



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 LCD PANELEM

ELECTRONIC NOTICE BOARD WITH LCD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miloš Musílek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

BRNO 2020

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Miloš Musílek

ID: 203299

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Elektronická informační tabule s LCD panelem

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte koncepci elektronické LCD nástěnky ovládané počítačovým systémem pro zobrazování informačních dat vybavené rozhraním Ethernet/WiFi.

1. Proveďte internetovou a literární rešerši.
2. Navrhněte koncepci systému.
3. Nástěnku navrhněte a sestavte tak, aby mohla využívat infračervený sensor doteku pro identifikaci pozice doteku na displeji.
4. Vybavte komplexním programovým vybavením pro PC i pro mikrokontrolér. Zaměřte se na využití vhodného programového vybavení a databázového systému.
5. Navrhněte a implementujte vhodnou správu rolí a administraci systému.
6. Výsledný systém zhodnoťte.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

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

Dle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 8.6.2020

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

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda rady studijního programu

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

Tato bakalářská práce se věnuje návrhu elektronické informační tabule s LCD panelem a ovládáním pomocí dotykového infračerveného senzoru. V práci se zabývám průzkumem trhu s jednodeskovými počítači, popisuji různé zobrazovací zařízení a technologie pro zaznamenání dotyku. Dále představuji můj prvotní návrh pro software i hardware, popisuji postup práce a průběžné změny mezi návrhem a výsledným řešením.

Klíčová slova

Raspberry Pi, IR senzor, WordPress, elektronická informační tabule, televizor, LCD displej, Linux

Abstract

This bachelor thesis deals with the design of an electronic notice board with LCD panel and infrared sensor touch control. In the thesis I deal with the market research with single-board computers, I describe various display devices and technologies used for touch control. I also present my initial design for software and hardware, describe my workflow and the gradual changes between the design and the final solution.

Keywords

Raspberry Pi, IR sensor, WordPress, electronic notice board, TV, LCD display, Linux

Bibliografická citace:

MUSÍLEK, Miloš. *Elektronická informační tabule s LCD panelem*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127011>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky. Vedoucí práce Zdeněk Bradáč.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Elektronická informační tabule s LCD panelem jsem vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si 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.

V Brně dne: **8. června 2020**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Zároveň bych chtěl poděkovat Ing. Václav Kaczmarczyk, Ph.D. za pomoc při návrhu a za tisk dílů.

V Brně dne: **8. června 2020**

.....
podpis autora

OBSAH

1	Úvod	12
1.1	Informovanost společnosti	12
1.2	Informační tabule	12
1.3	Struktura informací	13
2	Literární řešerše.....	14
2.1	Jednodeskové počítače	14
2.1.1	Raspberry Pi.....	14
2.1.2	Asus Tinker Board.....	16
2.1.3	ROCK64	17
2.1.4	Banana Pi / Orange Pi.....	18
2.1.5	Intel NUC.....	19
2.1.6	Porovnání	21
2.2	Zobrazovací zařízení.....	22
2.2.1	Televizory	22
2.2.2	Monitory	22
2.2.3	Průmyslové HMI panely.....	23
2.2.4	Porovnání	23
2.3	Ovládání dotykem.....	23
2.3.1	Rezistivní technologie	24
2.3.2	Kapacitní technologie	24
2.3.3	Povrchová akustická vlna (SAW)	25
2.3.4	Infračervený senzor	26
2.3.5	Porovnání	27
3	Návrh koncepce systému.....	28
3.1	Instalace rámečku.....	28
3.2	Zapojení.....	28
4	Návrh koncepce softwaru.....	30
4.1	Operační systém.....	30
4.2	Apache.....	30
4.3	WordPress	30
4.4	Alternativy WordPressu.....	30
4.5	Návrh softwaru.....	31
5	Provedení.....	32
5.1	Hardware	33
5.1.1	Infračervený senzor	33
5.1.2	Tištěné díly.....	34
5.2	Software	38
5.2.1	Klient.....	38

5.2.2 Server	39
5.3 Hotový systém	42
6 Závěr	44
Bibliografie	45

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

APT	Advance Packaging Tool
ASF	Apache Software Foundation
CMS	Content Management System
DPI	Display Parallel Interface
DSI	Display Serial Interface
eDP	embedded Display Port
eMMC	Embedded Multi Media Card
GPCLK	General Purpose Clock
GPIO	General Purpose Input/Output
GPL	General Public License
HAT	Hardware Attached on Top
HDMI	High-Definition Multi-media Interface
HDR	High Dynamic Range
HMI	Human Machine Interface
I ² C	Inter-Integrated Circuit
IoT	Internet of Things
IPS	In-plane Switching
LAN	Local Area Network
LXDE	Lightweight X11 Desktop Environment
NAS	Network Attached Storage
OLED	Organic LED
OS	Operační Systém
PCIe	Peripheral Component Interconnect Express
PCM	Pulse-Code Modulation
PLA	Polylactic acid
PMMA	Polymethylmethakrylát
PoE	Power over Ethernet
RAM	Random Access Memory
RCA	Radio Corporation of America

RJ-45	Registered Jack
RTC	Real Time Clock
SAW	Surface Acoustic Wave
SBC	Single Board Computer
SCSI	Small Computer System Interface
SDIO	Secure Digital Input Output
SoC	System on Chip
SPI	SCSI Parallel Interface
SSD	Solid-State Drive
SSH	Secure Shell
TDP	Thermal Design Power
TN	Twisted Nematic
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
UHD	Ultra-High Definition
USB	Universal Serial Bus
VA	Vertical Alignment
VGA	Video Graphics Array

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1.1– Elektronická úřední deska města v České Třebové (2)	13
Obr. č. 2.1 – Raspberry Pi 4 Model B (6).....	15
Obr. č. 2.2 – PoE HAT pro Raspberry Pi (8).....	16
Obr. č. 2.3 – Intel NUC	20
Obr. č. 2.4 – Princip povrchového kapacitního senzoru (21).....	25
Obr. č. 2.5 – Princip SAW (21)	26
Obr. č. 2.6 – Princip činnosti obrazového infračerveného senzoru (21)	27
Obr. č. 3.1 – Zapojení datových kabelů.....	29
Obr. č. 5.1 – Kód vložený do wp-login.php (27)	32
Obr. č. 5.2 – Blokové schéma hardwaru	33
Obr. č. 5.3 – Modely spodního (vlevo) a vrchního (vpravo) dílu pro čtyřbodové zavěšení.....	34
Obr. č. 5.4 – Model svorky bez pevného umístění	35
Obr. č. 5.5 – Model svorky s pevným umístěním.....	35
Obr. č. 5.6 – Umístění (vlevo) a prototyp (vpravo) pevné části svorky.....	36
Obr. č. 5.7 – Model spodního dílu.....	36
Obr. č. 5.8 – Spodní díl.....	37
Obr. č. 5.9 – Vrchní díl (svorka)	37
Obr. č. 5.10 – Detailní blokové schéma	38
Obr. č. 5.11 – Obsah souboru <i>autostart</i>	39
Obr. č. 5.12 – MariaDB.....	40
Obr. č. 5.13 – Úvodní strana nástěnky.....	41
Obr. č. 5.14 – Blokové schéma přidávání a zobrazování obsahu	42
Obr. č. 5.15 – administrační stránka, příspěvky.....	43
Obr. č. 5.16 – Seznam aktualit v responzivním režimu.....	43
Obr. č. 5.17 – Stránka s mapou v anglickém jazyce	43

1 ÚVOD

1.1 Informovanost společnosti

Informace existují od počátku společnosti. Sdělují se veřejně a jsou mířené na všechny případně na užší skupinu lidí. Informace se nejdříve předávaly ústně (formou vyvolávání) nebo pomocí textu, který se ryl nebo tesal do kamenných či měděných desek. Dalším postupem byly papírové plakáty, které se používali již v 17. století. První tištěné textové plakáty propagovaly představení her Williama Shakespeara. Plakáty se používají dodnes, hlavně jako upoutávky na umělecká díla, divadelní představení, promítání v kině či hudební vystoupení. Pro dlouhodobé propagace se používají billboardy, ty bývají znatelně větší než plakáty a jsou většinou umístěné v blízkosti frekventovaných silnic či míst, kde se pohybuje velké množství lidí. (1)

Pokud však chceme rozšířit mezi populaci více než jen lákavý obrázek s informacemi co, kdy, kde, musíme použít jiné metody. Pro sdílení výzkumu a vědeckých projektů lze použít poster, ten může zastávat i naučnou funkci a obsahuje více textu. V současnosti se k propagaci používají i velké obrazovky, kde se přehrává video či probíhá prezentace obrázků či plakátů. (1)

1.2 Informační tabule

Pro spojení funkcí plakátu, propagačních videí, posteru, nástěnky či klasické informační tabule slouží elektronické informační tabule. Díky moderním technologiím lze vytvořit kompaktní a výkonné zařízení, které informuje, propaguje, upozorňuje i baví.

První interaktivní tabule, nebo spíše mapy, byly použity pro informování turistů o kulturních památkách a bodech zájmu. Jde o klasické mapy prostoru (město, zámecký park atd.) vylepšené o namluvený text. K jejich ovládnutí slouží číslíková klávesnice. Po zvolení čísla se spustí hlasová zpráva a rozblikají se body na mapě, o kterých tato hlasová zpráva pojednává. Tento princip má stále uplatnění, avšak pro nové instalace se používá velká obrazovka, která dokáže lépe a více soustředěně zobrazit a zvýraznit objekt zájmu, jde zde jednoduše zobrazit víceposchodové budovy. Text nemusí být mluvený, ale může být i psaný a lze použít i více jazyků. Ovládají se většinou pomocí dotyku, popř. pomocí klávesnice a kuličkové myši (Obr. č. 1.1).

Posledním způsobem informování občanů a turistů je plně interaktivní informační tabule. Jedná se o velkou obrazovku s dotykovým ovládnutím, její součástí bývá i audio výstup. Může mít přístup na webové stránky instituce, která tabuli provozuje.

1.3 Struktura informací

Kvůli velkému počtu informací, které lze sdělit přes informační tabuli, musí být přítomen způsob orientace ve vytvořené struktuře. Je možné se setkat například s hlavní obrazovkou, která obsahuje odkazy na jednotlivé části a funguje jako menu, na podružných stránkách je potom odkaz zpět. Na hlavní stránce potom bývá zobrazen čas, datum či možnost změnit jazyk. Další možný způsob orientace je za pomoci ovládací lišty, kterou můžeme popsat jako kompaktní verzi hlavní obrazovky. Lišta je přítomna všude a poskytuje rychlý a jednoduchý způsob přesunu, zabírá však místo na obrazovce. Další vhodná alternativa ke zmínění je rolovací menu, které zabírá méně místa než lišta. Výměnou za menší rozměry však menu ztrácí přehlednost o tom, jaká stránka je zobrazena a jaké jsou podružné stránky. Rolovací menu a lištu můžeme zkombinovat a dostaneme způsob, který má velké množství výhod.

Obr. č. 1.1- Elektronická úřední deska města v České Třebové (2)



2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

V této kapitole jsou popsány různé počítače, které je možné použít pro ovládání interaktivní tabule. Použitelnost je určována podle vícera kritérií, mezi které patří např. velikost, výkon a cena. Vybrány byly ty nejpoužívanější jednodeskové počítače a některé minipočítače. Dále jsou zde rozebrány některá zobrazovací zařízení uživatelského rozhraní. Nejuniverzálnější jsou monitory a obrazovky, pro průmyslové aplikace se potom používají HMI panely, které nedosahují tak velkých úhlopříček. Poslední část se zaměřuje na různé technologie zaznamenání dotyku.

2.1 Jednodeskové počítače

Pro malé aplikace, u kterých jsou důležité aspekty jako efektivnost, flexibilita a nízká cena, je použití stolních počítačů či serverů zbytečné. Stolní počítače (PC) jsou výkonné, mají velké množství rozšiřujících slotů a rozhraní pro připojení disků a dalších periférií, ale také jsou rozměrné, potřebují složitý zdroj napájení a pro malé aplikace zbytečně drahé. Kvůli těmto a dalším mnoha důvodům se stále více upřednostňují jednodeskové počítače (SBC – Single Board Computer).

