázok 13: DPS s rozliatou med'ou (spodná vrstva)



Obrázok 14: Zrealizovaný hardvér

PRÍLOHA B APLIKÁCIA PRE SPRÁVU SYSTÉMU

The screenshot shows the registration form of the system administration application. At the top, there is a navigation bar with a logo on the left and links for 'Home' and 'Contacts' in the center, and 'Login' and 'Register' on the right. The registration form itself is located below the navigation bar and contains the following fields: 'Username' (with the value 'Admin'), 'VUT ID' (with the value '0000'), 'Email' (with the value 'admin@admin.sk'), 'Password' (with four dots), and 'Confirm Password' (with four dots). A 'Sign Up' button is located at the bottom of the form.

Obrázok 15: Registrácia užívateľa do správcovskej aplikácie

The screenshot shows the login form of the system administration application. At the top, there is a navigation bar with a logo on the left and links for 'Home' and 'Contacts' in the center, and 'Login' and 'Register' on the right. The login form itself is located below the navigation bar and contains the following fields: 'VUT ID' (with the value '0000') and 'Password' (with four dots). There is also a checkbox for 'Remember Me' and a 'Login' button.

Obrázok 16: Prihlásenie užívateľa do správcovskej aplikácie

The screenshot shows the administrator's main dashboard after login. At the top, there is a navigation bar with a logo on the left and links for 'Home', 'User', 'Category', 'User Type', 'Uploaded Files', 'My Files', 'Base Page', 'Upload File', and 'Logout' on the right. Below the navigation bar, there is a message that says 'Currently logged in admin@admin.sk'.

Obrázok 17: Základný pohľad administrátora po prihlásení do aplikácie

The screenshot shows the administrator's 'User' management view. At the top, there is a navigation bar with a logo on the left and links for 'Home', 'User', 'Category', 'User Type', 'Uploaded Files', 'My Files', 'Base Page', 'Upload File', and 'Logout' on the right. Below the navigation bar, there is a table with the following columns: 'List (2)', 'Create', 'Add Filter', 'With selected', 'Username', 'Email', 'Vut Id', and 'User Type Id'. The table contains two rows of data:

List (2)	Create	Add Filter	With selected	Username	Email	Vut Id	User Type Id
☐				admin	admin@admin.sk	0000	1
☐				user	xsadel00@stud.feec.vutbr.cz	197640	2

Obrázok 18: Administrátorský pohľad User

Electronic notice board	Home	User	Category	User Type	Uploaded Files	My Files	Base Page	Upload File	Logout
-------------------------	------	------	----------	-----------	----------------	----------	-----------	-------------	--------

List (2)	Create	With selected ▾
☐		Type
☐	 	oznam
☐	 	skuska

Obrázok 19: Administrátorský pohľad Category

Electronic notice board	Home	User	Category	User Type	Uploaded Files	My Files	Base Page	Upload File	Logout
-------------------------	------	------	----------	-----------	----------------	----------	-----------	-------------	--------

List (2)	Create	With selected ▾
☐		Type
☐	 	Admin
☐	 	Uzivatel

Obrázok 20: Administrátorský pohľad User Type

Electronic notice board

Home

User

Category

User Type

Uploaded Files

My Files

Base Page

Upload File

Logout

List (2)

Add Filter

With selected

☐		Filename	Path	Beg Display Time	End Display Time	Owner
☐	 	schema.png	C:\Users\Lenovoo\PycharmProjects\flask_proj\bakalarka_web\data_files	2019-05-12 22:38:22	2019-05-27 00:38:22	admin@admin.sk
☐	 	hlavna_schema.png	C:\Users\Lenovoo\PycharmProjects\flask_proj\bakalarka_web\data_files	2019-05-12 22:38:28	2019-05-27 00:38:28	xsadel00@stud.feec.vutbr.cz

Obrázok 21: Administrátorský pohľad All Files

Electronic notice board

Home

User

Category

User Type

Uploaded Files

My Files

Base Page

Upload File

Logout

List (1)

With selected

☐		Filename	Path	Beg Display Time	End Display Time	Owner
☐	 	schema.png	C:\Users\Lenovoo\PycharmProjects\flask_proj\bakalarka_web\data_files	2019-05-12 22:38:22	2019-05-27 00:38:22	admin@admin.sk

Obrázok 22: Administrátorský pohľad My Files

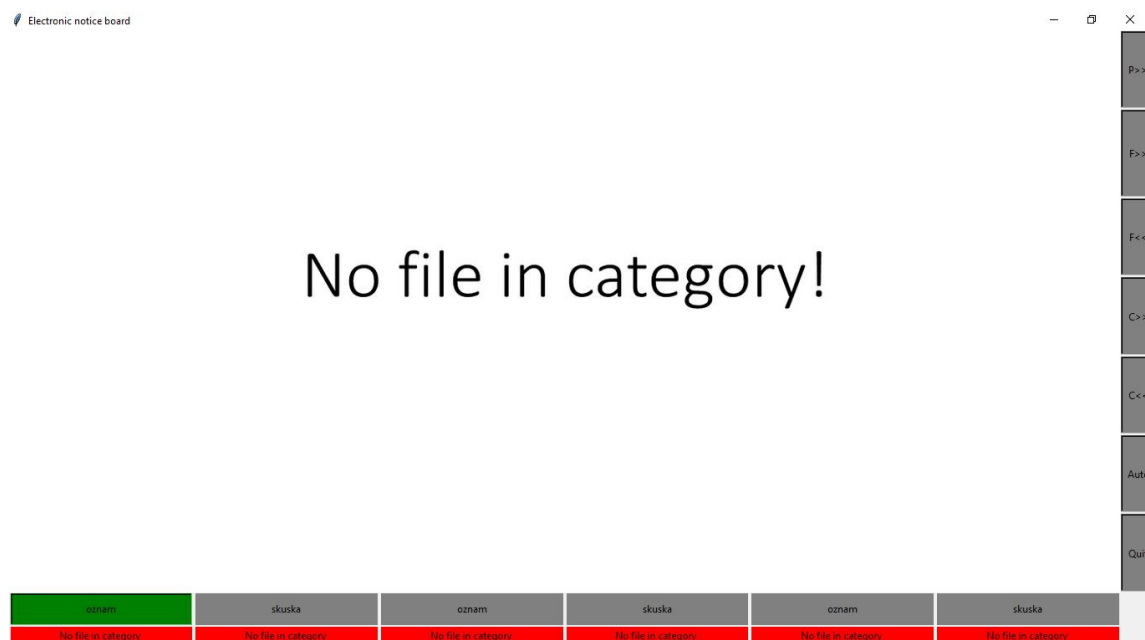
	Home	Contacts	Admin	Logout	admin@admin.sk
---	------	----------	-------	--------	----------------

Upload new File

Nie je zvolený súbor.

Obrázok 23: Nahrávanie súboru do databázy

PRÍLOHA C ZOBRAZOVACIA A OVLÁDACIA APLIKÁCIA



Obrázok 24: Zobrazovanie prázdnej kategórie