

Návrh inteligentního bezpečnostního a řídicího systému v rezidenčním objektu

Bc. Jiří Kasáček

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří Kasáček**
Osobní číslo: **A17320**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh inteligentního bezpečnostního a řídicího systému v rezidenčním objektu**

Téma anglicky: **Design of an Intelligent Security and Control System in a Residential Building**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte rešerši zaměřenou na aktuální vývojové trendy v oblasti inteligentních domů.**
- 2. V rámci rešerše se zaměřte na běžně požadované funkce systému a funkce nadstandardní.**
- 3. Provedte analýzu stávajících řešení inteligentních systémů (komerčních/open-source).**
- 4. Pro návrh inteligentního zabezpečovacího a řídicího systému zvolte vhodný objekt.**
- 5. Provedte vlastní návrh zabezpečovacího a řídicího systému u vybraného objektu.**
- 6. Provedte ekonomické zhodnocení návrhu systému včetně finančních nároků na provoz systému.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **BURDA, Karel. Základy elektronických zabezpečovacích systémů. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 9788072049677.**
2. **GARLÍK, Bohumír. Inteligentní budovy. Praha: BEN – technická literatura, 2012. ISBN 978-80-7300-440-8.**
3. **KLOSKI, Liza Wallach a Nick KLOSKI. Začínáme s 3D tiskem. Přeložil Jakub GONER. Brno: Computer Press, 2017. ISBN 9788025148761.**
4. **KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3249-7.**
5. **KREIDL, Marcel. Měření teploty: senzory a měřící obvody. Praha: BEN – technická literatura, 2005. Senzory neelektrických veličin. ISBN 80-7300-145-4.**
6. **BASTIAN, Peter. Praktická elektrotechnika. Praha: Europa Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-15. HORST, Jansen. Informační a telekomunikační technika. Praha: BEN, 2004. ISBN 80-86706-08-7.**

Vedoucí diplomové práce:

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

30. listopadu 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

17. května 2019

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Jiří Kasáček

Název diplomové práce: Návrh inteligentního bezpečnostního a řídicího systému v rezidenčním objektu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 13.5.2019

Jiří Kasáček v.r.
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem inteligentního, elektronického, integrovaného systému v části rezidenčního objektu, kde je plánovaná rekonstrukce. Systém bude koncipován tak, aby měl uživatel vysoký komfort při ovládní, nastavení a získávání informací z jednotlivých prvků systému.

Klíčová slova: chytrá domácnost, blender, CATIA, 3D tisk, ESP wifi modul

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the design of an intelligent, electronic, integrated system in a part of a residential building where the reconstruction is planned. The system will be designed in a way that the user has high comfort in controlling, setting and retrieving information from individual system components.

Keywords: smart home, blender, CATIA, 3D printing, ESP wifi modul

Děkuji vedoucímu mé práce panu doc. Mgr. Milanu Adámkovi, Ph.D. za odborné vedení, podnětné připomínky a rady, které mi pomohly při zpracovávání této práce.

Velké díky patří také Ing. Martinu Holainovi za pomoc v části programování řídicího softwaru a webového rozhraní.

Mé poděkování patří také Ing. Radku Foltynovi, který mi poskytl možnost vytištění součástí na jeho 3D tiskárně.

Motto:

„Pokud si neplníš vlastní sny, plníš je někomu jinému...“.

Autor nedohledán

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 POJEM CHYTRÁ DOMÁCNOST	13
1.1 CO ZVÁŽIT PŘED BUDOváním CHYTRÉ DOMÁCNOSTI	13
1.2 CO VŠE CHYTRÁ DOMÁCNOST UMÍ?.....	14
1.2.1 Komfortní funkce	14
1.2.2 Úspory	15
1.2.3 Bezpečnost	15
1.2.4 Přehled o provozu	16
1.2.5 Automatické funkce a scénáře.....	16
1.2.6 Asistenční technologie	16
2 FUNKCE A MOŽNOSTI CHYTRÉ DOMÁCNOSTI	17
2.1 INTELIGENTNÍ OSVĚTLENÍ	17
2.1.1 Typy osvětlení	17
2.1.1.1 Spínaná světla	17
2.1.1.2 Stmívaná světla	17
2.1.1.3 Barevná světla	17
2.1.2 Světelné scény	18
2.1.3 Ovládání osvětlení	18
2.2 INTELIGENTNÍ VYTÁPĚNÍ	18
2.2.1 Topení	18
2.2.2 Ohřev vody	19
2.2.3 Klimatizace	19
2.2.4 Větrání a rekuperace	19
2.3 STÍNICÍ PRVKY	19
2.3.1 Nečastější typy stínících prvků	19
2.3.1.1 Žaluzie	20
2.3.1.2 Rolety	20
2.3.1.3 Markýzy	20
2.3.2 Ovládání stínících prvků	20
2.3.2.1 Manuální ovládání	20
2.3.2.2 Automatické ovládání	20
2.4 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	21
2.4.1 Kamerový systém	21
2.4.2 Alarm	21
2.4.3 Řízení přístupu	22
2.4.4 Elektronický vrátný	22

2.5	INTELIGENTNÍ ZAHRADA	22
2.6	VYHRÍVÁNÍ OKAPŮ, STŘECH A CHODNÍKŮ	23
2.7	MULTIMEDIÁLNÍ SYSTÉM	23
2.8	POČASÍ	23
2.9	DALŠÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....	23
3	VÝBĚR A POPIS OBJEKTU	24
3.1	POPIS OBJEKTU	24
3.2	ÚČEL VYUŽITÍ OBJEKTU PO PLÁNOVANÉ REKONSTRUKCI	24
3.3	ANALÝZA OBJEKTU A OKOLÍ	25
4	POŽADAVKY INVESTORA	26
4.1	VYTÁPĚNÍ	26
4.2	OSVĚTLENÍ	26
4.3	OVLÁDÁNÍ ZÁSUVKOVÝCH OKRUHŮ	27
4.4	SENZORY	27
5	DOSTUPNÁ ŘEŠENÍ	28
5.1	KOMERČNÍ ŘEŠENÍ.....	28
5.1.1	Tradiční specializovaní výrobci, asociace KNX	28
5.1.2	Velcí výrobci spotřební elektroniky „nová vlna“	29
5.1.3	Asijský trh	30
5.2	OPEN SOURCE	30
6	CATIA – KONSTRUKČNÍ SOFTWARE	32
6.1	VÍCE O PRODUKTECH SPOLEČNOSTI DASSAULT SYSTÈMES	32
6.2	VÝZNAMNÍ UŽIVATELÉ.....	33
6.3	ZPŮSOB POUŽITÍ	33
6.4	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	33
6.4.1	Klasický 2D výkres	33
6.4.2	Možnost kotování do 3D modelu	34
6.5	ODKAZY SE ZAJÍMAVÝM STUDIJNÍM MATERIÁLEM	35
6.6	VOLNĚ DOSTUPNÉ CAD ALTERNATIVY K PROGRAMU CATIA.....	35
7	BLENDER – VIZUALIZAČNÍ SOFTWARE.....	36
7.1	PROČ BYL ZVOLEN SOFTWARE BLENDER?.....	36
7.2	O PROGRAMU	36
7.3	ZPŮSOB POUŽITÍ	37
7.4	ODKAZY SE ZAJÍMAVÝM STUDIJNÍM MATERIÁLEM	38
8	3D TISK.....	39

8.1	ZPŮSOB VYUŽITÍ 3D TISKU V DIPLOMOVÉ PRÁCI	39
8.2	ODKAZY A ZAJÍMAVOSTI	40
II	PRAKTICKÁ ČÁST	41
9	VÝBĚR ŘÍDICÍHO SYSTÉMU ELEKTROINSTALACE	42
9.1	POKRYTÍ TECHNICKÝCH POŽADAVKŮ	42
9.1.1	Osvětlení	42
9.1.2	Vytápění a zásuvkové okruhy	43
9.2	VÝBĚR KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE	43
9.2.1	Kabelové a sběrníkové systémy	44
9.2.2	Bezdrátové systémy	44
9.3	VÝBĚR TOPOLOGIE SYSTÉMU	44
9.3.1	Centralizované systémy	45
9.3.2	Decentralizované systémy	45
9.4	VLASTNÍ KONSTRUKCE	45
10	POPIS ELEKTRONICKÝCH OKRUHŮ	46
10.1	SEZNAM ELEKTRICKÝCH OKRUHŮ	46
10.2	ELEKTRONICKÁ SCHÉMATA OKRUHŮ	46
11	ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM OBJEKTU	51
11.1	PZTS	51
11.1.1	Ústředna	53
11.1.2	Klávesnice K32LCD+	53
11.1.3	Detektory	54
11.1.3.1	PIR	54
11.1.3.2	Magnetický kontakt TAP 10	54
11.1.3.3	Požární detektor	55
11.1.4	Příslušenství	55
11.1.4.1	GSM modul	55
11.1.4.2	IP – Rozhraní IP150 SWAN	56
11.1.4.3	Klíčenka REM 15	56
11.1.4.4	Ochranný box	56
11.1.4.5	Záložní akumulátor AKKU SMART 12V/7Ah	57
11.1.4.6	Piezosíreňa vnitřní	57
11.1.5	Nulový tarif	58
11.2	KAMEROVÝ SYSTÉM CCTV	58
11.2.1	Blokové schéma propojení CCTV	58
11.2.2	Kamera HIKVISION DS-2CD2135FWD-I(S)	58
11.2.3	Síťový video-rekordér DS-7108NI	59
12	NÁVRH ŘÍDICÍHO SYSTÉMU	60

12.1	JÁDRO SYSTÉMU – SOFTWARE „TONGO“	60
12.2	VÝBĚR HW PLATFORMY	61
12.3	VÝHODY SYSTÉMU TONGO:.....	63
12.4	API 65	
12.5	VZDÁLENÉ OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU	65
13	POPIS POUŽITÝCH ESP MODULŮ	67
13.1	RELÉ MODUL	67
13.2	LED MODUL.....	68
14	VIZUALIZACE NÁVRHU	70
14.1	VYTVOŘENÍ 3D MODELU OBJEKTU – CATIA	70
14.1.1	Stručný pracovní postup.....	71
14.1.2	Finální výstupy z programu CATIA	71
14.2	VYTVOŘENÍ 3D MODELU OBJEKTU – BLENDER	73
14.2.1	Stručný pracovní postup.....	73
14.2.2	Finální výstupy z programu BLENDER	74
15	VÝVOJ A KONSTRUKCE SYSTÉMU.....	77
15.1	NÁVRH KRABÍČKY TECHNOLOGIÍ 3D TISKU.....	77
15.1.1	Návrh v CATII	77
15.1.2	Finální výstupy z programu CATIA	77
15.2	VIZUALIZACE OCHRANNÉ KRABÍČKY V BLENDERU	80
15.2.1	Stručný pracovní postup.....	80
15.2.2	Finální výstup z programu blender	81
15.3	3D TISK KRABÍČKY A JEJÍ KOMPLETACE	82
15.3.1	Ukázky fyzických součástí vytištěné krabíčky	83
16	POPIS WEBOVÉ ROZHRANÍ	84
16.1	NÁVOD K OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU.....	84
17	PŘEDPOKLÁDANÉ NÁKLADY SYSTÉMU	85
17.1	NÁKLADY SPOJENÉ S POŘÍZENÍM PZTS.....	85
17.2	NÁKLADY SPOJENÉ S PROVOZEM PZTS.....	86
17.3	NÁKLADY SPOJENÉ S POŘÍZENÍM CHYTRÉ DOMÁCNOSTI	87
17.4	NÁKLADY SPOJENÉ S PROVOZEM CHYTRÉ DOMÁCNOSTI	87
18	SHRnutí STĚŽEJNÍCH BODŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	88
	ZÁVĚR	89
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	90
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	95
	SEZNAM OBRÁZKŮ	96
	SEZNAM TABULEK.....	98
	SEZNAM PŘÍLOH.....	99

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá problematikou inteligentních systémů v domácnostech. Toto téma jsem si vybral z několika důvodů. Věřím, že je to odvětví, které má obrovský potenciál (hlavně s pozitivním růstem české ekonomiky), protože drtivá většina staveb (domácností) v ČR nedisponuje žádným systémem, který by nějakým způsobem přinášel uživatelský komfort uživateli. Dalším důvodem je možnost aplikace mých dosavadních znalostí z oblasti elektrotechniky, konstrukce, fotografie a obecně prací s multimediálním obsahem.