Mezi výhody SBC patří, kromě ceny a rozměrů, také jednoduchost instalace. Pro spuštění je potřeba pouze jednoduchý, většinou 5 V, zdroj, který nemusí být velmi výkonný, maximální příkon bývá 10–15 W. Jako operační systém se používá Linux nebo jeho upravené verze (např. Android). Konektory bývají omezené samotným procesorem, ale ve většině případech je zde několik USB konektorů, Ethernet konektor RJ45, combo jack 3,5 pro zvuk a HDMI jako výstup videa. (3)

SBC označuje celý plošný spoj se všemi konektory, SoC, operační paměť a zbylými součástkami. SoC (System on Chip) označuje čip, na kterém je vše potřebné pro klasické výpočty a logické operace, a také obsahuje jednotku správy paměti, občas také paměť RAM, A/D a D/A převodníky, obvody pro práci s rádiovými vlnami. SoC, na rozdíl od CPU v osobních počítačích, používá redukovanou instrukční sadu, a proto spotřebuje znatelně menší množství energie a neprodukuje tak velké množství tepla. (4)

2.1.1 Raspberry Pi

Největší podíl na všeobecném povědomí o SBC má charitativní firma Raspberry Pi Foundation, která stojí za jednodeskovým počítačem Raspberry Pi. Celá infrastruktura Raspberry Pi je open source. První generace se začala prodávat již v roce 2012 za účelem vzdělávání společnosti, převážně mladých lidí a dětí. První generace Pi (Model A+) měla SoC Broadcom BCM2835, který obsahoval jednojádrový procesor ARM1176JZF-S s taktem 700 MHz a pouze 256 MB operační

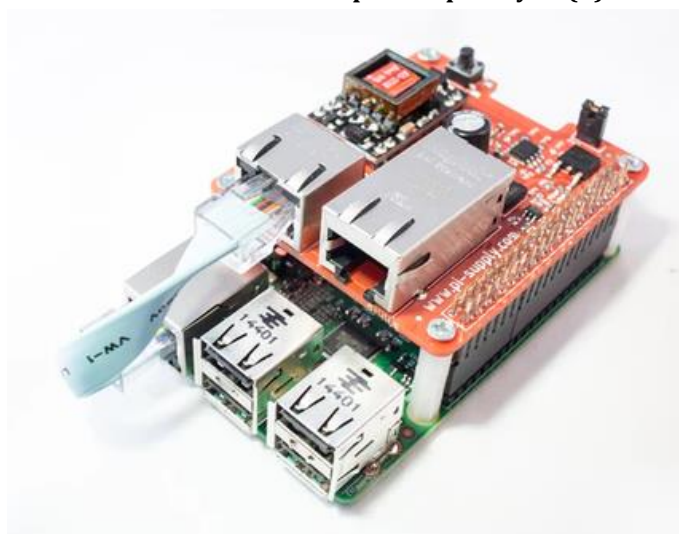
paměti, mezi konektory patřil i RCA konektor pro výstup kompozitního videa. Nejnovější model (Model B, Obr. č. 2.1) je zdatně výkonnější, jako hlavní výpočetní jednotka je zde Broadcom BCM2711 obsahující čtyřjádrový procesor Cortex-A72 s taktém 1,5 GHz a díky přechodu na 64bitovou architekturu má až 4 GB operační paměti typu LPDDR4. Všechny generace a modely používají grafický procesor Broadcom VideoCore, čtvrtá generace je navíc první, která má hardware dekódování standartu h.264. Díky většímu výkonu a hardware dekódování standartů h.264 a h.265 lze použít Raspberry jako multimediální centrum. Nehledě na nárůst výkonu je cena stále nízká. Kompletní řešení pro malé servery je i přes použití nejdražší varianty o polovinu levnější než nejlevnější PC, i když je výkonově srovnatelné. (5)

Obr. č. 2.1 - Raspberry Pi 4 Model B (6)



Kromě klasických konektorů nabízí všechny modely také GPIO port (General purpose input/output). Port obsahuje 40 pinů, je zde 13 digitálních vstupně výstupních pinů, piny s napětím 5 V a 3,3 V včetně několika pinů s nulovým potenciálem. Zbylé piny jsou určeny pro komunikaci, nachází se zde piny pro rozhraní UART, piny pro dvě rozhraní SPI a piny pro dvě sběrnice I²C. Sekundární rozhraní jsou SDIO pro komunikaci s SD kartou, DPI (Display Parallel Interface) pro ovládání RGB displeje, PCM (Pulse-Code Modulation) pro digitální zobrazení analogového signálu, který může být využit v kvalitním D/A převodníku, One-Wire rozhraní a GPCLK pro výstup hodinového signálu. Díky GPIO portu je jednoduché použít Pi pro učení programování, u PC nelze programovat např. blikání LED diody bez využití mikrokontroleru. Pro využití těchto portů se mohou použít HAT (Hardware Attached on Top). Jde o plošné spoje, které se připojí pomocí GPIO portu a mohou přidávat funkčnost, např. LCD displej, audio zesilovač, bateriové napájení, PoE (Power over Ethernet, Obr. č. 2.2), či výkonnostní relé. (7)

Obr. č. 2.2 – PoE HAT pro Raspberry Pi (8)



V této době jsou nejpoužívanější a nejdostupnější druhá a třetí generace modelu B. Obě varianty mají 1 GB operační paměti, 4 USB porty, Ethernet o rychlostech 10/100 Mb/s, který je připojen přes sběrnici USB, HDMI konektor, kompozitní video výstup společně s audio výstupem v konektoru jack 3,5 a slot pro microSD kartu. Rozdíl mezi generacemi je hlavně v procesoru, druhá generace používá čtyřjádrový ARM Cortex-A7 na frekvenci 900 MHz, třetí má již 64bitový ARM Cortex A53, taktéž čtyřjádrový. Třetí má také integrované moduly pro bezdrátové připojení, Wi-Fi standart 802.11n a Bluetooth verze 4.1. (9)

Největší nevýhodou Raspberry Pi je datové úložiště, microSD karta. Pro běh aplikací jsou rychlosti běžných karet dostačující. Problém je v množství zápisů a čtení z karet, protože na to nejsou stavěny a pro použití např. jako datový NAS server není vhodné Pi používat. I přes možnost použití externích disků s pomocí USB portů narazíme na problém rychlosti Ethernet připojení, který kromě čtvrté generace používá USB sběrnici a nedosahuje ani od výrobce udávaných rychlostí.

Raspberry Pi je kompatibilní s hlavními distribucemi systému Linux, zároveň je od výrobce k dispozici vlastní distribuce pod názvem Raspberry Pi OS (původně nazývaný Raspbian). Kromě zaručení kompatibility s SBC je zde také grafické rozhraní a předinstalované programy pro programování v jazycích Python, Java, Scratch, Sonic Pi apod. Pro multimédia je k dispozici LibreELEC, operační systém s rozhraním založeném na Kodi. Pro aplikace s využitím IoT (Internet of Things) lze použít Windows 10 IoT Core.

2.1.2 Asus Tinker Board

Díky zvětšující se popularitě SBC se také zvětšuje konkurence, mezi známější výrobce patří firma Asus, která má v portfoliu dvě verze Tinker Board, jednu bez

interního úložiště a druhou s 16 GB eMMC paměti. Deska přišla na trh jako konkurence Raspberry Pi 3 Model B+, je dražší a výkonnější. (10)

Použitý čtyřjádrový 32bitový procesor ARM Cortex-A17 s frekvencí 1,8 GHz je součástí SoC Rockchip 3288, jako grafický procesor je zde Mali-T764. Kromě možnosti eMMC paměti, 2 GB operační paměti a vstupu pro mikrofon místo kompozitního videa je deska v rozměrech a umístění konektorů stejná jako Raspberry Pi. Je tedy i kompatibilní s příslušenstvím, které je určeno pro Pi. Na rozdíl od svého konkurenta má také hardware enkodér pro standarty h.264 a h.265 a je vhodnější pro multimédia a práci s obrazem.

Oficiální podporovaný operační systém je TinkerOS, což je upravená distribuce Debian 9 s grafickým rozhraním LXDE (Lightweight X11 Desktop Environment). Systém je odlehčený a stejně jako Raspberry Pi OS má předinstalované programy určené k používání stejných programovacích jazyků. Oficiálně je také podporovaný operační systém Android, avšak obdobně jako na Raspberry, i zde lze nainstalovat různé distribuce Linuxu a LibreELEC a Windows 10 IoT Core. (11)

Popisovaný SBC je v dnešní době nevýhodná koupě, protože na trh přišel Raspberry Pi 4 Model B, který má všechny funkce, jež odlišovaly Tinker Board a Raspberry Pi 3 Model B+, a je levnější než SBC od firmy Asus.

2.1.3 ROCK64

Firma Pine64 nabízí více modelů SBC. Zde zmíním pouze ROCK64, který je přímým konkurentem Raspberry Pi, a ROCKPro64, protože je to jediný SBC s PCIe slotem.

ROCK64 je výkonnější a má více funkcí než Raspberry Pi 3 Model B+, kterému má konkurovat, bohužel je však dražší. Jako SoC zde je Rockchip RK3328, který obsahuje ARM Cortex-A53, což je 64bitový čtyřjádrový procesor běžící na frekvenci 1,5 GHz, a grafický procesor Mali-450 MP2, který mimo jiné umožňuje hardware enkodér pro standarty H265 a H264 při rozlišení 1080P a 4K až do 60 snímků za sekundu a s hloubkou barev 10 bitů. Prodává se s operační pamětí typu LPDDR3 a s kapacitou až 4 GB. Jako interní úložný prostor je možné buď použít paměťovou kartu stejně jako u Raspberry Pi (formát Micro SD), nebo modul eMMC jako u Asus Tinker Board, zde však není implementován a musí se dokoupit, výrobce prodává až 128 GB. Napájení SBC není pomocí microUSB, jako tomu bylo u Raspberry Pi nebo Asus Tinker Board, ale pomocí 3.5 mm DC konektoru, napětí je potom stejné (5 V) a maximální příkon je 15 W.

Mezi další konektivitu patří dva konektory USB 2.0, jeden konektor USB 3.0, RJ-45 konektor pro připojení k LAN (1 GB/s), HDMI konektor pro výstup videa s rozlišením až 4K, tlačítka pro napájení, restart zařízení a obnovu, infračervený vysílač i přijímač, a v neposlední řadě GPIO port. Ten je rozšířený o další piny (sběrnice PI-2 a PI-P5+, modul RTC (Real Time Clock), napájení SBC přes LAN při

použití speciálního HAT), původní piny jsou však stejné jako u Raspberry Pi a lze použít stejné HAT moduly. (12)

ROCKPro64 je nejvýkonnější zde zmíněný SBC, obsahuje SoC Rockchip RK3399 s dvěma procesory, dvoujádrový Cortex-A72 MPCore a čtyřjádrový Cortex-A53 MPCore. Procesory jsou v clusteru, Cortex-A72 je optimalizovaný pro velký výkon, Cortex-A53 je optimalizovaný pro úsporu energie. SoC dále obsahuje grafický procesor Mali-T860MP4, který podporuje knihovny OpenGL, DirectX11.1, OpenCL, většinu běžně používaných video kodeků a navíc obsahuje 4 shader jádra. Operační paměť je na rozdíl od ROCK64 typu LPDDR4, kapacita je obdobně až 4 GB. Úložný prostor je zde zastoupen opět paměťovou kartou formátu Micro SD nebo modulem eMMC. Napájecí zdroj s napětím 12 V a příkonem alespoň 36 W se připojuje pomocí 5.5" DC konektoru. Konektivita je oproti ROCK64 rozšířena o USB-C, který je možné použít jako video výstup. Dále jsou zde konektory pro DSI (Display Serial Interface), dotykový panel, eDP (embedded display port), porty pro MiPi-SCI kamery, slot pro připojení rozšiřujícího modulu s Wi-Fi a Bluetooth bezdrátovou komunikací a PCIe 4x slot. Právě PCIe slot je největší výhodou tohoto SBC, protože pomocí ní lze připojit množství externích karet s vlastnostmi, které jsou potřeba pro danou aplikaci. Výrobce prodává dvě rozšiřující karty. Jednu pro připojení dvou pevných disků pomocí sběrnice SATA2 a druhou pro připojení SSD disku do M.2 konektoru s podporou komunikačního rozhraní NVMe. (13; 14)

ROCK64 i ROCKPro64 podporují operační systémy Linux vytvořené komunitou (Armbian, Debian, atd.), LibreELEC, NextCloudPi nebo OpenMediaVault. ROCK64 má výrobcem potvrzenou kompatibilitu s distribucí Linuxu NetBSD, Android verze 7 a 8 nebo Android TV verze 7. (13; 14)

2.1.4 Banana Pi / Orange Pi

Asus není jediná firma, která se snaží prorazit na trhu s SBC. Existuje mnoho firem, které dělají klony původního Raspberry Pi. Velké množství z nich sídlí v Asii. Zde zmíním pouze firmy Sinovoip s deskami Banana Pi a Xunlong s deskami Orange Pi. (15; 16)

Obě firmy začali své desky vyvíjet krátce po nástupu Raspberry Pi na trh, Banana Pi spustil prodej prvního modelu v dubnu roku 2014. Výhodou oproti Raspberry Pi (v té době první generace Modelu B) byl výkonnější procesor, Wi-Fi a Bluetooth konektivita a v neposlední řadě také Ethernet port s rychlostí 1 Gb/s, který nebyl závislý na USB sběrnici a nezpomaloval ostatní části systému. (15; 16)

Orange Pi má velký výběr modelů, s Raspberry Pi 4 Model B se může porovnat Orange Pi 3. Ten je osazen SoC AllWinner H6, který obsahuje čtyřjádrový 64bitový procesor ARM Cortex-A53 a grafický procesor Mali T720. Operační paměť je typu LPDDR3 a lze zakoupit 1 GB nebo 2 GB. Jako úložný prostor lze použít MicroSD

paměťovou kartu anebo 8 GB paměti eMMC, která je pevně přidělána na desce (prodává se s i bez paměti). Kromě výše zmíněného gigabitového Ethernet portu je zde komunikace přes Wi-Fi a Bluetooth. Kromě klasických portů a konektorů je zde PCIe x1 Gen2. Tento model není kompatibilní s příslušenstvím určeným pro Raspberry Pi (HATs). Výrobce podporované operační systémy jsou Ubuntu, Debian a Android 7.0. (15)

Banana Pi, kromě modelů podobných Raspberry Pi, nabízí specializované IoT produkty určené pro chytrou domácnost a automatizaci, dále nabízí platformu STEAM, která je určena pro edukativní účely. Pod platformou STEAM lze najít modely kompatibilní s jednodeskovými mikrokontroléry Arduino UNO nebo micro:bit. Jako poslední část produktové linie jsou zakázkové SBC, u kterých si může zákazník upravit vše, co by potřeboval, popř. i změnit GPIO port. Pro porovnání s Raspberry Pi 4 Model B jsem zvolil Banana Pi M4. Na desce je SoC RTD1395 od firmy Realtek, který je určen pro multimédia. Čtyřjádrový 64bitový procesor ARM Cortex-A53 je podpořen grafickým procesorem Mali 470 MP4 s podporou OpenGL, dále je v SoC dekodér pro standardy h.265 (4K, 60 sn./s) a h.264 (4K, 30 sn./s). Operační paměť je typu DDR4 a prodává se s kapacitou 1 GB a 2 GB. Kromě slotu na paměťovou kartu MicroSD je zde opět eMMC modul s kapacitou 8 GB. Banana Pi M4 má pouze 10/100 Mb/s Ethernet, ten však doplňuje Wi-Fi a Bluetooth konektivita. Mezi další netypické konektory patří USB-C, který podporuje nejenom napájení ale také USB 2.0, a slot M.2 E-key, podporující PCIe x2 a USB 2.0. Pro napájení je vyžadován zdroj napětí 5 V s minimálním výkonem 10 W. Podporované operační systémy jsou Android 8 a distribuce Linuxu. Hlavní distribucí je potom Bananian OS, který je speciálně odladěný pro Banana Pi, hlavní změnou je integrace SATA portu v jádře (SATA port byl na prvních modelech Banana Pi M1 až M3, na modelu M4 byl nahrazen modernějším M.2 konektorem). (16)

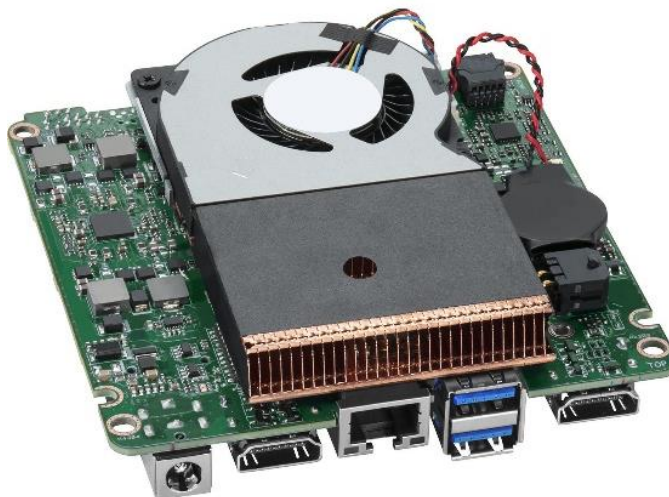
2.1.5 Intel NUC

Všechny výše zmíněné SBC obsahovaly SoC s procesorem s architekturou ARM, která je zaměřená na nízkou spotřebu, a zkrácenou instrukční sadou. S mikroprocesory, které se používají v osobních počítačích, laptotech a serverech, není možné dosáhnout tak malého formátu, jako má např. Raspberry Pi (85,6 mm × 56,5 mm). Pro správnou funkčnost potřebují podporující periferie. Díky tomu, že jsou větší, mají znatelně větší výkon. Jedna z největších firem prodávající procesory pro osobní počítače, laptopy i servery je Intel. Mezi jejich produkty se kromě samotných procesorů řadí i flash paměti, čipové sady, síťové karty, Bluetooth čipové sady a mini počítače. U osobních počítačů jsou čím dál tím častěji upřednostňovány menší rozměry, obzvláště pro kancelářské potřeby, a proto existují mini počítače jako například Intel NUC, GIGABYTE BRIX či Zotac ZBOX.

Abych mohl porovnat s Raspberry Pi, zvolil jsem Intel NUC, u kterého lze koupit základní desku bez počítačové skříně, disku a operační paměti (Obr. č. 2.3).

Deska má rozměry 4" × 4" (101,6 mm × 101,6 mm) a i když je téměř 1,5x větší, disponuje obrovským nárůstem výkonu procesoru oproti SBC s ARM. Výkonu je dosaženo díky procesorům Intel řady Celeron, Pentium a Core (i3, i5 a i7). (17)

Obr. č. 2.3 - Intel NUC



Intel NUC umí vše, co moderní stolní počítač, a to nezávisle na zvoleném procesoru. Kromě procesoru je zde i integrovaný grafický procesor, integrovaný obvod je chlazen aktivním chladičem. Má dva sloty pro operační paměť typu DDR4 o rychlostech 2133 MHz ve dvou kanálech, maximální možná kapacita je 32 GB. Kromě klasických konektorů pro periferie, napájení a video výstup jsou zde dva vnitřní konektory M.2 pro sběrnici PCIe, jeden je key E (většinou pro Wi-Fi kartu, PCIe x1) a druhý je key M (základní konektor pro paměťový disk, PCIe x4). Kromě M.2 konektoru lze připojit pevný disk přes konektor SATA. Ethernet port podporuje rychlosti až 1 GB/s, všechny modely desek mají dva video výstupy, kromě dvou HDMI konektorů se může objevit i kombinace VGA s HDMI, převážně u levnějších modelů. Stejnoseměrný napájecí zdroj se připojuje přes DC konektor (5.5mm × 2.5mm) a může mít napětí 12–24V. Minimální požadovaný výkon zdroje není přesně definovaný, avšak TDP procesorů je 15 W (navržený tepelný výkon při základním taktu se všemi jádry zatíženými na 100 % vysoce komplexní zátěží), takže skutečný odběr bude větší. Pro běžného uživatele je tato platforma jednoznačný výběr, protože je to jediný zde zmíněný SBC, který podporuje operační systém Windows 10. Kromě samotné desky lze koupit i celý stolní minipočítač, kde je výběr z různých paměťových disků a kapacit operačních pamětí. (17)

2.1.6 Porovnání

Porovnávám zde SBC podle kritérií, které vyplývají z požadavků v zadání. To znamená, že není potřeba řešit konektivitu periférií nebo rychlost paměťového zařízení. Také není potřeba porovnávat podle rozměrů, počítač nebude vidět a výše zmíněné jsou v porovnání s televizí malé.

Intel NUC je nejvýkonnější, největší, má nejvíce PCIe portů, může mít největší kapacitu operační paměti, má nejvíce USB portů (včetně USB 3.0), o jeden USB 2.0 port navíc má jen Orange Pi. Kromě IR přijímače by byl jasná volba, ale je znatelně dražší než ostatní SBC. Nejlevnější Intel NUC stojí v českých obchodech přibližně 2 800 Kč, tato verze je bez pevného disku a operační paměti. Z důvodu ceny není Intel NUC vhodný výběr, použitá aplikace potřebuje řádově méně výkonu.

Zbylé pořadí podle výkonu není možné jednoznačně určit, proto jsem na druhé místo zařadil Raspberry Pi 4 Model B. Hlavní důvod je podpora ze strany komunity, kromě návodů a Linux distribucí lze dokoupit množství periférií a HAT moduly (nejsou exkluzivně pro Raspberry Pi). Očekávám, že tento SBC bude mít největší výkon na přehrávání 4K videa, ale ani to není u ostatních problém, protože se již integruje dekodér standardů h.264 a h.265 do většiny SoC. Největší výhodou je možnost zakoupení modelu s 4 GB operační paměti, která se využije při paralelním provozování serveru a grafického rozhraní. Verze se 4 GB operační paměti je dražší, přibližně 1 800 Kč, verze s 2 GB, která na zamýšlené použití stačí, stojí přibližně 1 500 Kč. Pokud porovnáme Model B s Intel NUC pro každodenní použití, vyjde z toho NUC lépe pouze díky M.2 pevnému disku a OS Windows, výkon na prohlížení webu a editování dokumentů je dostatečný i v případě Modelu B. Když se vezme v potaz nutnost dokoupení operační paměti, byla by vhodnější varianta Raspberry Pi.

Asus Tinker Board je cenou a výbavou srovnatelný s Raspberry Pi 4 Model B (2 GB operační paměti), výkon však zaostává a místo USB-C má deska pouze MicroUSB. Hlavní výhodou oproti Raspberry Pi je integrovaná eMMC paměť, která je pro běh operačního systému vhodnější než paměťová karta, protože paměťová karta má pomalé zapisování a není přizpůsobena opakovanému přepisování.

Orange Pi 3 a Banana Pi M4 jsou výborné ekonomické varianty, které se dají zakoupit za podobnou cenu (cca. 1 000 Kč). Pro toto řešení z těchto dvou více odpovídá Orange Pi 3. Orange Pi má USB 3.0 porty, kterými Banana Pi nedisponuje. Také má 2 GB operační paměti za stejnou cenu. Banana Pi má také výhody, jmenovitě kompatibilitu s GPIO portem, tudíž i s HAT moduly, a vlastní odladěnou distribuci operačního systému Linux (Bananian, zlepšená podpora SATA). Pro projekty používající HAT modul bych volil Banana Pi M4, je levnější než Raspberry Pi, má SATA konektor pro pevný disk a lze ho zakoupit v českých obchodech. Orange Pi 3 je správná volba pro aplikace, které potřebují rychlé připojení periférií

(např. uložště, kamery s vysokým rozlišením) nebo speciální kartu pro PCIe port, také je ideální pro nízkorozpočtové desktopové aplikace.

ROCK64 vychází ze všech zmíněných SBC nejhůře, hlavním důvodem je vysoká cena a žádný prodejce v ČR. Za verzi s 2 GB operační paměti zaplatíme 1 700 Kč, tzn. o 200 Kč více, než za Raspberry Pi 4 Model B se stejnou kapacitou operační paměti. Model B má navíc větší množství USB konektorů, dva HDMI video výstupy a výkonnější procesor i grafický procesor.

2.2 Zobrazovací zařízení

Tato kapitola se bude zabývat hlavními vlastnostmi zobrazovacích zařízení, které jsou dostupné na domácím trhu. Z pochopitelných důvodů se zde nepopisují dataprojektory. Holé panely s ovládací deskou jsem vynechal, protože pro instalaci je potřeba vytvořit celou konstrukci s krytem a v porovnání s prodávanými televizory a monitory se nevyplatí.

2.2.1 Televizory

Moderní televizory mají se starými televizory s vakuovou obrazovkou společný pouze příjem televizního vysílání, dokonce i způsob přenosu dat ze studia do televizoru se změnil. Používá se digitální kódování signálu s modulací QAM. Televizor začíná být v domácnostech čím dál tím častěji používán kromě sledování televizního vysílání i ke sledování filmů a seriálů. Ty mohou být přehrávané z připojeného počítače, z paměťového zařízení nebo z internetové služby jako je např. YouTube nebo Netflix.

Na trhu s televizory si může zákazník vybírat ze široké škály modelů. Mezi kritéria výběru bude patřit úhlopříčka displeje, rozlišení a technologie panelu. Kromě těchto klasických kritérií se u chytrých televizorů vybírá dle operačního systému a typu síťového připojení. Nejprůměrnější televizory mají úhlopříčku 40"–65", standardním rozlišením se stává 4K UHD (3840 × 2160), které nahradilo původní Full HD (1920 × 1080). Nejčastější technologií je stále panel z tekutých krystalů s LED podsvícením, ten bude z trhu vytlačen technologií OLED, která nabízí věrohodnější podání barev, absolutní černou a s tím i velký kontrast a lepší pozorovací úhly. Bohužel se stále nevyrovná v obnovovací frekvenci a organické LED stárnou a ztrácí intenzitu.

2.2.2 Monitory

Monitory určené k použití u osobních stolních počítačů prožívají velkou změnu trhu. Začínají se objevovat širokoúhlé prohnuté panely. U monitorů určených pro herní komunitu se klade důraz na obnovovací frekvenci, která může dosáhnout až 144 Hz.

Pro práce s obrazem a grafikou jsou vhodnější monitory, které jsou kalibrované a mají široké spektrum barem (HDR).

Rozlišení monitorů má velký rozsah, pro poměr stran 16:9 na trhu stále převládají panely s Full HD rozlišením. S větším výpočetním výkonem a postupující technologií se začíná stále více objevovat QHD (2560 × 1440) a mezi dražšími modely i 4K. Nejčastější technologií panelu je IPS (In-plane Switching), která se již vyrovná obnovovací frekvencí technologii VA (Vertical Alignment) a technologii TN (Twisted Nematic). OLED technologie na trh s monitory teprve vstupuje, stále převládají její nevýhody ve stárnutí a nižší frekvenci.

2.2.3 Průmyslové HMI panely

Průmyslové obrazovky zde pouze zmíním, protože účelu této práce nevyhovují. Jedinou jejich výhodou pro tento projekt je ochrana proti vlivům prostředí a to, že jsou dotykové. Všechny ostatní vlastnosti jsou nedostačující. Např. dotykový displej SIMATIC TP2220, který je největší mnou nalezený HMI panel, má úhlopříčku pouze 22" a rozlišení Full HD. HMI panely nejsou pouze obrazovky, ale obsahují v sobě mikropočítač, který obstarává logiku, zobrazování a komunikaci s PLC. Předinstalovaný operační systém je v případě TP2220 Windows CE, který je upravený. Používat tedy HMI panel pro tento projekt není nemožné, ale je to časově náročné a značně neekonomické (cena převyšuje 110 tisíc Kč). (18; 19)

2.2.4 Porovnání

V tomto projektu se počítá s použitím velké zobrazovací plochy, proto je nejvhodnější variantou televizor. Pro malé plochy lze použít monitor, cenou bude srovnatelný s televizorem. Obecně ale platí, že monitor je vhodný pouze k počítači, nebo pro malé prostory, protože nemá tak velké množství vnitřních komponent a je užší než televizor. Hlavním rozdílem je cena. Monitor s úhlopříčkou 65" a rozlišením UHD lze pořídit od 27 tisíc Kč a televizor se stejnou úhlopříčkou od 12 tisíc Kč.

2.3 Ovládání dotykem

Dotyková obrazovka je obrazovka, která vnímá dotyk prstem či stylusem. První vytvořený dotykový sensor byl Elograph, vyvinutý doktorem Samem Hurstem v roce 1971. V dnešní době ho můžeme přirovnat k touchpadu. Byla to neprůhledná plocha, která rozeznala místo dotyku. Doktor Sam Hurst o 3 roky později vyvinul první průhledný dotykový sensor a patentoval si senzor založený na rezistivním principu. První dotykovou obrazovku vytvořil v roce 1977 za finanční podpory firmy Siemens Corporation. (20)

První osobní počítač se senzorem dotyku byl HP-150 v roce 1983. Senzor pracoval na infračerveném principu, před obrazovkou svítila mřížka infračerveného světla. V devadesátých letech se dotykové ovládání začalo objevovat i na telefonech a handheldech. Příkladem může být Newton PDA od firmy Apple, který uměl rozpoznat psaný text, nebo první chytrý telefon od firmy IBM nazvaný Simon. Největší rozšíření dotykové obrazovky nastalo v roce 2007, kdy firma Apple vydala první generaci chytrého telefonu iPhone. (20)

2.3.1 Rezistivní technologie

Jedná se o nejstarší způsob snímání, který se používá v pozměněné podobě dodnes. Základní princip je založený na dvou průhledných deskách, které mezi sebou mají vzduchovou mezeru. Desky jsou pokryté vodivým materiálem s rovnoměrným odporem po celé ploše. Po dotyku se desky spojí a elektronika z dvou napětí pro osy X a Y vypočítá pozici dotyku. (21)

Metod pro snímání a odečítání dotyku je několik. První použitá metoda neměla na deskách souvislou vrstvu, ale tenké vodiče na každé desce v jiné ose. Po spojení vodičů lze jednoznačně určit polohu. Nevýhodou je omezené rozlišení snímače podle počtu vodičů. Tato metoda se dnes nepoužívá. (21)

Čtyřvodičové zapojení je nejjednodušší metoda, desky mají elektrody na protějších stranách a vůči sobě jsou otočené o 90°. Napětí se měří druhou deskou a měření os X a Y se střídá. Z důvodů kalibrace se zavedlo osmivodičové zapojení, u kterého má každá elektroda navíc jeden vodič, kterým se měří napětí na elektrodách. Kalibrace se dělá z důvodu opotřebení rezistivních vrstev nebo posunutí desek proti sobě. Osmivodičové zapojení se dnes téměř nepoužívá, technologie výroby dotykových senzorů je dostatečně dobrá, aby se nemusel sensor průběžně kalibrovat. (21)

Pětivodičové zapojení je velmi podobné čtyřvodičovému. Elektrody jsou pouze na spodní desce, horní deska se využívá jako výstup obou napěťových děličů.