V úvodní části diplomové práce jsou vyjasněny pojmy, se kterými se v této technologické oblasti můžeme setkat. Dále je uveden výčet a popis dostupných funkcí chytrých domácností nabízené téměř totožně každou instalační firmou. Součástí práce jsou popsány použité nástroje a stručné pracovní postupy, jak s nimi zacházet při tvorbě designu produktu. Pro někoho mohou být tyto informace a postupy velmi přínosné.

V praktické části se řeší již návrh systému, jeho funkčnost a propojení. Součástí diplomové práce budou blokové, elektronické schémata, vizualizace objektu a produktů pro přehlednější pochopení jak systém vypadá a funguje.

Zabezpečení objektu je zpracováno nezávisle na inteligentním systému z důvodu, že z velké části jde o prototypový systém a případné propojení (integrace) by mohlo mít negativní dopad na případné pojistné události.

Návrh řešení se bude ubírat směrem, aby bylo možné systém ovládat pomocí chytrých zařízení přes webové rozhraní a aby v případě výpadku lokální sítě bylo systém nadále možné využívat pomocí manuálních spínačů umístěné na zdech (osvětlení). Některé systémy v případě takového výpadku ztratí komunikaci mezi prvky v systému a ten je z tohoto důvodu zcela nefunkční.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POJEM CHYTRÁ DOMÁCNOST

Hned ze začátku je třeba zdůraznit, že po prostudování velkého množství materiálu jak knižního, tak i článků na internetu nebyla nalezena jednotná definice, ale ani pojmenování celé problematiky. Je možné se setkat s výrazy typu: IQ dům, chytrý dům, IT dům, inteligentní dům, inteligentní domácnost, digitální domácnost atp., ale v konečném důsledku můžeme říct, že se jedná o totéž. Nejlépe vystihujícím výrazem by mohla být „**chytrá domácnost**“ jelikož jde o obecný název, který v sobě může skrývat byt, dům nebo jakoukoli instalaci. [1, 2]

I když jde o definici na internetové stránce wikipedia (která se mnohdy nebere jako relevantní zdroj informací) je níže uvedena v celém znění z důvodu její přesnosti a snadnému porozumění:

- „**Inteligentní dům** (nebo **chytrý dům**) je takový dům, který zajišťuje optimální vnitřní prostředí pro komfort osob prostřednictvím stavební konstrukce, techniky prostředí, řídicích systémů, služeb a managementu. Je efektivní ekonomicky, energeticky i z hlediska působení na vnější prostředí a umožňuje víceúčelové použití a rekonfigurace. Inteligentní dům reaguje na potřeby obyvatel s cílem zvýšit jejich pohodlí, zpříjemnit jim zábavu, zaručit co nejvyšší bezpečí a snížit náklady na provoz. Často se také používají termíny jako digitální domácnost, digitální dům nebo chytrý dům. [3]

1.1 Co zvážit před budováním chytré domácnosti

Nejdůležitější věci, kterými je nezbytné se zabývat před budováním chytré domácnosti:

- Velmi důležitým krokem je zvážení jak velký stupeň chytré domácnosti chceme vůbec integrovat. Jaké spotřebiče, zařízení a elektronické okruhy budeme chtít ovládat a také zda se implementace bude provádět již při stavbě nového objektu, v objektu připravenému k rekonstrukci či v hotovém obydleném objektu bez možnosti interních úprav (bourání zdí, rozvody atp.). Je to ta nejdůležitější část, od které se dále odvíjí výběr prvků, volba dodavatele, způsob a množství drátových rozvodů či implementace bezdrátového systému. [1, 4]
- V případě nedostatečných finančních prostředků, ale současně přetrvávajícího zájmu integrace chytré domácnosti, zvolíme modulární systém, který se dá budovat postupně. Zde je nutné mít v objektu zabudovaný kvalitní kabelový rozvod (nejlépe

základní infrastrukturu i spolu s ethernetem). Pokud tomu tak není, je to první část projektu, do které by se mělo zainventovat, protože v důsledku může ušetřit velké množství dodatečné práce, financí a času. [1, 4]

- Důležité je brát v potaz také to, že dodavatel systému nemusí za dobu několika let vůbec existovat. Požadovaný systém by od prvních návrhů měl být koncipován jako otevřený a doplnitelný třetí stranou (zajištění kompatibility). Určitě nechceme, aby kvůli úpadku firmy nebylo možné systém nadále rozvíjet nebo bychom museli pořizovat systém zcela nový. [1, 4]
- Je nutné si ujasnit, jestli budeme chtít využívat aplikaci na chytrém zařízení (mobil, tablet apod.) nebo jinou formu vzdálené správy. [1, 4]
- Pokud by nám stačilo v rámci chytré domácnosti ovládat pouze menší počet spotřebičů, pak taková investice nemusí vůbec být finančně náročná. [1, 4]

Rozdíly chytrých domácností ve skutečnosti spočívají pouze ve stupni integrace a také v tom, jak moc si ji necháme zajít do našeho života. Chytrou domácností může být i taková, v rámci které je instalováno jen malé množství prvků. [1, 4]

Za chytrou domácnost lze považovat do jisté míry i to, pokud například klient požaduje pouze vzdálené ovládání topení pomocí zaslání SMS předtím, než dorazí domů. Pro shrnutí tedy můžeme konstatovat, že instalace chytré domácnosti nemusí nutně znamenat vysoké počáteční investice. [1, 4]

1.2 Co vše chytrá domácnost umí?

Funkce chytré domácnosti můžeme rozdělit na několik kategorií:

1.2.1 Komfortní funkce

Sepnutí hlavního osvětlení (popřípadě stmívání), dekorativní osvětlení, sepnutí osvětlení v nočních hodinách přes PIR senzor, otevírání garážových vrat, ovládání žaluzií, regulace teploty topných těles (v případě samostatných topných okruhů v každé místnosti oddělená, nezávislá regulace). K dispozici by také mělo být několik způsobů jak systém ovládat, například přes chytrý telefon, dotykový panel, tablet, program nebo webové rozhraní popřípadě ovládání hlasem. [1]

1.2.2 Úspory

Hlavní úsporou může být v automatickém řízení regulace vytápění a klimatizace (časové spínání nebo se zpětnou vazbou na termostat) tak, aby nedocházelo k přetápění objektu. Dále se u tohoto bodu (úspory) zmiňuje spousta scénářů, které mohou být velmi spekulativní až zavádějící, obecně ale platí, že se projeví spíše u rozsáhlejších objektů než u menších jednotek. Důležité je zohlednit pořizovací cenu systému, jeho vlastní spotřebu a také to jak dlouho vydrží. [1]

1.2.3 Bezpečnost

Bezpečnost může být rozdělena do více sekcí:

- **Bezpečnost objektu** – při špatném počasí se například mohou v závislosti na síle větru nebo padání krup zatáhnout žaluzie, aby nedošlo k poničení oken budovy. Senzorem zatopení můžeme detekovat technickou havárii v podobě prasklého potrubí ve sklepech, čímž zajistíme okamžitou detekci závažné situace. Také je možné integrovat do systému ústřednu PZTS s připojenými senzory a detekovat tak možné narušení (vniknutí) do zájmového objektu. Detekce narušení může být přeposlána např. pouze nám na chytrý telefon nebo současně na DPPC provozované bezpečnostní agenturou. [1]
- **Bezpečnost uživatelů** – v objektu může dojít k nepříjemným situacím, které mohou být i životu nebezpečné, proto je dobré se před nimi chránit. Jednou takovou situací může být vypuknutí požáru v době pozdních nočních hodin, kdy všichni uživatelé spí. Stalo se již velké množství situací, že se oběti udusily kouřem ve spánku. Je proto doporučeno mít v obydlí nainstalovaný kouřový hlásič, který v případě detekce požáru začne hlasitě pípat a zajistí tak případné probuzení obyvatelů objektu nebo stejně tak může být automaticky propojen na systém, který dá vědět o této události záchrannému hasičskému sboru. Neméně nebezpečnou situací může být únik látky – oxidu uhelnatého z nedokonalého spalování a z karmy. Zákeřnější o to více je fakt, že i pokud jsou uživatelé bdělí, není možné tento únik detekovat (zrakem či čichem). Je proto rovněž doporučeno vybavit systém detektorem oxidu uhelnatého, který uživatele upozorní na jeho výskyt. Reakce by měla být neprodlené otevření oken a opuštění objektu. Pokud se v okolí objektu nachází bazén a v rodině jsou malé děti, zajímavým řešením může být detektor zvlnění hladiny

vody (pád dítěte do bazénu). Jako prevence je pro zpřístupnění takových míst dítěti doporučeno zejména využití mechanických zábran. [1]

1.2.4 Přehled o provozu

O tom, co se v naší domácnosti děje, o zjištění stavu systému či teplot, případně o provedení změny můžeme dostávat informace SMS zprávou. Vše je možné provést pomocí webového rozhraní nebo přes aplikaci v chytrém zařízení atp. [1]

1.2.5 Automatické funkce a scénáře

System může být definován pomocí tzv. scénářů. Jde o předem vytvořené události typu: „Co se stane, když...?“. Na základě určené veličiny jako je čas, teplota, osvětlení, pohyb, uzamčení atp., se automaticky provádějí předem nastavené operace. Na základě jednoho povelu nebo události (např. při setmění) je možné vykonat několik činností (zatáhnout žaluzie, rozsvítit světla, a jiné.). [1]

1.2.6 Asistenční technologie

Hlasové a dálkové ovládání pro imobilní osoby, zvukové zprávy pro nevidomé reprodukcí předem namluvené informace. [1]

2 FUNKCE A MOŽNOSTI CHYTRÉ DOMÁCNOSTI

V následujících podkapitolách jsou uvedeny nejčastější možnosti využití inteligentních elektroinstalací v domácnostech.