Výhodami rezistivního snímání polohy dotyku jsou nízká cena, nízká spotřeba, podpora více dotyků najednou, velká přesnost a možnost ovládání čímkoliv. Hlavní nevýhodou je horší viditelnost skrz senzor, opotřebování a velikost displeje (těžké vytvořit velkou rovnoměrnou vodivou plochu). Další nevýhodou je nutnost promáčknutí vrchní desky, musí být vyvinut větší tlak na senzor. (21)

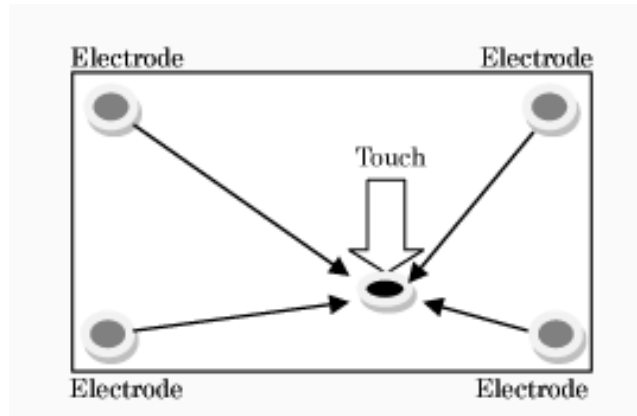
2.3.2 Kapacitní technologie

2.3.2.1 Povrchový kapacitní senzor

Senzor se skládá ze skla, vodivé vrstvy a ochranné vrstvy. Čtyři elektrody jsou umístěné v rozích senzoru, společnou zemnicí elektrodou je prst. Při dotyku začne

z jednotlivých elektrod do prstu téct proud, změřeným proudem každé elektrody lze vypočítat pozici (Obr. č. 2.4). (21)

Obr. č. 2.4 – Princip povrchového kapacitního senzoru (21)



Hlavními výhodami jsou možnosti velkých senzorů, snímání pouze dotyku bez tlaku, viditelnost skrz senzor či odolnost vůči zarušení prachem, mastnotou a vlhkem. Díky jednoduché struktuře jsou senzory odolné. Senzor nerozpozná více dotyků a dotyk musí být vodivým materiálem nebo prstem. (21)

2.3.2.2 Projekční kapacitní senzor

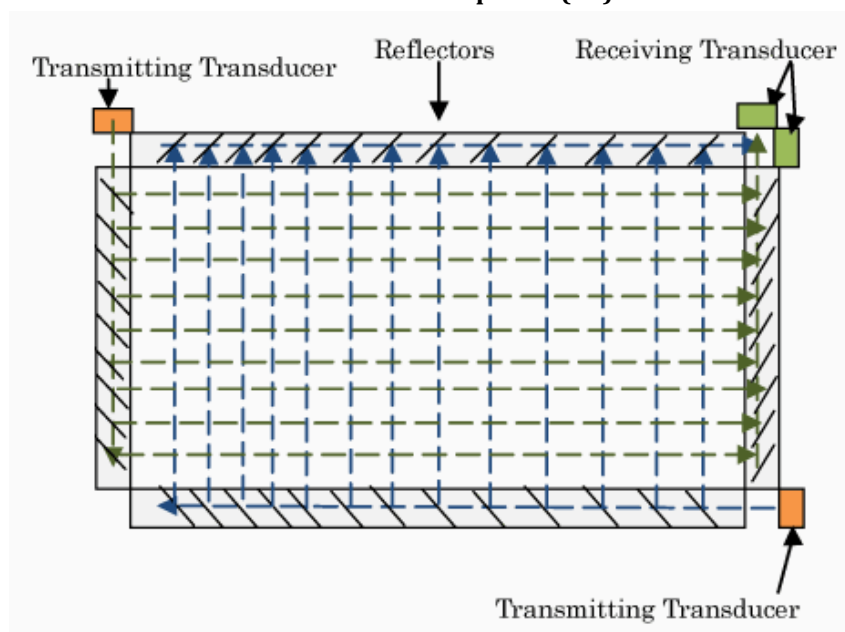
Základní strukturou je mřížka elektrod pro osy X a Y, je více možností, jak mohou být vrstvy senzoru poskládány, např. spodní skleněná deska, elektroda jedné osy, lepidlo, elektroda druhé osy a vrchní skleněná deska. Při dotyku se vytvoří mezi prstem a elektrodami kapacita a změní se také kapacita mezi jednotlivými elektrodami, podle této změny lze vypočítat polohu dotyku. (21)

Výhody jsou podobné jako u povrchového kapacitního senzoru, přidává se k nim rozpoznání více dotyků a změna citlivosti senzoru, díky které lze ovládat displej přes tlustší vrstvu materiálu jako např. krycí fólie či rukavice. Z důvodu použití velkého množství elektrod vzniká citlivost na elektronický šum a nutnost složité elektrody, ze které vyplývá i vyšší cena. (21)

2.3.3 Povrchová akustická vlna (SAW)

Tento senzor nepotřebuje na dotykové ploše žádné úpravy, jeho hlavní částí jsou zrcadla umístěná podle kraje skleněné desky, vysílače a přijímače. Vysílač vygeneruje akustické vlny, které se částečně odráží od zrcadel a vytvoří na skle mříž, dalšími zrcadly se sjednotí a jsou zaznamenány v přijímači (Obr. č. 2.5). Akustická vlna je v případě dotyku absorbována měkkým materiálem a kvůli různé době letu jednotlivých vln pozná místo dotyku. (21)

Obr. č. 2.5 – Princip SAW (21)

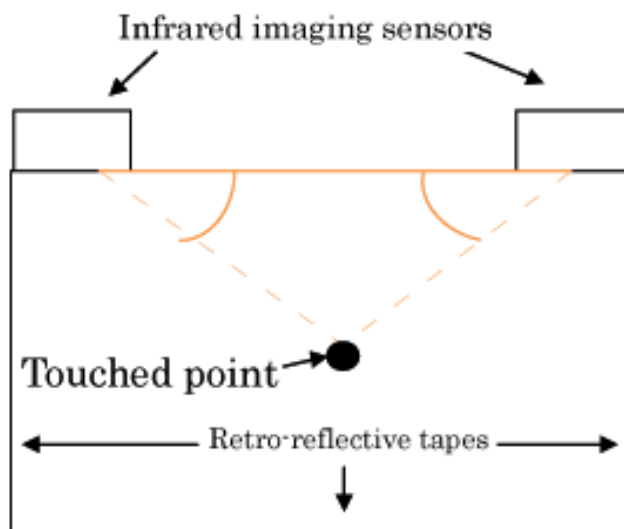


Senzor je díky jednoduché struktuře velmi odolný a má dlouhou životnost. Díky chybějící povrchové úpravě skla má ideální viditelnost a je jednoduché vytvořit velkoformátové senzory. Rozlišení senzoru je vysoké a není zde přítomen žádný šum. Ze samotné podstaty senzoru je jasné, že k dotyku lze použít pouze měkké materiály. Schopnost senzoru může být narušena vlhkostí a mastnotou, které pohlcují akustické vlny. (21)

2.3.4 Infračervený senzor

Infračervené senzory mohou používat dvě metody. První metodou je jednoduchá mřížka tvořená páry vysílačů a přijímačů umístěných naproti sobě. Při dotyku se přeruší jedna světelná zápora v každé ose a pozice je jasně určena. Druhá metoda používá dva infračervené obrazové senzory umístěné v horních rozích skleněné desky, které zároveň pracují jako zářiče. Spodní i obě boční strany jsou pokryty reflexivní fólií (Obr. č. 2.6). V případě dotyku zaznamenají senzory stín a pozici vypočítají triangulací. (21)

Obr. č. 2.6 – Princip činnosti obrazového infračerveného senzoru (21)



Stejně jako SAW, tak i tento senzor nepotřebuje na skleněné desce žádnou povrchovou úpravu či vrstvu materiálu a má proto 100% viditelnost skrz. Dotyk je zaznamenán, i když je prst mokrý, špinavý nebo v rukavicích. Obě varianty jsou velmi odolné vůči rušení a poškození, umí zaznamenat více dotyků. Jsou vhodné pro velké senzory, naopak malé senzory je těžké vyrobit. Senzor může být rušen silným okolním zářením a nečistotami na skleněné desce, rámeček tohoto senzoru je rozměrnější. Metoda s infračervenou mřížkou má malou přesnost dotyku. (21)

2.3.5 Porovnání

Pro nejčastější použití dotykového senzoru (mobilní telefony, laptopy) jsou nejvhodnější kapacitní senzory, které jsou jednoduché a odolné, nepotřebují velký přítlak a neztrácí funkčnost z důvodu nečistot a vlhkosti. Pro odolné aplikace mohou být použité SAW senzory a infračervené senzory, na senzoru není přidaná vrstva a deska může být z odolnějšího materiálu. Infračervené senzory jsou vhodné pro aplikace, kde jsou nečistoty typu hlína. Do prašného prostředí jsou naopak vhodnější kapacitní a rezistivní senzory. Rezistivní senzory nemají tak dobré vlastnosti, ale jsou levné a své použití si také najdou. (21)

3 NÁVRH KONCEPCE SYSTÉMU

V návrhu bylo počítáno s tím, že interaktivní informační tabule bude vytvořena jako přenosné zařízení. Pro budoucí použití lze jednoduše upravit konstrukci na stálou instalaci. Jako zobrazovací zařízení bude sloužit televizor s úhlopříčkou 65" a rozlišením 4K, který bude zavěšen v pojízdném stojanu s orientací na šířku. Kromě televizoru bude na stojanu také přidělaný použitý počítač. Vybraný byl minipočítač Intel NUC pro zajištění jistoty, že výpočetní výkon bude dostatečný. Testy na funkčnost budou provedeny i s SBC Raspberry Pi 2 Model B.

3.1 Instalace rámečku

Samotný rámeček by mohl být k televizoru přilepen oboustrannou lepící páskou, ta by zajistila správné a pevné umístění. Pro ochranu obrazovky se vloží mezi televizor a dotykový senzor průhledná akrylátová deska. Akrylát (PMMA – polymethylmethakrylát, také zvaný plexisklo) je odolnější proti nárazům než sklo, ale jde o měkčí materiál a snadno lze poškrábat.

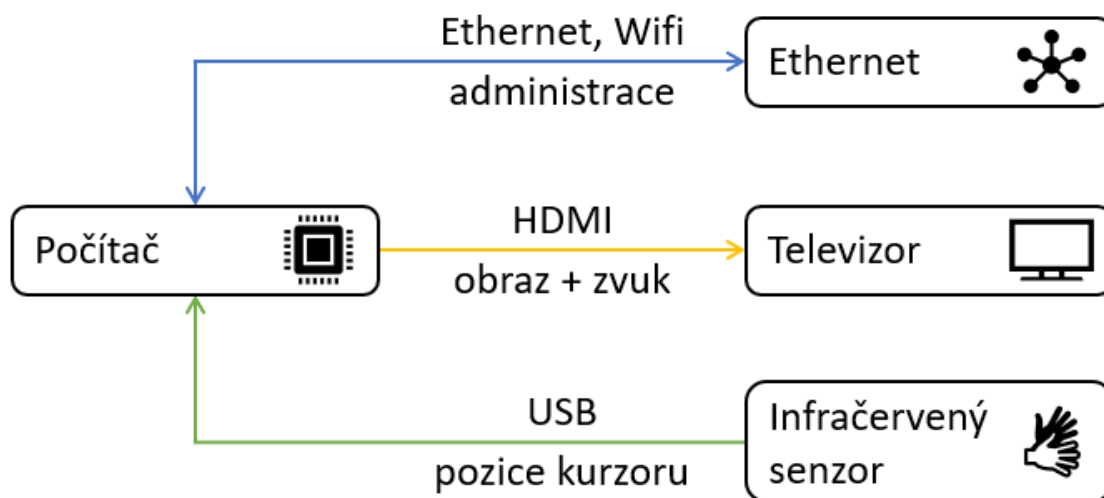
Rámeček senzoru bude přímo položený na akrylátové desce, tato kombinace bude přichycena k televizi pomocí dílů vytištěných na 3D tiskárně, které na rozdíl od lepící pásky udrží váhu rámečku a desky. Bude se jednat o svorky s předpětím, které rámeček s deskou upevní na místě.

Důležité je, aby rámeček senzoru byl v jedné rovině. Jakékoliv zkroucení znamená ztrátu světelného paprsku z vysílače a nefunkčnost senzoru. Udržení roviny pomůže nejenom akrylátová deska, ale také vytištěné díly a podložky mezi deskou a televizorem, které budou sloužit pro vyrovnání povrchu televizoru.

3.2 Zapojení

Zapojení jednotlivých částí je jednoduché. Počítač připojíme k televizoru pomocí HDMI kabelu, pro výstup audia využijeme reproduktory na televizoru. Infračervený senzor se k počítači připojí pomocí USB portu, kabel je v rámečku přidělaný napevno. Dle použitého počítače se připojí Ethernet do určeného portu, pokud počítač nedisponuje rozšiřující Wi-Fi kartou. Blokové schéma návrhu zapojení je na Obr. č. 3.1.

Obr. č. 3.1 - Zapojení datových kabelů



4 NÁVRH KONCEPCE SOFTWARE

4.1 Operační systém

V případě počítače Intel NUC bude použitý operační systém Windows 10. Automatické spouštění jednotlivých programů po startu systému bude provedeno buď přes přidání programu do seznamu programů spouštěných po zapnutí systému anebo pomocí VBscriptu, který zajistí spuštění všech programů včetně možnosti spouštění. Pro zaručení pohybu pouze v prohlížeči bude použita aplikace Cursor Lock. Další možností ochrany počítače proti zvědavému uživateli je použití tzn. kiosk režimu, ve kterém jsou zakázány funkce, co nejsou potřeba pro běžné užívání. Aplikace FrontFace Lockdown Tool pouze soustřeďuje funkce Windows, aby vytvoření a nastavení kiosk režimu bylo přístupné z jednoho místa.

Pro Raspberry Pi je ideální operační systém Raspberry Pi OS, který je optimalizovaný pro tento SBC. Pro ochranu a kiosk režim jsou určeny speciální distribuce Linuxu, ochrana klasického Raspberry Pi OS s grafickým rozhraním nebude tak jednoznačná jako na Windows. Celý systém může po spuštění zabírat více jak 1 GB operační paměti, což je pro 2. generaci Modelu B problém.

4.2 Apache

Apache je open-source webový server, který lze použít napříč platformami. Apache používá přibližně 46 % internetových webů. Software je vyvíjen a udržován otevřenou komunitou vývojářů pod ASF (Apache Software Foundation).

Zátěž na server (přístupy k serveru) je rozdělena na MPM (MultiProcessing module), díky kterým se lépe vyhoví potřebám použitého systému. MPM je více druhů, u kterých se podle nastavení projevuje výsledný výkon.

Apache je základní stavební blok tzn. LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP).

4.3 WordPress

Jedná se o CMS (content management system – systém pro správu obsahu, nebo také redakční systém) napsaný pro skriptovací jazyk PHP a databázový systém MySQL. Program je pod licencí GNU GPL, je open source a o vývoj se stará komunita zastřešená firmou WordPress Foundation.

4.4 Alternativy WordPressu

Joomla patří stejně jako WordPress do skupiny CMS. Výhodou oproti WordPressu je možnost vícejazyčného obsahu, naopak hůře řešená jsou rozšíření, u kterých se většinou instalace neobejde bez práce s PHP jazykem. (22; 23)

Mezi tři nejvíce používané CMS patří také Drupal. Základní architektura je jiná a také cílová skupina se liší. Pomocí systému Drupal lze vytvořit jakýkoliv typ stránek, nejenom redakční systém. Z toho vyplývá i hlavní nevýhoda, je komplexní. Při špatném nastavení může být také velmi náročný na výkon serveru. Stejně jako Joomla zde lze jednoduše nastavit vícejazyčný obsah. Je to nejvhodnější systém pro pokročilé a složité webové stránky. (24; 25)

4.5 Návrh softwaru

Základní myšlenkou tohoto projektu je jednoduchá administrace dat, vzdálený přístup a jednoduché ovládání. Vybraný software WordPress poskytuje administraci dat, přidávání nových souborů či implementaci galerie obrázků. Výsledné grafické prostředí bude vytvořené buď za pomoci šablony pro WordPress, nebo za pomoci pluginu Elementor, který dovoluje úplnou změnu prostředí. Pro správnou funkčnost potřebuje WordPress podporu jazyka PHP, databázový systém (MySQL nebo MariaDB) a v poslední řadě webový server. Doporučené webové servery jsou Apache a Nginx. Mým plánem je použít Apache. (26)

Grafický návrh je založen na požadavcích dotykové obrazovky. Ovládání bude řešeno velkými tlačítky, aby bylo jednoduché je aktivovat. Jako menu a rozcestník bude sloužit postranní panel, který bude k dispozici vždy i po posunutí stránky. Hlavní stránka bude obsahovat prezentaci plakátů a dalších obrázků. Z jakéhokoliv místa se po neaktivní době vrátí nástěnka zpět na hlavní stránku.

5 PROVEDENÍ

Hlavní změna, kterou jsem byl nucen oproti návrhu udělat, je rozdělení programu na server a klienta. Po instalaci aplikace WordPress jsem zjistil, že při instalaci se uloží do databáze IP adresa či doména, na kterou ukazuje klient. Tato IP adresa či doména se neaktualizuje a zůstane v kódu i po změně IP adresy serveru. Je více postupů, jak tento problém řešit, žádný z nich však není dynamický a musel by se při každé změně IP adresy manuálně opakovat. (27)

První postup je vytvořit v souboru *wp-config.php* proměnné *WP_HOME* a *WP_SITEURL* s IP adresou počítače. Tento způsob však způsobí ignorování nastavené adresy v nastavení aplikace. Další možnost, která pouze zajistí změnu hodnot v aplikaci samotné, je zavolání funkce *update_option* v souboru *functions.php* se vstupními proměnnými *home* a *siteurl* společně s IP adresou počítače. Soubor *functions.php* je součástí šablony. Pokud šablona soubor nemá, lze ho vytvořit. Při každém spuštění se adresa v databázi přepíše. (27)

Obě předchozí možnosti požadovaly znalost IP adresy. Další možnost využívá pole *\$_SERVER*, které je definované serverem. Server nemá povinnost toto pole nastavovat. V souboru *wp-config.php* se vytvoří logická proměnná *RELOCATE* a nastaví se na *true*. Do souboru *wp-login.php* se na konec části určené k editaci vloží kód z Obr. č. 5.1. Tento kód se spustí otevřením stránky s přihlašovacím formulářem a zajistí možnost přihlášení do editační části aplikace. Tímto postupem se přepíše pouze proměnná pro editační část webu, adresy pro celý web se musí nastavit v nastavení. Je doporučeno z bezpečnostních důvodů proměnou *RELOCATE* po procesu vymazat. (27)

Obr. č. 5.1 – Kód vložený do *wp-login.php* (27)

```
1  if ( defined( 'RELOCATE' ) AND RELOCATE ) {
2  // Move flag is set
3  if ( isset( $_SERVER['PATH_INFO'] ) AND ( $_SERVER['PATH_INFO'] != $_SERVER['PHP_SELF'] ) )
4  $SERVER['PHP_SELF'] = str_replace( $_SERVER['PATH_INFO'], "", $_SERVER['PHP_SELF'] );
5  $url = dirname( set_url_scheme( 'http://' . $_SERVER['HTTP_HOST'] . $_SERVER['PHP_SELF'] ) );
6  if ( $url != get_option( 'siteurl' ) )
7  update_option( 'siteurl', $url );
8  }
```

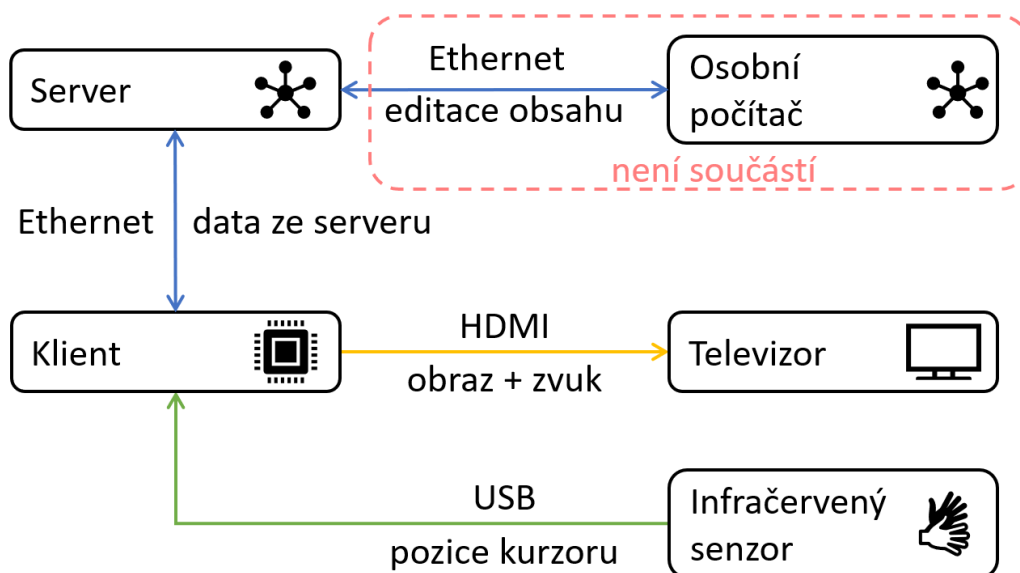
Celý tento problém by se mohl vyřešit uložením značky *localhost* (IP adresy *127.0.0.1*), která ukazuje na právě používaný počítač. Toto řešení jsem zavrhl, protože požadují vzdálený přístup a editaci dat. To je také důvod, proč jsem se nakonec rozhodl pro rozdělení aplikace. Další výhodou rozdělení je možnost editace dat pro více nástěnek na jednom místě bez toho, aby byly nástěnky spuštěné. (28)

5.1 Hardware

Po rozdělení aplikace jsem se rozhodl využít jako počítač Raspberry Pi místo Intel NUC. Jeho výkon je na zobrazování obsahu dostatečný. Další výhodou je rychlejší načtení operačního systému, na rozdíl od operačního systému Windows nemá Linux vyskakovací oznámení, které bych musel dále řešit, a celkově mám s Raspberry Pi větší zkušenosti.

Výsledné zapojení je znázorněno na Obr. č. 5.2. Jediná změna oproti návrhu je, že jsem použil ještě jeden Raspberry Pi, na který jsem nainstaloval webový server s potřebným softwarem. Druhý Raspberry Pi (server) je spuštěný na statické veřejné IP adrese s doménou, takže se na rozdíl od televizoru (klienta) nebude přesouvat. Na server je možné se připojit přes internet za pomoci webového prohlížeče.

Obr. č. 5.2 – Blokové schéma hardwaru



5.1.1 Infračervený senzor

Při prvním testování senzoru jsem zjistil, že předem složený senzor funguje pouze v horizontální ose. Po rozebrání kostry senzoru se ukázalo, že senzor je složený z modulů, na kterých jsou vysílače a přijímače infračerveného světla v podobě LED diod. Na hlavním modulu je mikroprocesor, který zpracovává signály ze světelných bran. Na vedlejších modulech jsou expandéry vstupů a výstupů, které komunikují s hlavním mikroprocesorem.

Příčinou nefunkčnosti vertikální osy byl vytržený konektor na FFC páskový kabel z desky plošného spoje. Konektor jsem připájel zpět na desku, zkontroloval

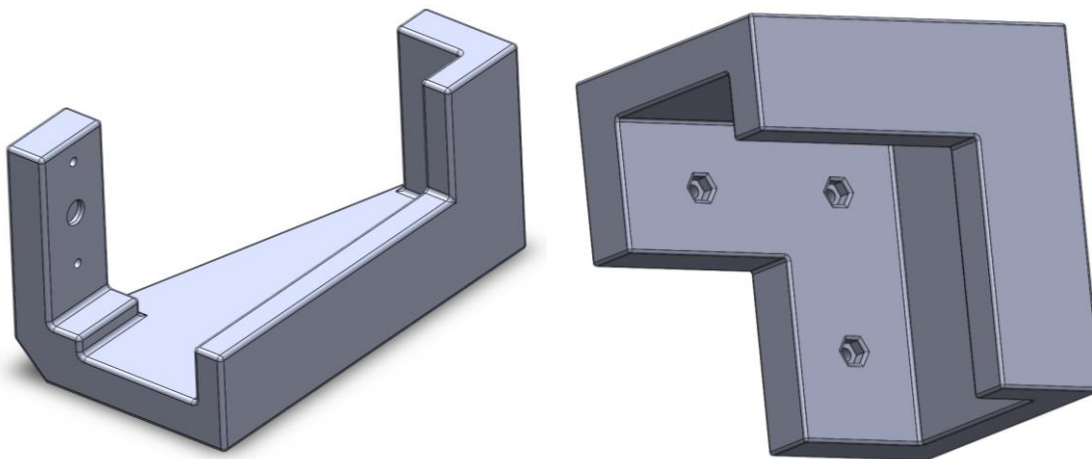
všechny spoje mezi moduly a před složením kostry zkontroloval funkčnost. Po složení jsem ještě jednou otestoval senzor a přidělal oboustrannou lepící páskou k televizoru. Při tomto testu jsem zjistil, že senzor je velmi náchylný na jakékoliv vychýlení z roviny a rozhodl jsem se pro ochrannou vrstvu ve formě plexiskla, kvůli kterému také přišla nutnost pevného uchycení.

5.1.2 Tištěné díly

Pro vytvoření uchycení jsem se rozhodl využít 3D tisku. Je to jednoznačně nejlepší varianta pro otestování funkčnosti návrhů, vyrábění prototypů a malého počtu dílů, u kterých je potřeba mít přesné rozměry. Při použití dostatečného množství výplně lze vytvořit i díly, které snesou velké zatížení.

První návrhem bylo uchycení skla v rozích. Spodní díly by byly k televizi přidělaný za pomoci nevyužitých závitů, které jsou původně určeny pro originální stojan. Díky zavěšení televize s využitím VESA uchycení je místo volné a sklo tak bude zavěšené na pevné konstrukci televize. Vrchní díly neměly využívat žádnou část konstrukce. Měly se nasadit na rohy a pomocí tří šroubů stáhnout sklo s rámečkem k televizoru. Tento návrh vrchního dílu jsem zavrhl z více důvodů. Spodní díly by byly zbytečně velké, bylo by vypotřebováno zbytečné množství materiálu. U vrchních dílů by byl stejný problém, a navíc by zde vzniklo riziko, že se delší strana bude prohýbat. Modely jsou na Obr. č. 5.3.