2.1 Inteligentní osvětlení

Jedná se o nejčastěji řešenou oblast v chytrých domácnostech. Díky ní lze ovládat běžně dostupné typy elektrických svítidel, které se v domě nachází, ať už se jedná o klasickou žárovku, LED světla, LED pásy, svítidla spínaná i stmívaná, venkovní osvětlení, osvětlení pro navigaci nebo noční osvětlení. Taktéž lze ovládat osvětlení obrazů a vitrín, osvětlení vánoční, barevné a mnoho dalších. Prostřednictvím ovládání lze svítidla zapínat, vypínat, měnit jejich intenzitu, barvu nebo nastavit blikání. [5, 6] Jednotlivé funkce je možné měnit kdykoli podle potřeby. [8]

2.1.1 Typy osvětlení

Osvětlení se můžeme rozdělit následovně:

2.1.1.1 *Spínaná světla*

Zdroj světla rozeznává pouze stavy vypnuto a zapnuto, nelze upravovat jeho intenzitu ani barvu. Je možné spínat jakékoli druhy žárovek i LED osvětlení. Tato světla se využívají zejména tam, kde není kladen důraz na rozmanitost osvětlení, jako je garáž, schodiště, denní chodby atd. [5]

2.1.1.2 *Stmívaná světla*

U tohoto typu svítidel lze regulovat intenzitu světla u svítidel, která jsou k tomu konstrukčně uzpůsobena. Uplatnění nachází například v obývacím pokoji, koupelně na toaletě nebo v nočních chodbách. [5]

2.1.1.3 *Barevná světla*

Barevná svítidla, jak už tomu název napovídá, umožňují měnit jejich barvu. Nejčastěji se tak děje prostřednictvím barevných LED pásků, které se využívají jako náladové nebo tónovací osvětlení např. v podhledech, v ložnici jako noční osvětlení, v koupelně či v sauně. [5]

2.1.2 Světelné scény

V místnostech, kde se nachází více různých typů osvětlení lze využít světelné scény, označované též jako světelné nálady. Jedná se o předem uložené nastavení určitého světla nebo pro kombinaci více světel v místnosti. Tímto způsobem je možné nastavit více světelných scén. [5, 6]

2.1.3 Ovládání osvětlení

Osvětlení je ovládáno pomocí nástěnných spínačů, prostřednictvím kterých je možné ovládat jednotlivá svítidla přímo nebo nastavit předvolenou světelnou scénu. Vše je uskutečnitelné díky nastavené kombinaci různých typů stisku spínače, kdy je možné stiskem světlo rozsvítit, zhasnout, krátkým stiskem nastavit intenzitu světla, která byla naposledy použita a dlouhým stiskem pak naopak snižovat světelnou intenzitu. Rovněž lze využít dvojtisk či trojtisk. [5]

Pro chodby, předsíně či šatny lze nastavit ovládání osvětlení pohybem. Svítidla mohou být ovládána i automaticky, kdy je možné v určitém čase nebo situaci světlo nebo světelnou scénu zapnout či vypnout. Toho lze třeba využít pro rozsvícení svítidla v garáži v momentě, kdy dojde k otevření garážových vrat. [5]

Všechna osvětlení, volba a tvorba světelných scén se dá vytvořit i z ovládacího rozhraní, prostřednictvím počítače, tabletu nebo telefonu. [5]

2.2 Inteligentní vytápění

Inteligentní vytápění můžeme rozdělit do následujících kapitol:

2.2.1 Topení

Jednou z nejpřínosnějších možností inteligentního domu je ovládání topení, které může mj. ušetřit provozní náklady domu. Prostřednictvím řízení lze ovládat teplotu v jednotlivých místnostech zvlášť, pro což je možné využít i předem navolený program. Je možné spravovat jakékoli topné systémy – radiátory, přímotopy, infrapanely, podlahové topení. Rozdílné zdroje tepla je možné kombinovat. [5] Systém je schopný na základě daných vstupních údajů vyhodnotit, kdy je nutné začít vytápět, aby bylo v požadovaný čas dosaženo určité teploty. [6]

2.2.2 Ohřev vody

Mimo ovládání tepelných zdrojů je možné řídit i ohřev teplé vody, kdy lze nastavit určitou teplotu vody nebo vypnout automatické ohřívání vody. V nepřítomnosti v domě je možné rovněž vypnout cirkulaci teplé vody. [5]

2.2.3 Klimatizace

Nastavený řídicí systém v domácnosti může podle předem nastavené teploty a dalších parametrů vyhodnotit, jestli je nutné topit nebo chladit. Největším přínosem vytápění pomocí inteligentní elektroinstalace je možnost propojení s dalšími systémy domu, jako jsou třeba žaluzie, které mohou zabránit přehřívání místností v letních měsících. [5]

2.2.4 Větrání a rekuperace

Řízeného větrání je nejčastěji využíváno v koupelně, na záchodě, v kuchyně nebo také v garáži prostřednictvím vhodného ventilátoru, který odsaje vlhký nebo znečištěný vzduch z místnosti. Odvedený vzduch lze prostřednictvím rekuperačních výměníků znovu využít jako zdroj tepla. [5]

2.3 Stínicí prvky

Těchto prvků je využíváno zejména ke stínění proti slunečnímu záření, ale rovněž mohou být využity pro ovlivnění teploty v místnosti, jako bezpečnostní prvek nebo pro vyšší soukromí. [5] Programy pro správu inteligentního domu zabrání přehřívání nebo ochlazování vnitřních prostor a automatické ovládání stínicích prvků může reagovat na aktuální počasí, denní dobu a roční období.[8]

2.3.1 Nečastější typy stínicích prvků

Mezi základní prvky pro stínění patří žaluzie a rolety, které stíní prosklené plochy oken, dveří nebo stěn. Je možné je instalovat před okno z venku (venkovní) nebo dovnitř (interiérové). Pro jejich ovládání je nezbytné, aby všechny stínicí prvky byly ovládány elektricky. [5]

2.3.1.1 Žaluzie

Jejich výhodou je to, že je díky nim možné plynule regulovat množství světla, které proniká do místnosti. Natáčením lamel je možné zastínit požadovaný prostor a přitom zachovat dostatečné množství denního světla. [5]

2.3.1.2 Rolety

Oproti žaluziím se jedná o stínicí prvek, u kterého není možné naklápět lamely, ty jsou stále ve svislé poloze, a tak není možné regulovat průchod denního světla. Výhodou rolet je naopak lepší tepelná i hluková izolace a vyšší bezpečnost. [5]

2.3.1.3 Markýzy

Těchto prvků je využíváno pro stínění pergol, balkonů nebo teras a rovněž mohou sloužit jako lehké zastřešení. [5] V případě nepříznivého počasí jakým je silný vítr nebo bouřka je možné ve spojení s meteostanicí nastavit, aby se markýza automaticky zatáhla. [8]

2.3.2 Ovládání stínících prvků

Způsoby ovládání stínících prvků:

2.3.2.1 Manuální ovládání

Nejjednodušším způsobem ovládání stínících prvků je pomocí nástěnných spínačů, kdy jsou potřeba dvě tlačítka – jedno pro jízdu dolů a druhé pro jízdu nahoru. Dalším stiskem tlačítka je možné pohyb zastavit v požadovaném místě. U žaluzií je možné prostřednictvím těchto tlačítek regulovat naklopení lamel. Různou intenzitu stisku a kombinaci stisků pro požadované funkce lze nastavit. Samozřejmostí je nastavení, díky kterému lze ovládat jednotlivé prvky jednotlivě nebo jako skupiny. Vše je možné ovládat rovněž z ovládacího rozhraní, pomocí počítače, tabletu nebo mobilního telefonu. [5]

2.3.2.2 Automatické ovládání

Jednotlivé stínicí prvky i jejich předem nastavené skupiny lze ovládat i automaticky na základě nastaveného časového harmonogramu pro stínění nebo regulaci teploty. [5]

Možnosti automatického ovládání:

- 1) Časové – využití zejména pro zachování soukromí v nastavených časech nebo v závislosti na nějaké události, např. východ a západ slunce. [5]
- 2) Poloha slunce – zeměpisné umístění domu, orientaci oken, dráhu slunce na obloze a úroveň slunečního svitu je možné využít pro využití kopírování pohybu slunce během dne a stínit tam, kde je to zrovna potřeba. [5] Výhodou je zejména využití solární energie v době nepřítomnosti, která bude využita na bezplatné vytápění v zimě a naopak v létě stínící prvky chrání místnosti před přetopením. [6] Slabinou je to, že pokud není v rámci inteligentní elektroinstalace využívána meteostanice, tak není možné určit, jestli slunce svítí nebo je schováno za mraky. [5]
- 3) Regulace teploty – prostřednictvím stínících prvků lze regulovat teplotu v místnostech v závislosti na ročním období a potřebě stínění. [5]
- 4) Nouzové automatické vytažení – toho je využíváno buď v případě silného větru, který by mohl stínící prvky (ty které nejsou uzpůsobené k ochraně objektu) poškodit nebo v případě aktivního alarmu pro zabezpečení domu. [5]

2.4 Zabezpečovací zařízení

Inteligentní dům pomáhá zajistit vyšší bezpečnost i v době nepřítomnosti. Vše lze kontrolovat dálkově pomocí GSM sítě, internetu atp. [7]

2.4.1 Kamerový systém

Využití kamerového systému je zejména na monitorování a záznam dění v okolí domu v době nepřítomnosti jeho obyvatel. Kamery tvoří součást zabezpečovacího zařízení a na rozdíl od zabezpečovacího systému mohou jet nepřetržitě a není třeba je pravidelně aktivovat. V inteligentní domácnosti je možné provázat zabezpečovací zařízení s kamerovým systémem, kdy je v případě spuštění alarmu možné získat obrazovou informaci. Kameru lze využít i jako tzv. elektronického vrátného a propojit ji např. s domovním zvonkem. [5]

2.4.2 Alarm

Alarm má ochrannou funkci, ať už proti nežádoucímu pohybu kolem domu nebo na indikaci kouře a vysoké teploty v případě požáru. Alarm může rovněž indikovat větší množství

vody na podlaze. [5] V rámci inteligentní elektroinstalace dokáže dům po detekci narušení zareagovat rozsvícením a rozblíkním světel, zablokováním důležitých tlačítek (otevírání a zhasínání), blokování nebo zatažení stínící techniky, zaslání zprávy o narušení objektu a aktivace sirény a bezpečnostní mlhy. [8] Některé situace dokáže nastavený systém sám vyhodnotit a zareagovat na ně např. uzavřením přívodu vody nebo plynu. Jeho výhodou je zejména provázanost s ostatními systémy, kdy lze při aktivaci provést kontrolní úkony, např. zhasnutí světel, regulaci vytápění, kontrolu zavření oken. [5]

2.4.3 Řízení přístupu

Prostřednictvím řízení přístupu lze ovládat jednotlivé vstupy na pozemek či do domu, jako jsou vjezdové brány, garážová vrata či vchodové dveře. Podmínkou pro možnost dálkového řízení je elektrické ovládání zámku nebo pohonu. [5] Pro přístup do domácnosti lze využít elektronický klíč neboli čip, který stačí přiložit ke čtečce u jakýchkoli dveří. Díky tomuto klíči navíc dům rozpozná, kteří členové domácnosti jsou právě doma, čehož je možné využít v automatických nastaveních jednotlivých funkcí v inteligentním domě. Přístupový systém lze sledovat a ovládat na dálku. [8]

2.4.4 Elektronický vrátný

Jedná se o domácí telefon nebo interim, který umožňuje bezpečnou komunikaci s příchozími u vchodových dveří nebo u brány. Možností jsou audio-interkomy umožňující pouze přenášení zvuku nebo video-interkomy, které přenáší i obraz ať už jednosměrně nebo obousměrně. Záznamy lze ukládat. [5]

2.5 Inteligentní zahrada

Inteligentní elektroinstalaci je možné uplatnit i na zahradě, a to nejčastěji pro řízení zavlažovacího systému, který lze rozdělit do několika sekcí, aby ho bylo možné využít jak pro zavlažování trávníku, tak pro zavlažování jednotlivých rostlin či kapkovou závlahu. [5]

Možností využití na zahradě je také nastavení ovládání technologií u bazénu, rybníčku nebo jezírka. Dálkově lze řídit čerpadlo, provzdušňování filtraci atd. [5] V bazénu je možné rovněž nastavit protiproud, teplotu vody, regulovat výšku hladiny vody pomocí tlakového čidla nebo kontrolovat kvalitu vody. Dálkově lze ovládat i bazénový kryt. [6]

Na zahradě může být rovněž využito inteligentní osvětlení, které bylo rozebráno v podkapitole 3.1.