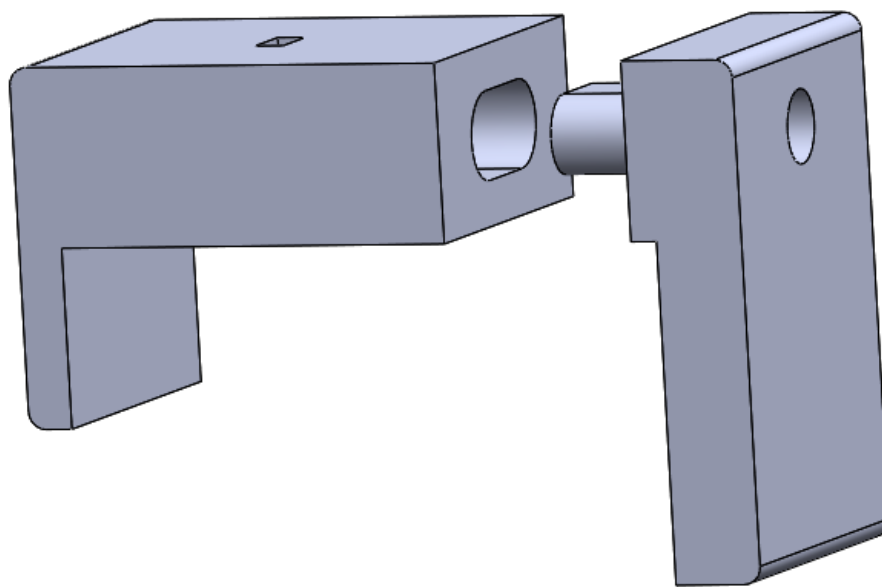
Obr. č. 5.3 – Modely spodního (vlevo) a vrchního (vpravo) dílu pro čtyřbodové zavěšení



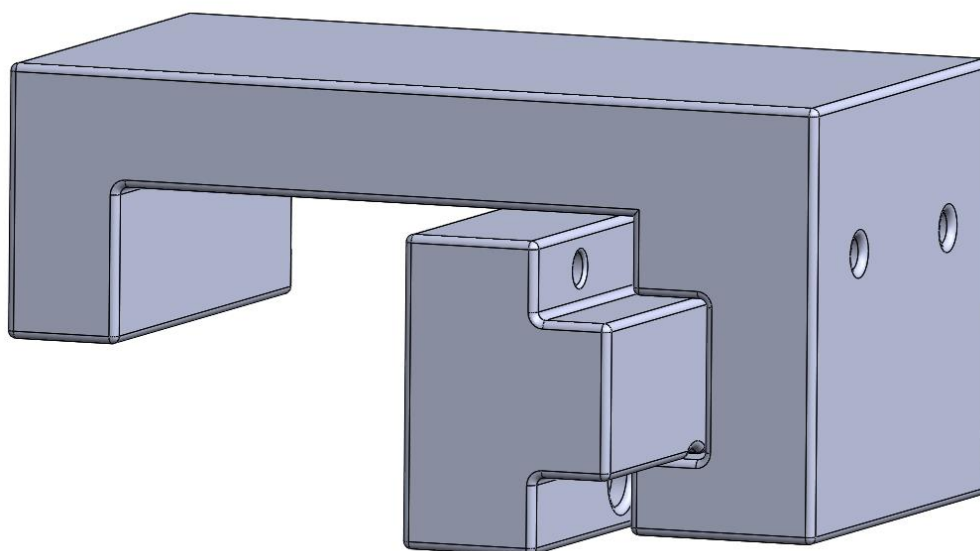
Abych předešel prohnutí delší strany, nahradil jsem vrchní díl svorkou (Obr. č. 5.4). Vetší díl by obsahoval šterbinu na matici a díly by se k sobě přitahovaly šroubem. Tento model jsem měl v plánu použít, ale nakonec jsem přidal uchycení k rámu televize. Z rámu jsem vyšrouboval šroub, který držel plastový kryt k televizoru, a závit jsem využil na přichycení svorky (Obr. č. 5.6). Upravený model svorky (Obr. č. 5.5) využívá stejný rozpínací mechanismus jako původní vrchní díl.

Dále jsem model upravil tak, aby se při nutnosti sundání rámečku nebo plexiskla nemusela rozdělovat kostra televize, a zároveň se zjednoduší instalace. Spodní díl svorky se přišroubuje napevno k televizi, vrchní se nasune a zajistí dvěma rozpínacími šrouby, aby nevyklouzl. Po umístění rámečku se sklem stačí aretační šrouby přitáhnout a zajistit tak pevné uchycení.

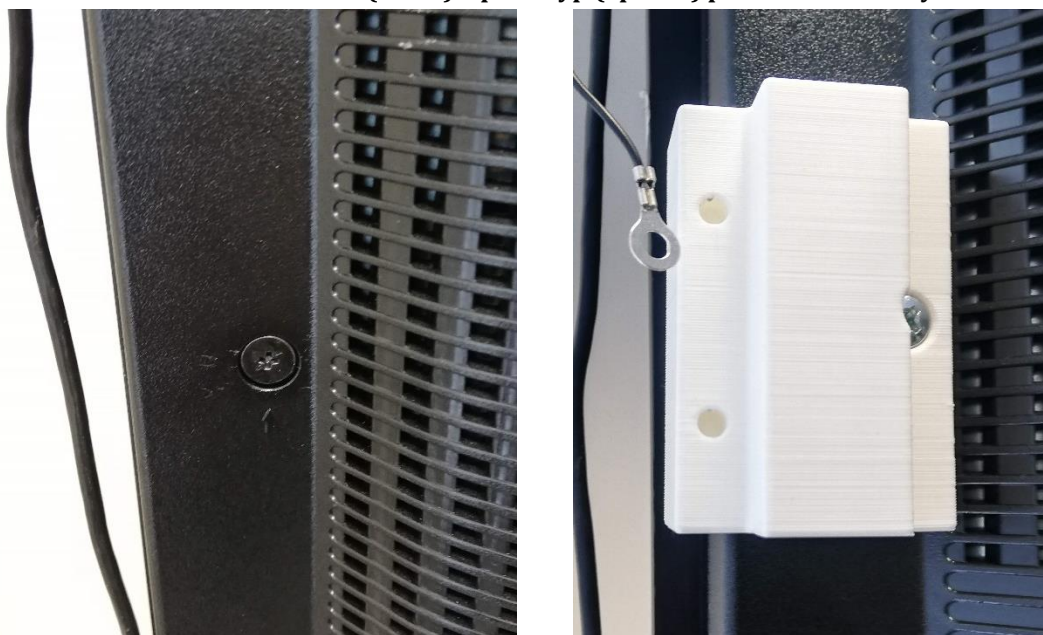
Obr. č. 5.4 – Model svorky bez pevného umístění



Obr. č. 5.5 – Model svorky s pevným umístěním

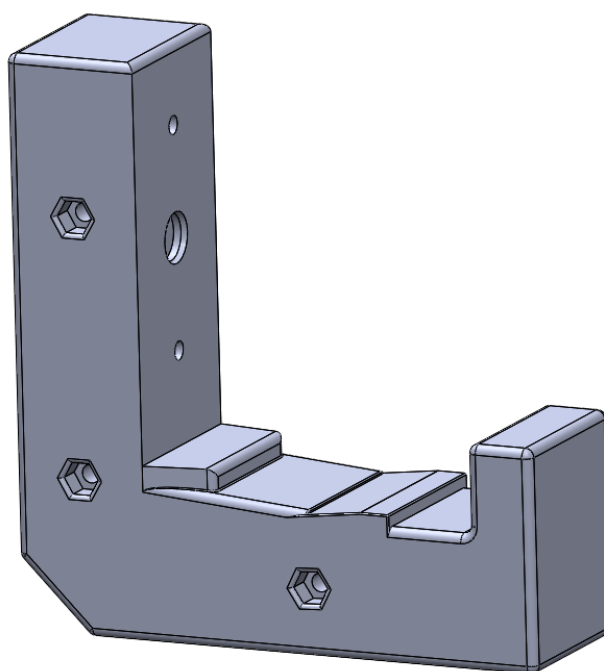


Obr. č. 5.6 – Umístění (vlevo) a prototyp (vpravo) pevné části svorky



Pevnou svorku lze na televizoru umístit na vrchní hranu a na obě boční hrany. Díky tomu jsem mohl upravit původní spodní díl tak, aby byl co nejmenší a zároveň byl schopný udržet váhu plexiskla a rámečku při použití dvou kusů. Snažil jsem se o přesné kopírování profilu televizoru. Zároveň jsem vytvořil tři díry skrz, které jsou rovnoběžné se Z osou 3D tiskárny. To mi umožnilo díl dále zpevnit sešroubováním a předejít rozlomení dílu v nejslabším místě – mezi vrstvami. (Obr. č. 5.7)

Obr. č. 5.7 – Model spodního dílu

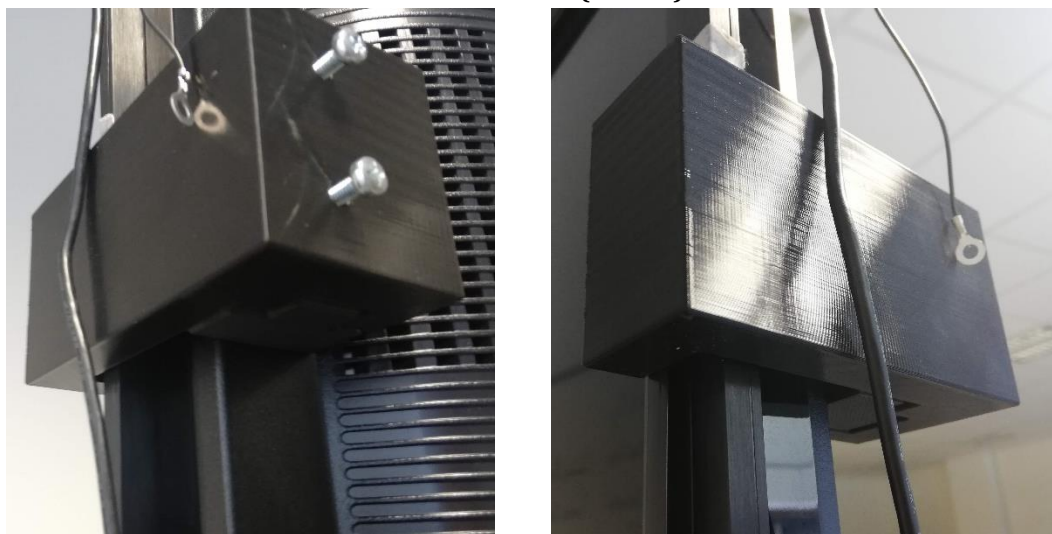


Výsledné modely byly vytištěny jako prototypy s malou výplní (5 %, PLA, bílá). První tisk byl přerušen po prvních vrstvách, aby se otestovala přesnost a zkontrolovaly vůle u svorky. Druhý tisk jsem již nechal dokončit, aby se mohla otestovat přesnost děr pro připevnění a velikost háčku spodního dílu, který není nastavitelný. Po úspěšných testech jsem nechal vytisknout finální výtisk spodního a vrchního dílu (80% výplň, PLA, černá). U spodního dílu jsem zjistil, že rozteč děr na přichycení k televizi je větší o $0,5\text{ mm}$ než rozteč děr na televizoru. U prototypu jsem na tento problém nenarazil, protože díky malé výplni se model při přišroubování zdeformoval. Svou chybu jsem opravil u modelu pro tisk druhého kusu spodního dílu a u již vytisknutého dílu jsem díru rozšířil pilníkem. U vrchního dílu jsem žádný problém nezjistil. Výsledné díly jsou na Obr. č. 5.8 a Obr. č. 5.9.

Obr. č. 5.8 – Spodní díl



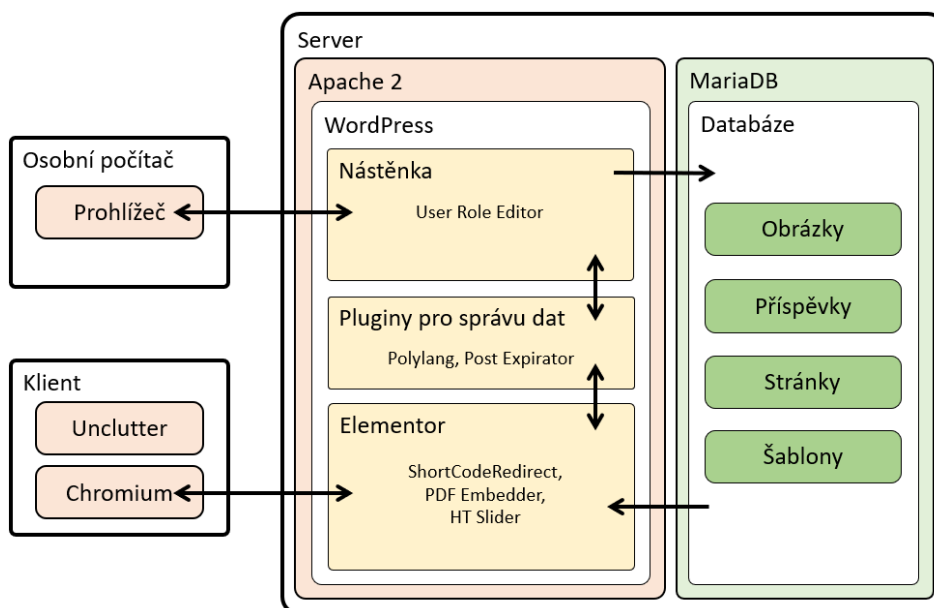
Obr. č. 5.9 – Vrchní díl (svorka)



5.2 Software

Základní princip aplikace byl viděn na Obr. č. 5.2 výše. Hlavní stavební kámen je webový server, na kterém je nainstalovaná databáze a veškerý software potřebný pro správu a zobrazení obsahu. O zobrazení na televizoru se stará klient, kterých se k serveru může připojovat i více. Editace obsahu probíhá z libovolného stolního počítače s připojením na internet. Detailní blokové schéma je na Obr. č. 5.10.

Obr. č. 5.10 – Detailní blokové schéma



5.2.1 Klient

Jako klienta jsem vybral Raspberry Pi 2. Za pomoci aplikace Raspberry Pi Imager jsem na microSD paměťovou kartu nainstaloval Raspberry Pi OS. Původní postup vyžadoval stažení obrazu základní instalace a za pomoci vhodného softwaru (např. Rufus) vytvoření bootovacího média. Po nainstalování OS jsem nakonec vytvořil v kořenovém adresáři soubor *ssh* bez koncovky, který zajistí povolení protokolu SSH. (9; 29)

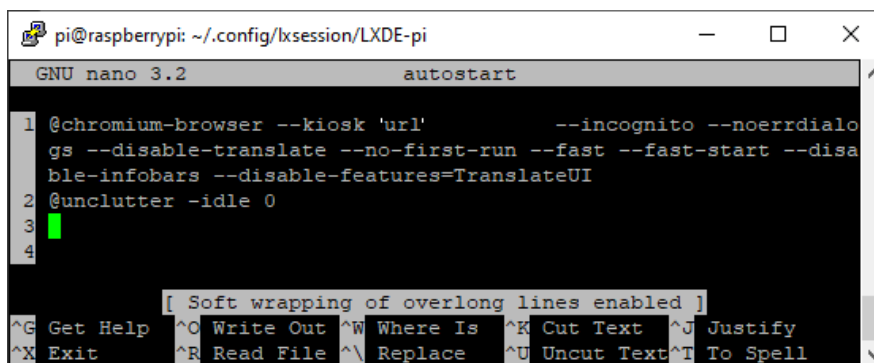
Raspberry Pi OS používá jako grafické rozhraní LXDE (30). Pro automatické spuštění programu po startu systému lze v LXDE využít soubor *autostart* umístěný v adresáři „~/*.config/lxsession/LXDE-pi/autostart*“. Příkaz se vkládá se znakem „@“ na začátku řádku, tím se zajistí znovuspuštění, pokud se příkaz ukončí nesprávně. Do souboru jsem vložil dva příkazy, spuštění aplikace Chromium a aplikace Unclutter (Obr. č. 5.11). (31)

Chromium je webový prohlížeč, na jehož kódu je dále založený webový prohlížeč Chrome (32). Mezi hlavní parametry, které využívám patří „*--kiosk 'url'*“.

Díky tomuto příkazu nemusím řešit ochranu systému před uživatelem. Z kiosk režimu se dá vystoupit jen za použití klávesnice, kterou nebude mít uživatel nástěnky k dispozici. Zbylé příkazy slouží k zamezení chybových hlášek. (33)

Unclutter je nástroj, který zajistí skrytí kurzoru, když není kurzor v pohybu. Vzhledem k použití dotykového ovládání se kurzor pohne pouze při dotyku – kliknutí, takže ve výsledku nebude kurzor vidět vůbec. Argument „-idle“ určuje, jak dlouho musí být kurzor neaktivní, než zmizí. Defaultní hodnota je 0 s. (34)

Obr. č. 5.11 – Obsah souboru *autostart*



```
pi@raspberrypi: ~/.config/lxsession/LXDE-pi
GNU nano 3.2 autostart
1 @chromium-browser --kiosk 'url' --incognito --noerrdialogs
  gs --disable-translate --no-first-run --fast --fast-start --disa
  ble-infobars --disable-features=TranslateUI
2 @unclutter -idle 0
3
4
[ Soft wrapping of overlong lines enabled ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell
```

5.2.2 Server

5.2.2.1 Instalace

Jako server slouží Raspberry Pi 4. Instalace operačního systému probíhala stejně, jako u klienta. Jediný rozdíl je ve verzi OS, použitá byla verze Lite. Pro server není potřeba grafické rozhraní, čímž se ušetří paměť na datovém úložišti a hlavně výkon. Kdyby na Raspberry Pi byl již nainstalovaný systém s grafickým rozhraním, tak lze v nastavení (příkaz *raspi-config*) grafické rozhraní vypnout a tím ušetřit výkon. Také zde lze najít nastavení SSH protokolu, který je vhodné zapnout, aby se dal server spravovat vzdáleně. (35)

Další krokem byla instalace potřebných programů. Pro všechny je nutné používat administrátorská práva pomocí příkazu *sudo*. Balíčky programů se instalují pomocí nástroje APT (the Advance Packaging Tool) příkazem „*apt-get install*“. Při instalaci jsem častokrát narazil na chybějící odkazy na balíčky. Po doplnění flagu „-fix-missing“, který doporučuje APT při nepovedené instalaci, se aktualizují repozitáře a balíčky se nainstalují. Pro zjednodušení lze použít parametr „-y“, který automaticky potvrdí všechny vstupy za uživatele. (36)

První nutný program je webový server Apache 2. Příkaz pro instalaci potřebných balíčků je „*sudo apt-get install apache2 -y --fix-missing*“. Hned za Apache 2 následuje balíček pro interpretaci PHP skriptovacího jazyka. Jedná se o modul do

Apache 2. Pomocí příkazu „*sudo apt-get install php*“ se nainstaluje nejnovější verze balíčku (v mém případě 7.3). (37)

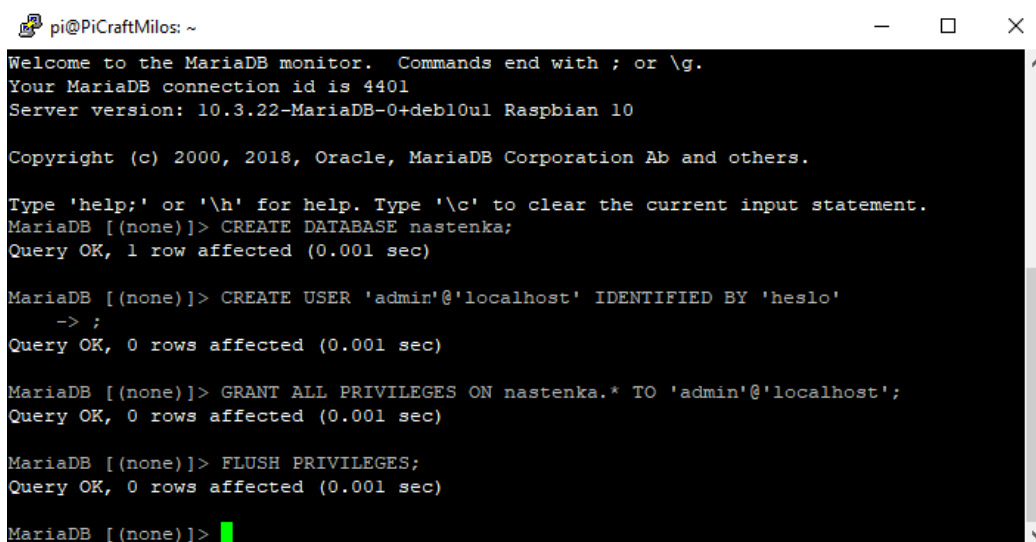
V průběhu instalace jsem zjistil, že pro správnou funkčnost WordPressu je nutné nainstalovat dva moduly pro PHP. První je SimpleXML, který obsahuje nástroje pro převod z XML na PHP objekty. Modul by měl být od verze PHP 5.1.2 automaticky povolený, v mém případě jsem ho ale musel nainstalovat. Balíček pro instalaci je *php-xml*. Druhý modul je ImageMagick. Ten slouží pro práci s obrázky, např. ořezávání či změnu velikosti. Název balíčku je *php-imagick*. (38; 39)

Poslední program potřebný pro správnou funkčnost WordPressu je databáze. Můj původní plán byl použít databázový server MySQL. Žádný z vyzkoušených balíčků však nebyl k dispozici v dostupných repozitářích. Proto jsem musel použít MariaDB. MariaDB je vyvíjena od roku 2009, jedná se o větev MySQL vytvářenou od začátku jako open source. Používá stejné API, a proto ji lze použít jako náhradu. Modul pro práci s databázovým serverem MySQL je již zahrnutý při instalaci PHP. Pro instalaci MariaDB slouží balíček *mariadb-server*. (40; 41)

Pro úplnou instalaci, nastavení hesel a přístupů slouží příkaz *mysql_secure_installation*. Nastaví se zde heslo pro administrátora, mohou se vymazat účty přístupné ze vzdáleného přístupu (mimo localhost), anonymní účty a testovací databáze. Při spouštění programu (otevření administrace databázového serveru) je nutné přidat údaje uživatele, v tomto případě root – „*sudo mysql -u root -p heslo*“.

Pro WordPress jsem vytvořil databázi s názvem *nastenka* a k databázi připojil uživatele *admin* tím, že jsem mu dal veškerá práva k databázi *nastenka*. Nakonec jsem nechal zapsat všechny změny. Příkazy jsou na Obr. č. 5.12. (42)

Obr. č. 5.12 – MariaDB



```
pi@PiCraftMilos: ~  
Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.  
Your MariaDB connection id is 4401  
Server version: 10.3.22-MariaDB-0+deb10u1 Raspbian 10  
Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.  
MariaDB [(none)]> CREATE DATABASE nastenka;  
Query OK, 1 row affected (0.001 sec)  
MariaDB [(none)]> CREATE USER 'admin'@'localhost' IDENTIFIED BY 'heslo'  
-> ;  
Query OK, 0 rows affected (0.001 sec)  
MariaDB [(none)]> GRANT ALL PRIVILEGES ON nastenka.* TO 'admin'@'localhost';  
Query OK, 0 rows affected (0.001 sec)  
MariaDB [(none)]> FLUSH PRIVILEGES;  
Query OK, 0 rows affected (0.001 sec)  
MariaDB [(none)]>
```

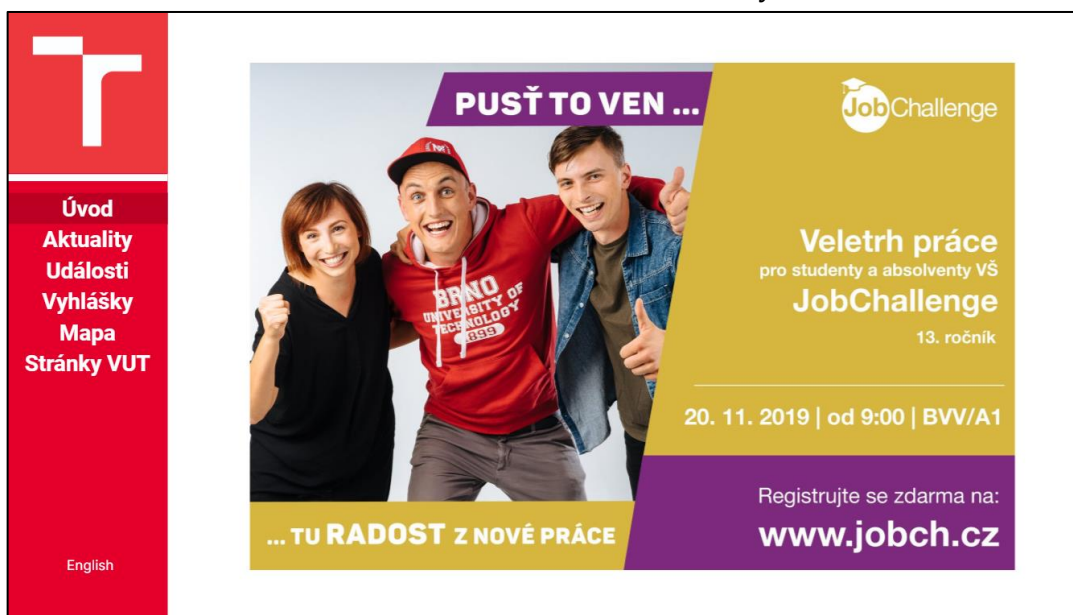

Vytvořením databáze je vše připraveno pro WordPress. Nejnovější verzi jsem stáhl z oficiálních stránek a rozbalil do složky „/var/www/html/“. Uživatelská práva pro celou složku je nutné předat uživateli aplikace Apache (*www-data*).

5.2.2.2 Pluginy

WordPress má velkou knihovnu pluginů, které lze nainstalovat přímo z administrační sekce. Je to jeden z důvodů, proč je WordPress nejrozšířenější CMS.

Hlavní plugin, na kterém je postaven vzhled nástěnky, je Elementor. Vytvořil jsem šablony pro boční panel a pro stránku příspěvku. Šablony jsou vhodné pro úpravu obsahu na jednom místě, například boční panel je použitý na všech stránkách a úprava na každé by byla zbytečně pracná. Všechny stránky a šablony jsou vytvořené pro šablonu *Elementor Canvas*. Díky tomu nemají žádné záhlaví a zápatí. Pro promítání obrázků na úvodní straně používám HT Slider. V Elementoru je stejná funkcionality zabudovaná, ale u ní nelze upravovat promítané obrázky z administrační sekce. Úvodní strana je na Obr. č. 5.13.

Obr. č. 5.13 – Úvodní strana nástěnky



Další plugin, který souvisí s obsahem stránky, je ShortCode Redirect. Není to plugin určený přímo pro Elementor, ale přidává příkaz pro ShortCode. Jedná se o skriptovací jazyk WordPressu a do příspěvku lze s jeho pomocí vložit různé prvky. Elementor má tuto funkcionality také díky objektu ShortCode. ShortCode Redirect je v šabloně bočního panelu a zajistí, že se po určitém nečinném čase načte zpět úvodní strana.

Pro vícejazyčné řešení jsem použil plugin Polylang společně s rozšířením pro Elementor. Pro každou část stránek kromě obrázků se vytvoří varianty pro všechny

jazyky (v mém případě čeština a angličtina) a spojí se dohromady. V bočním panelu je potom dynamické menu, které dovoluje přepínat jazyky. Pro jednoduchost jsem se rozhodl zobrazit pouze jazyky, které nejsou použité. Pokud obsah nemá svou podobu v druhém jazyce, přepne se na úvodní stránku.

Poslední plugin zabývající se zobrazením obsahu je PDF Embedder, který dovoluje zobrazit v příspěvku soubor PDF. Použil jsem ho, protože zobrazuje soubor s minimálním množstvím ovládacích prvků. U originální funkce se zobrazují i tlačítka stáhnout a tisknout, které nejsou žádoucí.

Zbylé pluginy se starají o administraci stránek. Díky pluginu Post Expirator lze nahranému obsahu nastavit životnost a obsah se sám po skončení doby vymaže. Plugin User Role Editor umožňuje vytvořit role s volitelnými přístupovými právy. Původní role WordPressu nepočítají s nastavením práv u pluginů.