2.6 Vyhřívání okapů, střech a chodníků

Pro zachování funkčnosti okapového systému zejména v zimních měsících je prostřednictvím inteligentní instalace možnost nastavení a ovládání vyhřívání okapů, svodů či jiných vpustí. U plochých střech, případně u střech s nízkým sklonem, je pro ochranu konstrukce střechy před velkým množstvím sněhu možné využít funkci vyhřívání střechy. Pro odstranění sněhu či náledí z venkovních ploch, jako jsou chodníky a příjezdové cesty je možné pomocí topných kabelů využít funkci vyhřívání. [5]

2.7 Multimediální systém

Díky audio nebo video systému je možné využít přehrávání hudby i filmů v jednotlivých místnostech nebo v nastavených zónách, kdy zdrojem multimédií může být centrální úložiště, mobilní telefon, internet, rádio či satelitní vysílání. [5] Ve stejnou chvíli mohou hrát různé zdroje hudby stejnou hudbu v různých místnostech. Hudba jde spustit například příchodem do místnosti a odchodem se znovu vypne. Stejně tak je možné systém napojit na zabezpečovací zařízení. [6] Všechna multimédia v domácnosti lze ovládat prostřednictvím jednoho ovladače. Hudbu lze také doplnit o světelné scény. [8]

2.8 Počasí

Monitorování informací o aktuálním počasí umožňuje meteostanice. Údaje z měření předává řídicímu systému domu, který je dále vyhodnocuje a případně na ně reaguje. Sledovanými údaji jsou hlavně teplota, síla a směr větru, intenzita slunečního svitu, množství srážek, atmosférický tlak a vlhkost vzduchu. Zjištěné údaje lze například využít pro funkci rozmrazování okapů, chodníků a střech, pro zavlažování na zahradě nebo na ovládání stínicích prvků. [5] Inteligentní dům si podle údajů z meteostanice dokáže nastavit energetickou spotřebu. [8]

2.9 Další možnosti využití inteligentní elektroinstalace

- Provozní technologie, zařízení a systémy v domě, kterými mohou být kotelna, přečerpávací nádrže, fotovoltaika, sauna, parní komora, whirlpool atd.

3 VÝBĚR A POPIS OBJEKTU

Ve vybraném objektu je plánovaná rekonstrukce dlouhodobě nevyužívané části, původně určené k hospodářským účelům. Bývalá stodola a několik přilehlých hospodářských místností budou po následné rekonstrukci sloužit jako samostatná bytová jednotka určená pro ubytování návštěv nebo ke krátkodobému pronájmu.



Obrázek 1 Letecký snímek vybraného objektu z www.mapy.cz

Na obrázku můžeme vidět pohled seshora na komplex budov pozemku. Zainteresovaná část (výměnek určen k rekonstrukci) se nachází na spodní straně obrázku. Přesná adresa objektu po konzultaci s vlastníkem nebude zveřejněna.

3.1 Popis objektu

Jedná se o malý obytný prostor v bývalé hospodářské budově statku z konce 19. století, dále v textu označovaný také jako „výměnek“. Řešený objekt je po částečné rekonstrukci.

3.2 Účel využití objektu po plánované rekonstrukci

Investor má v plánu tento malý, jednopodlažní byt s dispozicí 1+kk využívat zejména pro ubytování hostů nebo pronájem přes webové portály např. AirBNB.

3.3 Analýza objektu a okolí

Objekt se nachází v odlehlé, poklidné části města. V blízkém okolí objektu se nenachází žádné místa se zvýšeným výskytem cizích osob. Jediné takové místo je hospoda cca 500 m od zájmového objektu, lidé zde chodí (i odchází) směrem z centra města, tudíž opačným směrem než se nachází analyzovaný objekt.

V objektu a jeho okolí se často vyskytují různé druhy zvířete. Kočky, pes majitele, drobné ptactvo, ježci atp.

V této části města není riziko zvýšené kriminality, tudíž zabezpečení objektu je řešeno tak, aby cena zbytečně nepřevyšovala únosnost rizika. Chráněné zájmy uvnitř objektu nejsou nepostradatelné. Tudíž zabezpečení objektu bude řešeno převážně pomocí klasických PIR detektorů uvnitř objektu a magnetických kontaktů umístěné na všech oknech a dveřích na úrovni plášťové ochrany. To vše bude propojeno na zabezpečovací ústřednu, která bude případné události vyhodnocovat.

V rámci bezpečnosti napomáhá již nainstalovaný kamerový systém, který snímá pouze plochu pozemku majitele a je prováděn záznam. Kamery pak mohou sloužit k případnému dohledání potenciálních incidentů a zároveň působí na případné pachatele i jako odstrašující okolnost. Kamery disponují IR přísvitem, tudíž je prováděn kvalitní záznam i v naprosté tmě.

Zabezpečení objektu má také působit jako dobrá vizitka hostitele pro případné návštěvy či pro osoby, které se rozhodnou objekt krátkodobě pronajmout. Jistě ocení zabezpečení osobního majetku v době nepřítomnosti.

4 POŽADAVKY INVESTORA

S majitelem nemovitosti byly probrány funkce a možnosti chytré domácnosti. Investor v řešeném objektu požaduje následující:

4.1 Vytápění

Vzhledem k nízké frekvenci a účelu užívání se investor rozhodl pro vytápění objektu formou topných elektrických infrapanelů. Byt má být rozdělen na 3 topné zóny:

- obývací pokoj,
- průchozí místnost s kuchyní a sprchovým koutem,
- toaleta.

Investor dále požaduje:

- nezávislou regulaci s možností odstavení jednotlivých topných zón,
- pro jednoduchost obsluhy je požadován jeden přehledný nástěnný ovládací prvek,
- vzdálené ovládání a konfigurace vytápění (správcem objektu) z libovolného mobilního zařízení (mobilní telefon, tablet, notebook) prostřednictvím internetu.

4.2 Osvětlení

Hlavní osvětlení interiéru a exteriéru má být rozděleno do těchto světelných okruhů:

- obývací pokoj,
- vchodový prostor s kuchyní,
- prostor před sprchovým koutem,
- toaleta,
- venkovní osvětlení nad vchodem.

Dekoratивní osvětlení má být použito na:

- podsvícení kuchyňské linky (bílý LED pásek),
- volitelné podsvícení nábytku (RGB pásek)
- investor požaduje ovládání hlavního i dekorativního osvětlení pomocí nástěnných spínačů s možností dálkového ovládání pomocí mobilního zařízení přes internet/lokální síť,

- možnost ovládání osvětlení pomocí vybraných senzorů (PIR, magnetické kontakty) zabezpečovacího zařízení.

4.3 Ovládání zásuvkových okruhů

Investor požaduje nouzové, vzdálené odpojení zásuvkových okruhů 1 a 2 a odpojení elektrického boileru/průtokového ohřívače v kuchyni a koupelně.

4.4 Senzory

V objektu bude využito senzorů pro:

- vzdálené i lokální zobrazení pokojových teplot (3 topné zóny),
- vzdálené i lokální zobrazení TUV (při variantě s elektrickým boilerem),
- vzdálené i lokální zobrazení venkovní teploty,
- kouřový hlásič,

Důraz je kladen na intuitivní a komfortní ovládání všech základních funkcí elektroinstalace (osvětlení, vytápění, multimédia) ubytovanými osobami.

5 DOSTUPNÁ ŘEŠENÍ

Na trhu dnes existuje řada firem zabývajících se vývojem a výrobou systémů pro vybudování inteligentní elektroinstalace. V posledních letech trend „chytrých zařízení“ výrazně stoupá a o segment chytrých domácností se kromě tradičních firem začíná zajímat stále více výrobců spotřební elektroniky i výpočetní techniky. [39]

Dostupná řešení můžeme primárně rozdělit do 2 základních kategorií: komerční a otevřené (open-source). Obě skupiny obsahují velký počet systémů, které se neustále rozšiřují, zdokonalují a stále přibývají nové. Výrazným akcelerátorem tohoto trendu je i vzestup tzv. „internetu věcí“ [39]

5.1 Komerční řešení

5.1.1 Tradiční specializovaní výrobci, asociace KNX

Do této kategorie patří v první řadě společnosti, které se vývojem inteligentních instalací zabývají řadu let a stály u jejich vzniku. Jedná se o většinu známých výrobců standardních elektroinstalačních přístrojů a zařízení (jističe, proudové chrániče, časová relé apod), kteří začali s příchodem a rozšířením mikrokontrolérů v 80. letech 20. století hledat možnosti jak automaticky a vzdáleně regulovat spotřebu elektrické energie rozsáhlých instalací ve velkých objektech. Vznikala první řešení sběrníkových systémů, které umožňovala akčním členům a senzorům komunikovat s centrální řídicí jednotkou a provádět požadované funkce podle jejich příkazů. Díky tomu došlo také k výrazné redukci kabelových rozvodů. Se zásadní změnou přišla firma Siemens, která vyvinula decentralizovaný sběrníkový systém. Jednotlivá zařízení komunikují na sběrnici mezi sebou bez nutnosti řízení centrální jednotkou pouze podle svého vnitřního programu a nastavení. Tímto směrem se ubírala také většina dalších výrobců a vyvíjela svá řešení sběrníkových systémů, které však byly uzavřené a vzájemně nekompatibilní. Začaly tak vznikat první asociace výrobců, které měly za cíl sjednotit technickou koncepci a standardizovat komunikační protokol těchto systémů. Důvodem byla nedostatečná kapacita jednotlivých výrobců pokrýt všechny potřebné funkce systémů (vytápění, osvětlení, řízení žaluzií atp.). Tímto způsobem bylo možné rozšířit sortiment nabízených produktů na trhu. Jedná se například o německou asociaci Instabus, kterou v roce 1987 iniciovala firma Siemens AG, nebo francouzskou asociaci BatiBus a několik dalších i mimo Evropu. Během následujících let bylo postupným jednáním do-

hodnuto spojení všech významných skupin a v roce 1999 byla založena mezinárodní asociace KNX, která dnes sdružuje víc než 470 výrobců a více než 83000 servisních partnerů. [39]

Dále existuje na trhu řada uzavřených systémů menších výrobců, které cílí především na bytový sektor. Jedná se většinou o centralizované sběrníkové nebo bezdrátové systémy pro řízení chytrých domácností, rezidencí a hotelů. Návrh, instalace a servis těchto systémů bývá většinou realizován pouze prostřednictvím certifikovaných partnerů, podobně jako u KNX. Mezi tyto firmy s výrazným podílem na českém trhu patří například tuzemští výrobci Elko EP a Jablotron, Loxone (Rakousko), Control 4 (USA) a Fibaro (Polsko). [39]

5.1.2 Velcí výrobci spotřební elektroniky „nová vlna“

S rostoucím zájmem spotřebitelů o „chytrá zařízení“ se snaží stále více velkých výrobců spotřební elektroniky a výpočetní techniky zaměřovat i na segment chytrých domácností. Jedná se většinou o jednoduché bezdrátové systémy pro ovládání osvětlení, monitorování teploty a vlhkosti vzduchu, monitorování prostoru pomocí IP kamer, pohybových detektorů atd. [40]