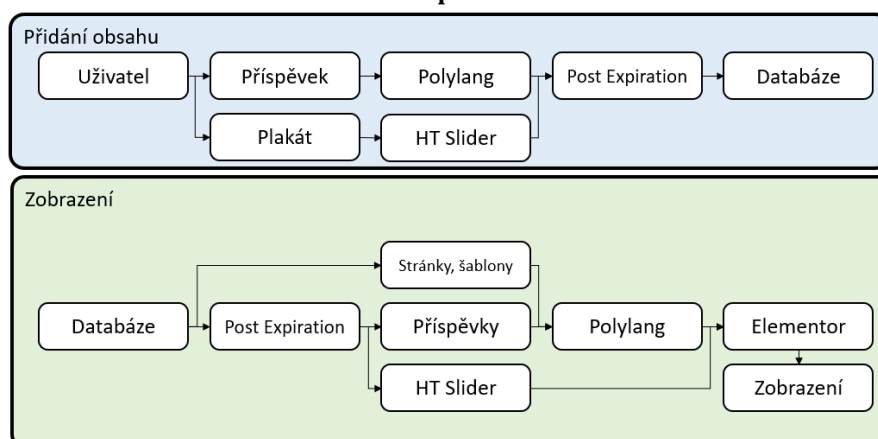
5.3 Hotový systém

Přidávání obsahu se děje přes administrační prostředí na relativní adrese `/wp-admin`. V záložce Posts (Příspěvky) lze editovat a přidávat příspěvky. Každému příspěvku se kromě obsahu, nadpisu a titulnímu obrázku přidá kategorie, jazyk a datum expirace. Příspěvek se zpracuje dle Obr. č. 5.14 a uloží do databáze. Stejný postup se použije pro přidání plakátu na úvodní stranu.

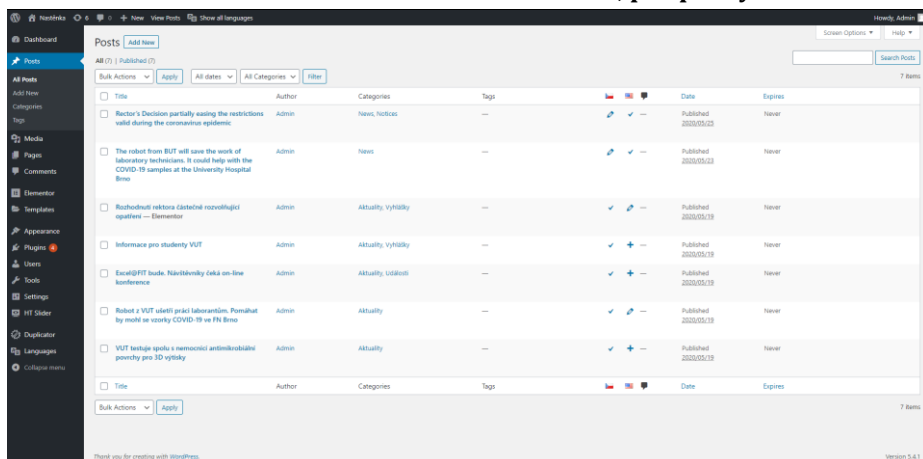
Při zobrazení stránky dochází k provedení řetězce Zobrazení na Obr. č. 5.14. Elementor načte chtěnou stránku a potřebné šablony, pokud stránka nějaké obsahuje. Při načítání příspěvků a plakátů z databáze se kontroluje datum expirace a jazyk. Výsledná stránka se odešle jako html soubor a zobrazí se na displeji klienta.

Záložka pro přidávání a editaci příspěvků je vidět na Obr. č. 5.15. Na Obr. č. 5.16 je snímek obrazovky internetové prohlížeče, kde je spuštěný responzivní režim a uměle nastaveno rozlišení 4K UHD. Snímek ukazuje zobrazení příspěvků v kategorii Aktuality. Anglická verze stránek s mapou zobrazující okolí VUT je na Obr. č. 5.17.

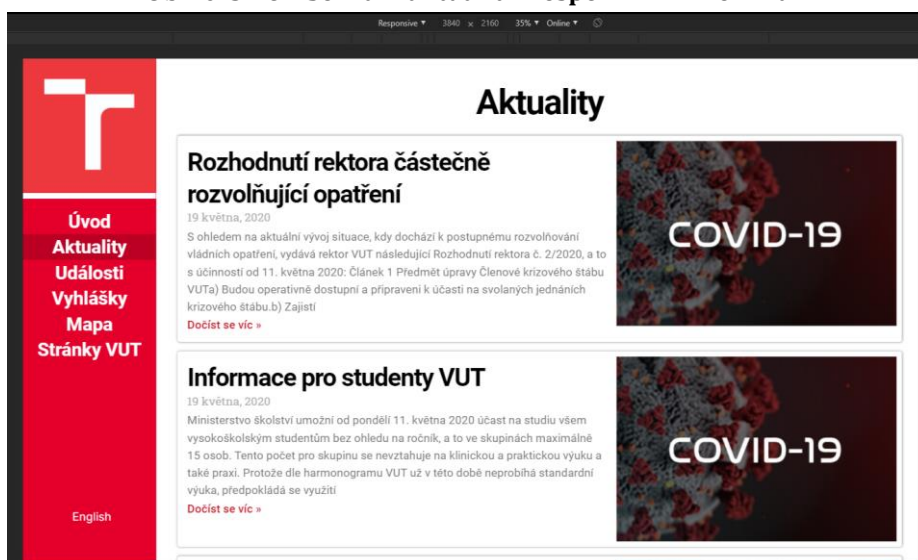
Obr. č. 5.14 – Blokové schéma přidávání a zobrazování obsahu



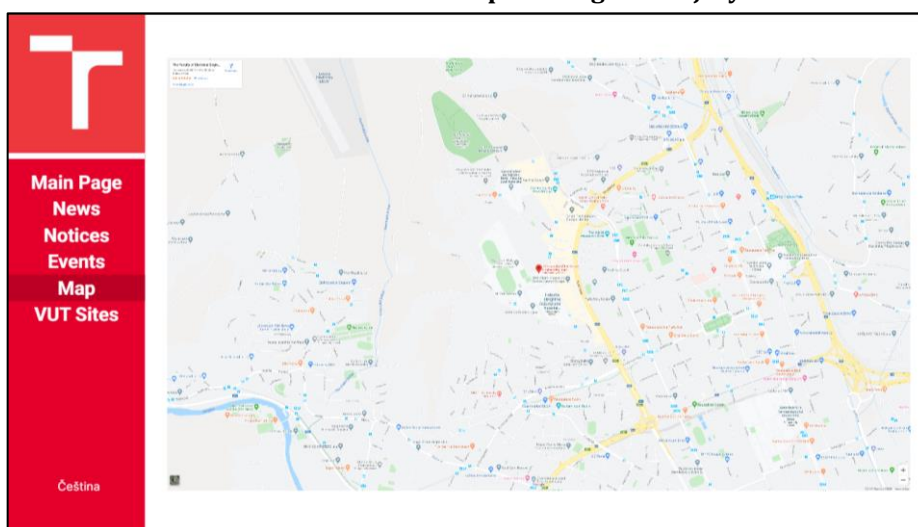
Obr. č. 5.15 – administrační stránka, příspěvky



Obr. č. 5.16 – Seznam aktualit v responzivním režimu



Obr. č. 5.17 – Stránka s mapou v anglickém jazyce



6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout koncepci elektronické informační tabule s LCD panelem ovládanou počítačovým systémem pro zobrazování informačních dat vybavené internetovým připojením.

Ve druhé kapitole byla provedena literární rešerše, která se zabývala jednodeskovými počítači, zobrazovacími zařízeními a technologiemi ovládaní dotykem. Podle literární rešerše byly pro návrh vybrány počítačové systémy Raspberry Pi a Intel NUC. Raspberry Pi má výhodu ve velké podpoře vývojářů a Intel NUC má dostatečný výkon pro běh řešení. Televizor byl použit jako zobrazovací zařízení, znatelně převyšuje výhody ostatní zařízení a byla možnost ho využít k řešení práce. Infračervený senzor se ukázal jako ideální, pokud se má přidat dotykové ovládnání k zobrazovacímu zařízení, které dotykovým ovládnáním nedisponuje.

Původní návrh počítal s využitím počítače Intel NUC, na kterém by byly spuštěny všechny programy potřebné pro redakční nástroj WordPress. Po rozdělení na dvě části (server – klient) byl Intel NUC nahrazen dvěma zařízeními Raspberry Pi.

Pro přístup k databázi a zobrazení informací byl vybrán webový nástroj WordPress, který splňuje všechny požadavky. Grafické rozhraní bylo vytvořeno pomocí pluginy Elementor a podporujících pluginů. Role pro editaci obsahu, přidávání obsahu a administraci systému byly zajištěny uživatelskými účty s volitelnými právy.

Výsledný systém splňuje všechny požadavky na něj vložené. Moje řešení by mohlo být ideálnější, protože WordPress je složitý nástroj a v této práci není využit celý jeho potenciál. I přesto je řešení plně funkční a lze ho použít.

Jiným způsobem řešení by bylo vytvoření vlastních aplikací. Jedna aplikace by byla určena pro zobrazování na LCD panelu, přístup do databáze, hlídání aktivity uživatele a promítání prezentace při neaktivitě. Druhá aplikace by sloužila pro administraci databáze a úpravu obsahu. Hlavní výhodou toho řešení by byla absence serveru, naopak nevýhodou by byla nutnost aplikace pro úpravu obsahu.

BIBLIOGRAFIE

- (1) KROUTVOR, Josef. *Poselství ulice : z dějin plakátu a proměn doby*. Praha: COMET, 1991.
- (2) EZOP - RegioInfo Venkovní informační kiosek. *Starmon* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <http://www.venkovni-displeje.cz/ezop-regioinfo-venkovni-informacni-kiosek.htm>
- (3) CUSICK, James, William MILLER, Nicholas LAURITA a Tasha PITT. Design, Construction, and Use of a Single Board Computer Beowulf Cluster: Application of the Small-Footprint, Low-Cost, InSignal 5420 Octa Board: Application of the Small-Footprint, Low-Cost, InSignal 5420 Octa Board. *Arxiv*. 2014.
- (4) ZLATANOV, Nikola. *CPU vs. SOC - The battle for the future of computing*. 2015.
- (5) What is a Raspberry Pi?. *Opensource.com* [online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://opensource.com/resources/raspberry-pi>
- (6) *The Single Board Computer Database* [online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://www.hackerboards.com/home.php>
- (7) *Raspberry Pi GPIO Pinout* [online]. Philip Howard, 2013 [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://pinout.xyz/>
- (8) SHAW, Aaron. Pi PoE Switch HAT - power over Ethernet for Raspberry Pi. *Kickstarter* [online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://www.kickstarter.com/projects/pisupply/pi-poe-switch-hat-power-over-ethernet-for-raspberr>
- (9) *Raspberry Pi* [online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/>
- (10) *Tinker Board - Asus* [online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://www.asus.com/cz/Single-Board-Computer/Tinker-Board/>
- (11) OS images to download. *Tinker Board Forum* [online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://tinkerboarding.co.uk/forum/thread-69.html>
- (12) *ROCK64* [online]. [cit. 2019-12-29]. Dostupné z: <https://www.pine64.org/devices/single-board-computers/rock64/>
- (13) RK3399. *RockChip Wiki* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <http://rockchip.wikidot.com/rk3399>
- (14) *ROCKPro64* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.pine64.org/rockpro64/>

- (15) Orange Pi 3. *Orange Pi* [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <http://www.orangepi.org/Orange%20Pi%203/>
- (16) Banana Pi BPI-M4. *Banana Pi Wiki* [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: http://wiki.banana-pi.org/Banana_Pi_BPI-M4#Hardware_interfact
- (17) Intel® NUC. *Intel* [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/boards-kits/nuc.html>
- (18) SIEMENS. *SIMATIC TP2220: Datasheet* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <http://www.farnell.com/datasheets/2580033.pdf>
- (19) Dotekový Displej, SIMATIC, TP2220 Comfort. *Farnell Česká republika* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: https://cz.farnell.com/siemens/6av2124-0xc02-0ax1/hmi-touch-panel-1920x1080-pixel/dp/2846765?MER=bn_level5_5NP_EngagementRecSingleItem_3
- (20) BELLIS, Mary. The Inventor of Touch Screen Technology.: ThoughtCo. *ThoughtCo.* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: thoughtco.com/who-invented-touch-screen-technology-1992535
- (21) *Technologies of Touch Screen* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://www.dmccoltd.com/english/museum/touchscreens/technologies/>
- (22) *Joomla!* [online]. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.joomla.org>
- (23) *Joomlaportál.cz - Joomla! Česko* [online]. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.joomlaportal.cz>
- (24) *Drupal - Open Source CMS* [online]. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.drupal.org/>
- (25) *Drupal.cz* [online]. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.drupal.cz/>
- (26) *WordPress.org* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://cs.wordpress.org/>
- (27) Changing The Site URL. *Blog, Tool, Publishing Platform, and CMS - WordPress.org* [online]. [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://wordpress.org/support/article/changing-the-site-url/#code-function>
- (28) What is a localhost?. *What Is My IP Adress* [online]. [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://techterms.com/definition/localhost>
- (29) *Rufus - The Official Website* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://rufus.ie/>
- (30) *What is the name of the GUI that comes with the standard raspbian distribution?* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z:

- <https://raspberrypi.stackexchange.com/questions/36921/what-is-the-name-of-the-gui-that-comes-with-the-standard-raspbian-distribution>
- (31) *LXDE (Česky)* - *ArchWiki* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: [https://wiki.archlinux.org/index.php/LXDE_\(%C4%8Cesky\)](https://wiki.archlinux.org/index.php/LXDE_(%C4%8Cesky))
- (32) *Chromium - The Chromium Projects* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://www.chromium.org/Home>
- (33) *List of Chromium Command Line Switches* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://peter.sh/experiments/chromium-command-line-switches/>
- (34) *Unclutter* - *ArchWiki* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://wiki.archlinux.org/index.php/unclutter>
- (35) *Raspi-config - Raspberry Pi Documentation* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/configuration/raspi-config.md>
- (36) *Apt [Ubuntu CZ/SK]* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://wiki.ubuntu.cz/apt>
- (37) *Apache - Debian Wiki* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://wiki.debian.org/Apache>
- (38) *PHP: SimpleXML - Manual* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.php.net/manual/en/book.simplexml.php>
- (39) *PHP: ImageMagick - Manual* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.php.net/manual/en/book.imagick.php>
- (40) *MariaDB Foundation* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://mariadb.org/>
- (41) *Debian -- Details of package mariadb-server in sid* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://packages.debian.org/sid/mariadb-server>
- (42) *MariaDB Knowledge Base* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://mariadb.com/kb/en/>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Instalační soubor upravené verze aplikace WordPress je na přiloženém CD

Příloha 2 – Dočasné umístění aplikace WordPress je na adrese <http://tempbp.fatalwir.cz> (statické rozlišení 3840x2160)

Příloha 3 – Modely pro zavěšení rámečku