Tyto systémy se většinou snaží k bezdrátovému přenosu dat mezi prvky použít existující WiFi sítě, popřípadě její kombinaci s některým z nízkoenergetických rádiových komunikačních standardů (Bluetooth LE, ZigBee). Tyto standardní komunikační technologie dovolují rovněž zajistit kompatibilitu mezi jednotlivými systémy, i když v současné době výrazně v nižší míře než je tomu například u KNX. Aktuálně se většina největších hráčů snaží spíše o opak – vytvoření svého uzavřeného ekosystému s co nejsilnější pozicí na trhu. [40]

Hlavními přednostmi těchto systémů má být výrazně nižší pořizovací cena, která může být i desetinou oproti systémům specializovaných výrobců. Další silnou stránkou těchto společností je masivní vývojová kapacita a vlastní pokročilé technologie, díky kterým mohou nabídnout kvalitní a intuitivní ovládací aplikace pro mobilní zařízení včetně cloudových služeb dodávaných ke svým produktům většinou zcela zdarma. Mezi tyto výrobce patří například Apple, Google, Samsung, Philips nebo Xiaomi. [40]

5.1.3 Asijský trh

Na pomalu rostoucí trend chytrých domácností reaguje také velice rychle i asijský trh. Existuje mnoho zařízení a systémů od neznámých výrobců, které zaujmou především velmi nízkou pořizovací cenou vzhledem k někdy až velmi kvalitnímu provedení. Největší slabinou těchto produktů bývá bohužel ve většině případů velmi nekvalitní software, často jen v čínštině bez jakékoliv technické podpory. Ale i zde začínají někteří výrobci zaměřovat svou pozornost a rozšiřují podporu svých produktů do mnoha zemí mimo Asii. Příkladem mohou být i produkty nesoucí značku SONOFF čínského výrobce Itead, které lze již koupit v oficiální distribuci například i v tuzemském internetovém obchodě ALZA. Ještě před několika měsíci byla tato zařízení dostupná pouze přes zahraniční portály jako je ebay.com nebo aliexpress.com. Produkty SONOFF spolu s ostatními výše zmíněnými neznámkovými prvky jsou velmi rozšířené především v komunitě bastlířů a technicky znalých jedinců, kteří tyto velmi levné komponenty kombinují s open-source systémy pro domácí automatizaci. [41]

5.2 OPEN SOURCE

Alternativním řešením pro návrh a realizaci inteligentní instalace je použití některého z otevřených systémů. V této kategorii se velmi často používá pojem „domácí automatizace“. Jedná se o otevřené projekty, které jsou díky opravdu početné komunitě uživatelů a vývojářů pravidelně aktualizovány a rozšiřovány o nové funkce. [41]

Příkladem je jeden z nejrozšířenějších systémů s názvem OpenHAB, který je díky programovacímu jazyku Java dostupný v několika distribucích pro platformy Windows, MacOS a Linux. Systém je nejčastěji provozován na zařízení Raspberry PI nebo také jako přídatný modul v síťových úložištích značky Synology. Pomocí webového rozhraní nebo speciálních skriptů může uživatel konfigurovat všechny potřebné prvky instalace, určit jejich zařazení do místností, pater a objektů. [41]

Velmi silnou stránkou (nejen) systému OpenHAB je především kompatibilita s řadou zařízení třetích stran, které dovedou se systémem komunikovat. Toto umožňuje rozsáhlá knihovna komunikačních modulů, které po velmi jednoduché instalaci rozšíří funkcionalitu systému podle požadavků uživatele. Například lze systém jednoduše rozšířit o sběrnici ModBUS nebo bezdrátovou síť ZigBee. Podmínkou je zakoupení některého z mnoha podporovaných převodníků, které bývají cenově velmi dostupné. Komunikační moduly

jsou pro zařízení třetích stran vyvíjeny s oficiální podporou výrobce (dokumentace a popis protokolu), ale také v mnoha případech uzavřených systémů pomocí reverzního inženýringu. Díky tomuto přístupu lze k systému přímo párovat například oblíbené bezdrátové žárovky Philips HUE nebo Ikea TRÅDFRI bez nutnosti použití originální brány (tj. převodníku z WIFI/ETHERNET na ZigBee). [42]

Přestože tyto systémy disponují velmi kvalitní a podrobnou dokumentací, konfigurace tohoto systému vyžaduje pokročilé technické znalosti a značnou míru trpělivosti při studiu dokumentace a celého principu funkce. Díky tomu lze však s tímto řešením realizovat velmi rozsáhlé instalace s téměř neomezeným množstvím časových plánů, scén a automatizačních funkcí. [42]

Významnou částí funkcionality je i možnost ukládání měřených údajů ze všech vstupních senzorů do databáze a jejich následná vizualizace ve formě grafů. Lze tak přehledně monitorovat například průběhy teplot v jednotlivých místnostech, spotřebu elektrické energie atd. [42]

Je důležité zmínit, že tento rozšířený centralizovaný systém přináší do instalace velkou míru rizika spolehlivosti. Jedním z faktorů je provoz vlastního systému například na zařízení raspberry, který může být ovlivněn stabilitou operačního systému, obzvláště pokud na tomto zařízení běží další aplikace. Častým problémem mnoha uživatelů je také nízká životnost paměťových karet (SD a mikro SD), které jsou primárně hlavním úložištěm. Tento faktor lze minimalizovat úpravou konfigurace operačního systému, omezením zápisu měřených veličin nebo nahrazením paměťového média za alternativu s větším počtem zápisů. Tyto úpravy však vyžadují pokročilou znalost problematiky. [42]

Druhým faktorem je samotná komunikace centrálního systému s jednotlivými prvky instalace, která v mnoha případech bývá realizována pomocí WiFi sítě. Stabilita těchto sítí může být v některých hustě obydlených lokalitách velmi proměnlivá [42]

Přesto všechno je díky těmto otevřeným systémům možné vytvořit velmi zajímavá a komfortní řešení domácí automatizace bez nutnosti stavebních úprav a především s velmi nízkou pořizovací cenou. [42]

Mezi nejpoužívanější systémy kromě OpenHAB patří také HomeAssistant, Domoticz, Calaos, OpenMotics a ioBroker. [42]

6 CATIA – KONSTRUKČNÍ SOFTWARE

CATIA (*Computer - Aided Three - Dimensional Interactive Application*) je integrovaný systém počítačového návrhu, konstruování a výroby. Využívá se hlavně v leteckém a automobilovém průmyslu. [9, 10]

První vydání programu CATIA se datuje do roku 1977. Byla založena společností Dassault Systèmes, která software stále udržuje a vyvíjí. V průběhu let se CATIA vyvinula v mnohem více než CAD softwarový balík. Nyní je to softwarová sada, která obsahuje následující moduly: [9, 10]

- CAD – Computer Aided Design – počítačem podporované projektování,
- CAM – Computer Aided Manufacturing – počítačem podporované obrábění,
- CAE – Computer Aided Engineering – počítačem podporovaná inženýrská analýza.

6.1 Více o produktech společnosti Dassault Systèmes

Již dlouho se tato mezinárodní společnost nezabývá pouze technickým a konstrukčním odvětvím. Ve svém portfoliu nabízí širokou škálu produktů:

- CATIA – 3D konstrukční software CAD,
- SOLIDWORKS – 3D konstrukční software,
- ENOVIA – pro správu dat výrobků a vytváření kusovníků,
- DELMIA – software pro 3D modelování a digitální výrobu,
- SIMULIA – software pro analýzu metodou konečných prvků a simulaci,
- GEOVIA – software pro 3D modelování a simulaci přírodních zdrojů,
- 3DVIA – software pro 3D komunikaci,
- BIOVIA – software pro chemický výzkum a nauku o materiálech,
- NETVIBES – software pro datové systémy poskytující inteligenci řídicích panelů,
- 3DEXCITE – software pro špičkové 3D vizualizace v reálném čase. [11]



Obrázek 2 Logo společnosti Dassault Systèmes [21]

Oficiální webové stránky výrobce Dassault Systèmes:

- www.3ds.com

Odkazy na webové stránky se zajímavým obsahem ohledně CAD problematiky:

- www.catia-forum.cz,
- www.technodat.cz,
- www.dytron.cz.

6.2 Významní uživatelé

- letectví:
 - Airbus, Boeing,
- automobilový průmysl:
 - Audi, BMW, Daimler, Fiat, Ford, Hyundai, Chrysler, Porsche, PSA Peugeot Citroën, Renault, Scania, Škoda Auto, Toyota, Volkswagen, Volvo a další.

6.3 Způsob použití

V diplomové práci je tento program využíván pro přenesení objektu a produktů do digitální podoby v parametrickém měřítku 1:1. Výstupy z programu CATIA dále slouží ke zpracování dílčích částí diplomové práce, jako například pro grafické vyobrazení objektu, návrh ochranné krabičky pro relé modul a její součástí.

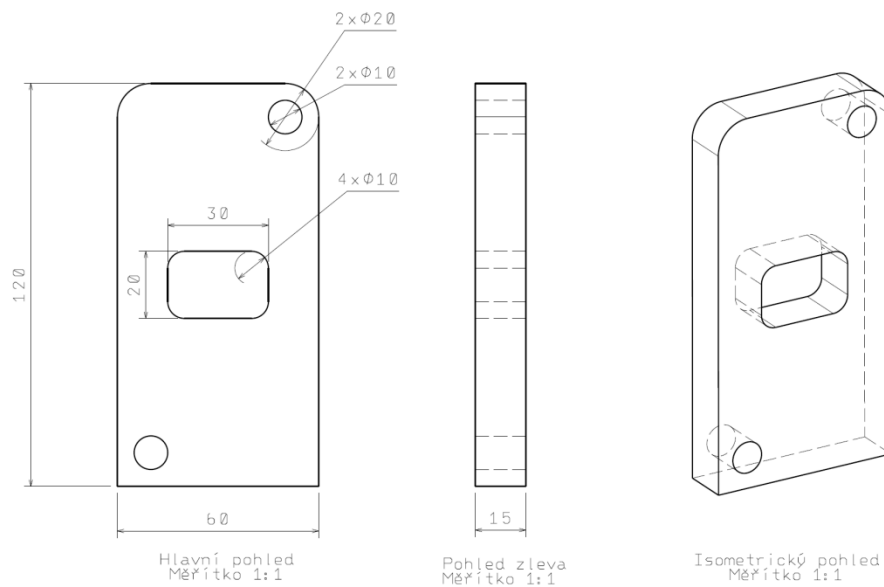
6.4 Výkresová dokumentace

Ke každému návrhu by měla existovat odpovídající dokumentace pro jeho následnou realizaci. V dnešní době se již téměř upustilo od ručně kreslených výkresů na papír pomocí technický per a rýsovacího prkna. Výkresy se tvoří převážně v počítačových programech, které umožňují pomocí několika málo kliků zobrazit návrh v požadované podobě a okótovat jej. Největším přínosem je provázanost s 3D modelem, který při změně designu dynamicky reaguje na promítnutí změn do výkresu.

6.4.1 Klasický 2D výkres

Jde o nejrozšířenější formu výkresů vůbec. Na výkresech tohoto typu najdeme nejčastěji okótované pohledy na zájmový objekt např. hlavní pohled, půdorys, bokorys nebo i ISO

pohledu (pohled na objekt v perspektivním nebo ortogonálním pohledu). Výkres může vypadat nějak takto:



Obrázek 3 Ukázka klasického výkresu – zdroj vlastní

6.4.2 Možnost kotování do 3D modelu

Jak již nadpis napovídá, pomocí přídavné licence FTA lze kótovat důležité parametry do téhož souboru jako 3D model samotný. Odpadá tak možná duplicita či nekonzistence dat. Velkou nevýhodou však může být nepřipravenost dodavatelů a subdodavatelů, kteří jsou zvyklí na klasický podklad v podobě 2D papírových výkresů, kde pro práci s 3D výkresem je potřeba zaimplementovat nový program do procesu a naučit s ním zaměstnance pracovat. Takovým programem může být JT2GO od společnosti Siemens, který je volně dostupný. 3D výkres může vypadat následovně:

7 BLENDER – VIZUALIZAČNÍ SOFTWARE

Jedná se o software typu open-source, který se využívá pro vizualizaci umělecké myšlenky, skeče, technického nápadu, produktu či architektury a to jak ve formě statického obrázku tak animace. Je možné jej použít zdarma pro jakékoliv účely. Velkou výhodou může být také nezávislost na platformě, je vyvíjen pro PC, MAC i LINUX. [17]

7.1 Proč byl zvolen software BLENDER?

Jak už bylo zmíněno výše, jedná se o software typu open-source, což nutně nemusí znamenat, že jde o nějaký podřadný produkt. V tomto případě je tomu přesně naopak a v mnoha ohledech dokáže svým výstupem konkurovat produktům z komerční sféry jako např. 3D STUDIO MAX, CINEMA 4D, AUTODESK MAYA, ZBRUSH apod. [17]



Obrázek 5 Ukázka velmi podařeného výstupu z programu BLENDER [23]

7.2 O programu

V současné době blender prošel obrovskými změnami v rámci poslední vydané revize a to konkrétně verzí 2.8. I přesto, že se jedná stále o beta-verzi, program už je relativně dobře vyladěný. Aktuálně se udává vydání stabilní verze v měsíci říjen 2019.

Změnilo se jak uživatelské rozhraní, tak i obsluha některých zabudovaných nástrojů. Největším přínosem je však bezpochyby možnost renderování vytvořených modelů v reálném čase pomocí renderovacího engineu EEVEE a to i na běžně dostupných PC a grafických

kartách, které jsou určeny pro spotřebitelský sektor. Jeho výsledky nejsou tak přesné jako při využití renderovacího enginu cycles, ale v mnoha případech je výsledek natolik dostatečný, že rychlost finálního renderu převažuje drobné nuance a nepřesnosti, které Eevee přináší. Rychlost renderu rozhoduje především u animace, které se skládají ze stovek až tisíců složených statických snímků v jeden celek, kde se takový renderovací čas může lišit v řádech desítek až stovek hodin (dle náročnosti a délky scény).

I přestože je již verze blenderu 2.8 v pokročilejší fázi vývoje, tak bylo objeveno několik chyb a bugů, které práci v ní značně znepříjemňovali, tudíž v této diplomové práci bude použita verze 2.79b. Nicméně kompatibilita směrem k vyšší verzi by měla zůstat zachována (z vyšší na nižší nikoliv).

7.3 Způsob použití

V diplomové práci je program blender využíván k vizualizaci objektu, produktu a nápadů s touto prací souvisejících. Bylo to také jedním z požadavků investora (mít přehled jak by finální návrh mohl vypadat). Program CATIA je výborným produktem pro parametrický návrh modelu, avšak renderovací schopnosti jsou relativně omezené. U verze, která je používána, je dokonce renderování znepřístupněno.

Existuje několik internetových stránek s velkou uživatelskou základnou, kde je nasdíleno velké množství 3D modelů ke stažení a následnému použití. V závislosti pod jakou licenci byl 3D model vydán je možné tato data využívat při splnění licenčních podmínek. Jednou takovou internetovou stránkou může být:

- www.blendswap.com

Byly vybrány pouze takové modely, které spadají pod licenční podmínky CC-0 a CC-BY. Ve zjednodušeném znění můžeme říci:

- CC-0 (CC-ZERO)
 - Model je vydán pro širokou veřejnost a není ani nutnost autora zmiňovat.
 - Je možné jej využívat komerčně
- CC-BY
 - Model je vydán pro širokou veřejnost, ale zde už je nutnost autora uvést.
 - Je možné jej využívat komerčně
 - Je nutno zachovat původní licenci

Další licenční podmínky jsou zobrazeny na následující tabulce:

Označení licence	Práva		Povinnosti			Název licence
BY						Uveďte původ
BY-SA						Uveďte původ – Zachovejte licenci
BY-ND						Uveďte původ – Nezpracovávejte
BY-NC						Uveďte původ – Neužívejte komerčně
BY-NC-SA						Uveďte původ – Neužívejte komerčně – Zachovejte licenci
BY-NC-ND						Uveďte původ – Neužívejte komerčně – Nezpracovávejte

Obrázek 6 Seznam a význam licencí Creative Common [44]

7.4 Odkazy se zajímavým studijním materiálem

- www.blender.org,
- www.blenderguru.com,
- www.cgmasters.net,
- www.cgcookie.com.

8 3D TISK

Jde o proces, kdy se z předem připravené digitální předlohy vytváří model fyzický. Objekt vzniká nejčastěji aditivní metodou, tzn., že se nanáší vrstva za vrstvou v extrudovaném směru. Aditivní metoda (postupné nanášení) oproti metodě subtraktivní (obrábění) má výhodu, že nevzniká tolik odpadu.



Obrázek 7 Ukázka 3D tiskárny Průša [25]

8.1 Způsob využití 3D tisku v diplomové práci

Tato technologie byla využita pro vytvoření vlastního návrhu krabičky, která bude splňovat následující požadavky:

- chránit DPS s elektronikou,
- ochrana před dotykem člověkem,
- uchytitelná na DIN lištu,
- designový prvek.

8.2 Odkazy a zajímavosti

Je doporučeno přečíst si volně dostupný manuál „základy 3D tisku“. Je zde velmi dobře popsána tato problematika. Po přečtení této příručky je pochopení jednotlivých kroků velmi snadné. Dostupné na tomto internetovém odkazu:

- <https://www.prusa3d.cz/wp-content/uploads/zaklady-3d-tisku.pdf>

Odkaz na web českého průkopníka ohledně problematiky 3D tisku – Josef Průša:

- www.prusa3d.cz

Odkazy na webové stránky se zajímavým obsahem o 3D tisku:

- www.3d-tisk.cz
- www.f3dp.cz
- www.na3d.cz

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 VÝBĚR ŘÍDICÍHO SYSTÉMU ELEKTROINSTALACE

Tato kapitola je zaměřena na výběr vhodného řídicího systému podle požadavků investora s důrazem na jednoduchost a komfort obsluhy, otevřenost a snadnou rozšiřitelnost systému. Důležitým faktem je i možnost výměny celého systému za jiný pouze na úrovni elektroinstalace bez nutnosti stavebního zásahu do objektu (s výjimkou drobných konstrukčních úprav)

9.1 Pokrytí technických požadavků

Pro snadnější výběr vhodného systému byl vytvořen seznam všech funkcí, které jsou od instalace požadovány.

9.1.1 Osvětlení

Řízení osvětlení je bezesporu základní vlastností všech systémů inteligentních elektroinstalací.

Základními parametry pro výběr typu spínacího prvku jsou:

- jmenovitý příkon světelného zdroje
- napájecí napětí světelného zdroje (AC/DC)
- typ zátěže světelného zdroj (indukční, kapacitní)
- možnost stmívání (regulace) světelného zdroje

Tabulka 1 Technické požadavky elektroinstalace – osvětlení

Místnost	Osvětlení	Napájecí	Maximální	Stmívání
Obývací pokoj	Hlavní stropní svítidlo	230V / AC	50 W	NE
Obývací pokoj	Dekoratивní LED osvětlení	12V DC	20 W	ANO
Chodba/Kuchyně	Hlavní stropní svítidlo	230V / AC	50 W	NE
Prostor koupelny	Nástěnné svítidlo	230V / AC	50 W	NE
Toaleta	Nástěnné svítidlo	230V / AC	20 W	NE
Kuchyně	LED osvětlení kuchyňské linky	12V DC	30 W	ANO

Vzhledem k absenci funkce stmívání u hlavních světelných okruhů bylo jako spínací prvek vybráno elektromagnetické relé, které dovoluje vysokou variabilitu typu spínané zátěže.

Toto řešení umožňuje spínání vysokých výkonů, které dostatečně pokryjí technické požadavky. Nezanedbatelnými výhodami jsou nízká pořizovací cena a široký výběr produktů.

Jako světelný zdroj dekorativního osvětlení byl vybrán LED pásek ve dvou provedeních: bílá (5500 K) a RGB/W. Pro spojitě řízení (stmívání) těchto světelných zdrojů je vhodné využít některého z široké nabídky modulů s napěťovým výstupem 12 V s PWM regulací.

9.1.2 Vytápění a zásuvkové okruhy

Zvolená technologie infračervených topných panelů využívá nespojitě (diskrétní) řízení a teplotní regulaci pomocí termostatu. Jako spínací prvek bylo opět vybráno elektromagnetické relé. Uvedené maximální hodnoty spínaného příkonu jsou pouze orientační. Výsledné požadavky určí projekt odborného dodavatele topného systému. V případě nedostatečného spínacího výkonu, lze výstupy posílit pomocí elektromagnetických stykačů. Toto řešení bude implementováno u zásuvkových okruhů.

Tabulka 2 Technické požadavky elektroinstalace – vytápění

Místnost	Vytápění	Napájecí	Maximální
Obývací pokoj	2x IR panel	230V / AC	1000 W
Chodba/Kuchyně	IR panel	230V / AC	500 W
Toaleta	IR panel	230V / AC	500 W

Tabulka 3 Technické požadavky elektroinstalace – zásuvkové okruhy

Místnost	Počet zásuvek	Napájecí	Maximální
Obývací pokoj	5x zásuvka	230V / AC	2500 W
Chodba/Kuchyně	4x panel	230V / AC	2500 W
Toaleta	1x zásuvka pro ohřev TUV	230V / AC	2500 W

9.2 Výběr komunikační technologie

Chytré systémy dostupné na trhu se dají rozdělit do dvou základních kategorií: sběrnice/kabelové a bezdrátové. Výběr vhodné varianty závisí na mnoha faktorech, které je třeba zvážit v samém začátku návrhu systému.

9.2.1 Kabelové a sběrníkové systémy

Hlavním způsobem vedení informací mezi prvky systému je použití signálových kabelových vedení. Může se jednat o jednoduchou komunikaci mezi dvěma prvky systému, ale také o rozsáhlé sběrníkové systémy s desítkami zařízení, které komunikují po jedné sběrnici. Tyto systémy jsou vhodné do objektů, kde je konstrukčně možná instalace kabelových vedení. Výhodou těchto systémů je vyšší spolehlivost a imunita proti zarušení komunikace. Systémy s centrálním napájením prostřednictvím sběrnice přinášejí možnost zálohy napájení systému v případě jeho výpadku. Tato možnost je ovšem využívána především systémy PZTS, které však mohou být kombinovány s prvky chytré domácnosti. Mnoho systémů na trhu umožňuje současný přenos dat i napájení prvků prostřednictvím jednoho páru vodičů. Velkým rizikem sběrníkových systémů je možnost přerušení komunikace všech zařízení v celé větvi sběrnice vlivem poruchy některého z připojených prvků. Identifikace problémového prvku může být v rozsáhlých systémech časově velmi náročná.

9.2.2 Bezdrátové systémy

Bezdrátové instalace využívají pro vzájemnou komunikaci mezi prvky systému radiofrekvenčního spojení. Nejčastěji se jedná o proprietární datovou komunikaci ve volných pásmech 433 MHz, 868 MHz a 2,4 GHz u zařízení určená pro český trh. Některé systémy naopak využívají standardních technologií, napří Wifi, Bluetooth či Zigbee. Bezdrátové systémy jsou určené především pro použití ve stávajících objektech, kde není výhodné popřípadě zcela možné provádět instalaci sdělovacích vodičů (sběrnice). Výhodami těchto systémů jsou především vyšší variabilita, možnost jednoduššího rozšíření a menší časová náročnost instalace. Nevýhodou prvků s bateriovým napájením je nutnost pravidelné údržby v podobě výměny baterií. Životnost baterií se u běžných senzorů může pohybovat v rozmezí několika měsíců až let. Faktory ovlivňující životnost jsou použítá bezdrátová technologie a četnost komunikace prvků. Dalším limitem bezdrátových systémů je omezený dosah zařízení, který je výrazně ovlivněn typem zástavby. Potenciálním rizikem je také náchylnost na rušení radiové komunikace, která může být ovlivněna řadou faktorů.

9.3 Výběr topologie systému

Dalším důležitým faktorem při návrhu je způsob fungování systému. Existují dvě základní topologie: centralizované a decentralizované.

9.3.1 Centralizované systémy

Tento nejrozšířenější způsob provedení systému je založen na přítomnosti centrální jednotky v podobě počítače nebo embedded zařízení, která řídí veškerý chod systému podle své konfigurace. Jednotlivé prvky (aktory a detektory) systému s touto jednotkou komunikují prostřednictvím sběrnice nebo bezdrátové sítě a vykonávají svou funkci jen na základě jejích instrukcí. Centralizovaná „inteligence“ přináší jednodušší konfiguraci systému, ovšem za cenu nižší spolehlivosti a robustnosti. V případě poruchy centrální jednotky nebo přerušení komunikace dochází k nefunkčnosti celého systému.

9.3.2 Decentralizované systémy

Decentralizovaná řešení propagují „inteligenci“ a funkcionalitu do všech prvků systému. Jednotlivá zařízení mezi sebou komunikují prostřednictvím sběrnice nebo bezdrátové sítě podle své vnitřní konfigurace bez přítomnosti centrálního prvku. Centralizovaná je pouze konfigurace systému například pomocí kombinace konfiguračního software a komunikačního převodníku. Výhodou této topologie je robustnost a náchylnost na výpadek celého systému. Přímé komunikace mezi prvky může výrazně ovlivnit i rychlost odezvy celého systému.

9.4 Vlastní konstrukce

Po dohodě s investorem byl výběr systému omezen na open-source řešení v kombinaci se zařízeními (spínacími prvky) ověřených výrobců, která jsou běžně dostupná na trhu a kompatibilní (otevřené) s řídicím systémem.

10 POPIS ELEKTRONICKÝCH OKRUHŮ

V této kapitole je uveden přehled a definice světelných okruhů podle jejich typu:

10.1 Seznam elektrických okruhů

Světelné okruhy 230 V:

- SO 1 – Obývací pokoj - hlavní světlo (RELÉ MODUL 1 – 1.relé)
- SO 2 – Hlavní světlo - Chodba/kuchyně (RELÉ MODUL 1 – 2.relé)
- SO 3 – Světlo sprchový kout/umyvadlo (RELÉ MODUL 1 – 3.relé)
- SO 4 – Světlo SW (RELÉ MODUL 1 - 4.relé)
- SO 5 – Vchodové venkovní světlo - (RELÉ MODUL 2 – 1.relé)

Dekoratивní LED osvětlení 12 V:

- Kuchyňská linka (LED WHITE MODUL 1)
- Nábytek v obýváku (LED RGB MODUL 2)

Topné okruhy/zóny 230 V:

- TO 1 – Obývací pokoj - infrapanel (RELÉ MODUL 2 – 2.relé)
- TO 2 – Chodba/kuchyně - infrapanel (RELÉ MODUL 2 – 3.relé)
- TO 3 – WC - infrapanel (RELÉ MODUL 2 – 4.relé)

Zásuvkové okruhy 230 V:

- Z1 – Obývací pokoj - centrální vypnutí (přes stykač) (RELÉ MODUL 3 – 1.relé)
- Z2 – Kuchyně, chodba - centrální vypnutí (přes stykač) (RELÉ MODUL 3 – 2.relé)
- Z3 – Boiler/průtokový ohřívač (RELÉ MODUL 3 – 3.relé)

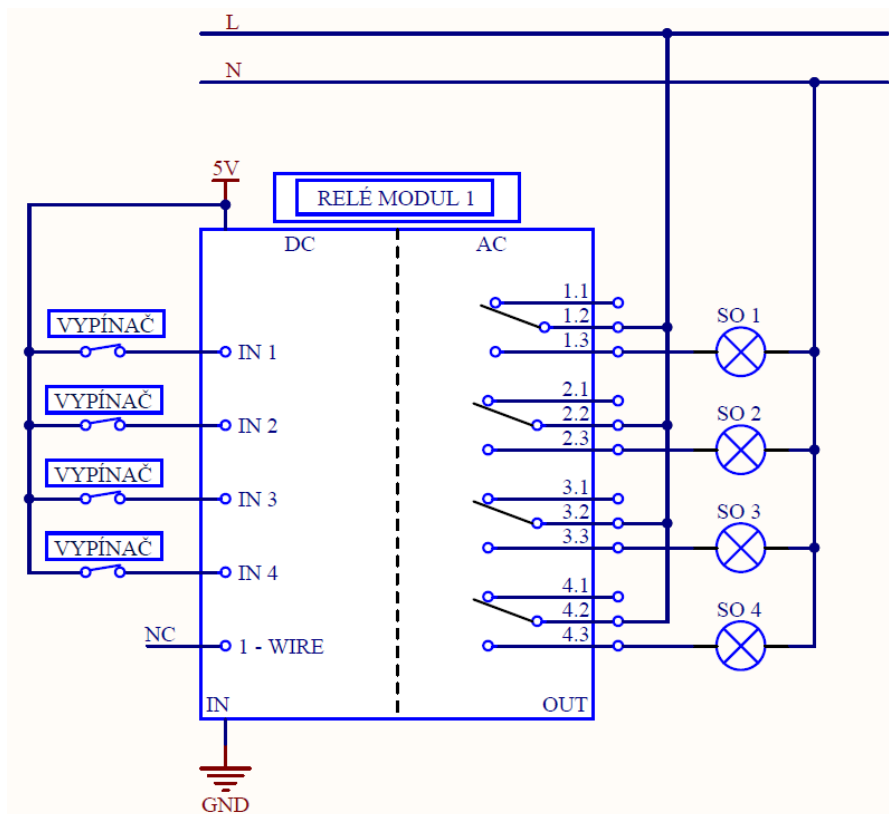
Volné nevyužité kanály:

- (RELÉ MODUL 3 - 4.relé)

10.2 Elektronická schémata okruhů

V této kapitole jsou uvedena schémata zapojení všech prvků instalace. Jedná se pouze o zapojení na úrovni spínaných modulů. Kompletní elektroinstalace s jisticími a ochrannými prvky není předmětem této práce a bude po konzultaci projektována a instalována kvalifikovanou osobou.

Prvním prvkem instalace je modul pro řízení a spínání hlavního osvětlení, který je fyzicky umístěn na DIN liště v podružném rozvaděči. Vestavěný rozvaděč je instalován ve vchodové části objektu. Jednotlivé výstupní silové okruhy (spínané fáze) jsou vedeny z rozvaděče přímo ke stropním svítidlům. Ovládání jednotlivých okruhů je řízeno stejnosměrným napětovým signálem přivedeným na vstupy IN 1 až IN 4. Tyto vstupy jsou vedeny z rozvaděče k jednotlivým nástěnným spínačům pomocí běžného a cenově dostupného UTP kabelu CAT5.

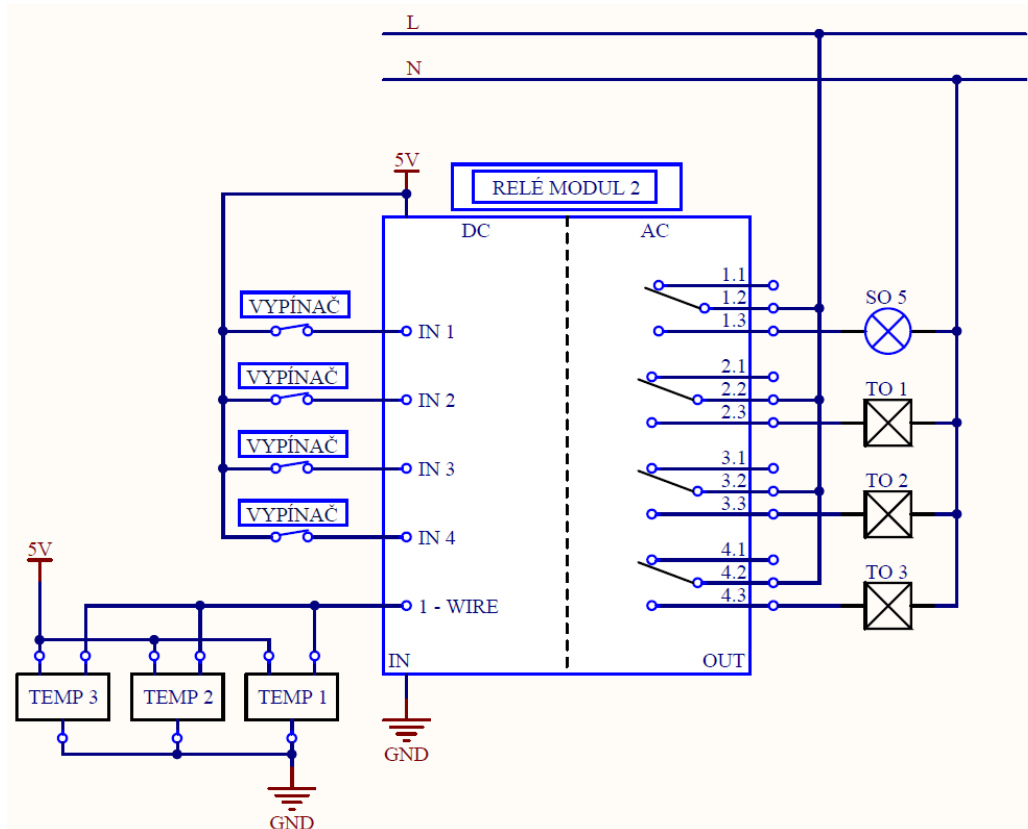


Obrázek 8 Elektronické schéma – relé modul 1 – zdroj vlastní

Dalším prvkem instalace je modul pro řízení a spínání vytápění, který je rovněž umístěn v podružném rozvaděči. Jednotlivé výstupní silové okruhy jsou vedeny z rozvaděče přímo k topným panelům. Na vstup 1-WIRE jsou přivedeny digitální teplotní senzory DS18B20, které dokáží komunikovat po sběrnici 1-Wire až na vzdálenost několika desítek metrů. Teplotní čidla jsou umístěna na stěnách jednotlivých topných zón a jejich výstup a napájení jsou vedeny opět pomocí UTP kabelu CAT5 do rozvaděče. Senzory se připojí paralelně na vstup sběrnice. Jejich identifikace a konfigurace probíhá pomocí výrobcem definovaného unikátního identifikátoru prostřednictvím API.

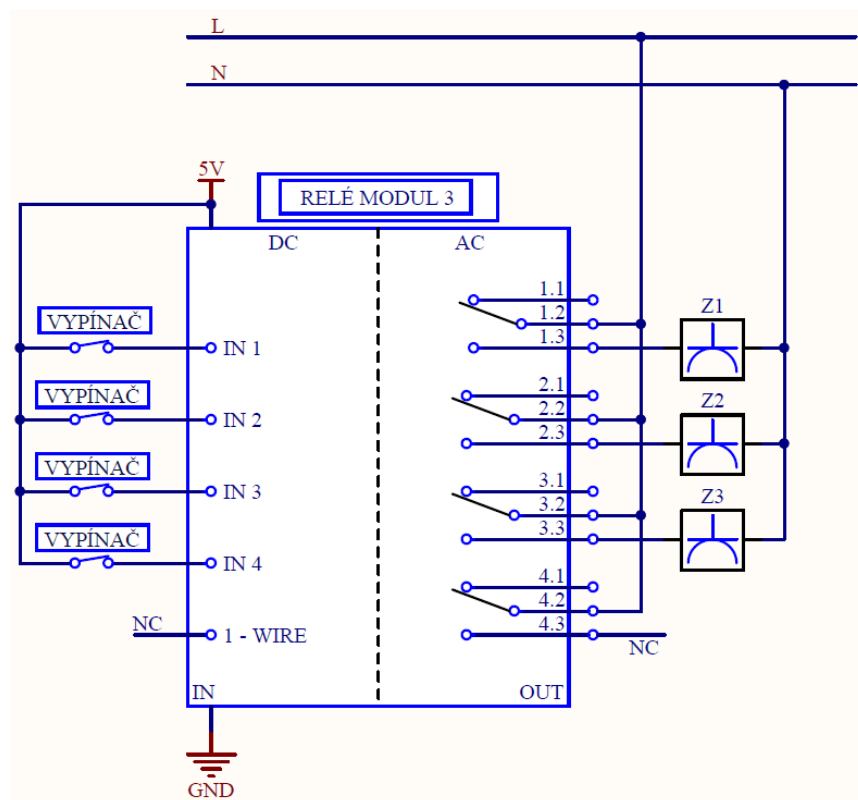
Volné signálové vstupy IN 1 až IN 4 slouží pro přivedení spínacích kontaktů (nástěnných spínačů) a ovládání dekorativního LED osvětlení. Vstupy lze prostřednictvím API nakonfigurovat a vzdáleně ovládat výstupy LED modulů 1 a 2. Toto řízení je sice realizováno prostřednictvím WiFi spojení, což nespĺňuje zásadu přímého řízení na úrovni jednoho modulu, ovšem v případě dekorativního osvětlení je tato vlastnost akceptována. V případě výpadku WiFi sítě je stále v objektu dostupné osvětlení hlavních okruhů.

Obrázek 10. znázorňuje univerzální použití modulu pro kombinované řízení osvětlení i regulaci vytápění. Vstupy IN 1 a IN 2 mohou za pomoci vhodné konfigurace spínat světelný výstup 1. Vstupy IN 3 a IN 4 jsou využity pro vzdálené ovládání výstupů LED modulu. Topné okruhy TO 1 až TO 3 jsou regulovány pomocí přiřazených teplotních senzorů na sběrnici 1-WIRE.



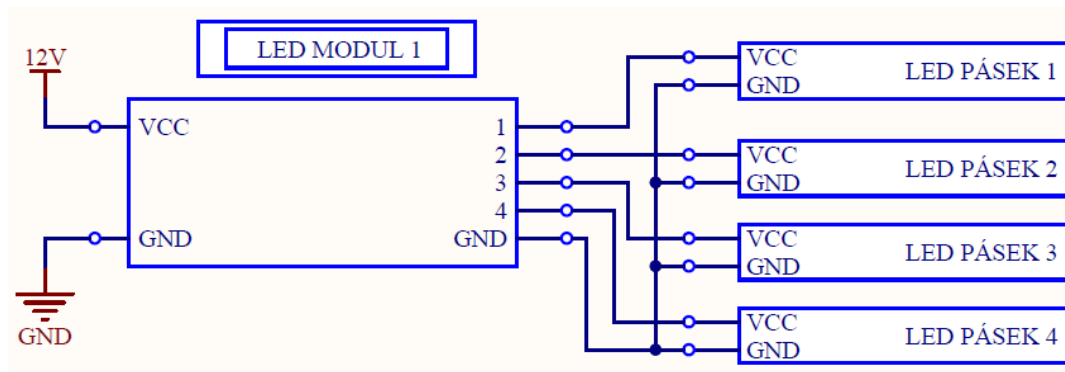
Obrázek 9 Elektronické schéma – relé modul 2 – zdroj vlastní

Modul č. 3 je určen pro spínání zásuvkových okruhů. Vzhledem k funkci nouzového vzdáleného vypnutí je jejich řízení umožněno pouze skrze aplikaci. Ve finální instalaci budou zásuvkové okruhy spínány elektromagnetickým stykačem. Vstupy IN 1 až IN 4 mohou být volitelně použity pro řízení dekorativního osvětlení prostřednictvím některého z LED modulů.

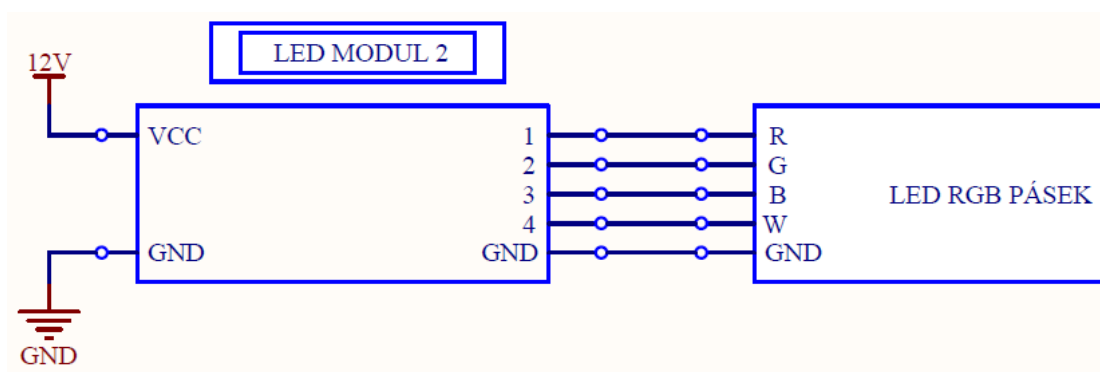


Obrázek 10 Elektronické schéma – relé modul 3 – zdroj vlastní

LED moduly pro řízení intenzity LED pásků disponují 4 napěťovými výstupy s PWM regulací. Prostřednictvím API je možné tyto výstupy konfigurovat jako individuální výstupy pro použití s jednobarevným LED páskem nebo jako výstup RGBW pro barevnou variantu. Vzhledem k použití modulů pouze pro dekorativní osvětlení, bude jejich počet a umístění variabilní. Jejich miniaturní provedení umožňuje snadnou instalaci a vestavbu do nábytku. LED pásky budou z důvodu dostatečného chlazení umístěny v hliníkovém profilu v kombinaci s difuzním krytem pro změkčení světelného toku. Napájení modulů je řešeno univerzálním spínaným síťovým adaptérem 12 V. Výstupní výkon napájecího zdroje je nutné dostatečně dimenzovat s ohledem na spotřebu LED pásků. LED modul nedisponuje přímým vstupem pro jeho ovládání. Lze jej ovládat pouze prostřednictvím aplikace (API) nebo vhodnou konfigurací také z nevyužitých vstupů RELÉ modulů, například nástěnným spínačem.



Obrázek 11 Elektronické schéma – LED modulu 1 (bílá) – zdroj vlastní



Obrázek 12 Elektronické schéma – LED modul 2 (RGB) – zdroj vlastní

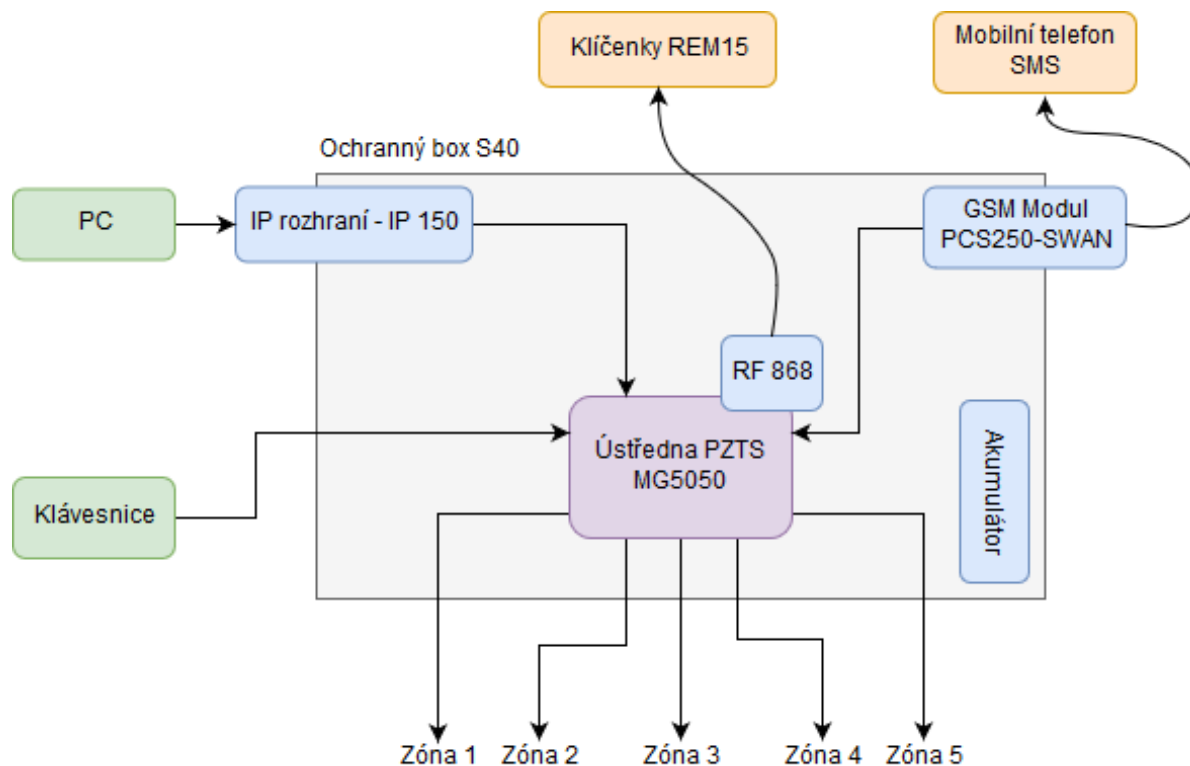
11 ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM OBJEKTU

Po dohodě s investorem bylo zvoleno následující řešení a aplikovány dále uvedené prvky k zabezpečení objektu. Použité komponenty byly vybrány výhradně z nabídky s certifikací za účelem využití možnosti pojištění objektu. Zvolené produkty jsou z nabídky společnosti VARIANT, která má v tomto oboru mnohaleté zkušenosti.

11.1 PZTS

Srdcem poplachových, zabezpečovacích a tísňových systémů je ústředna, která obstarává veškeré propojení a komunikaci mezi prvky systému. Zastřežení a odstřežení systému je ovládáno přes klíčenky typu REM 15, které komunikují bezdrátově přímo s ústřednou MAGELLAN. Případné poplachové události budou zasílány na předem naprogramovaná telefonní čísla formou krátké SMS zprávy. Veškerá obsluha a nastavení bude probíhat přes PC a příložený software „Babyware“ (případně přes klávesnici, tato varianta však není uživatelsky moc přívětivá).

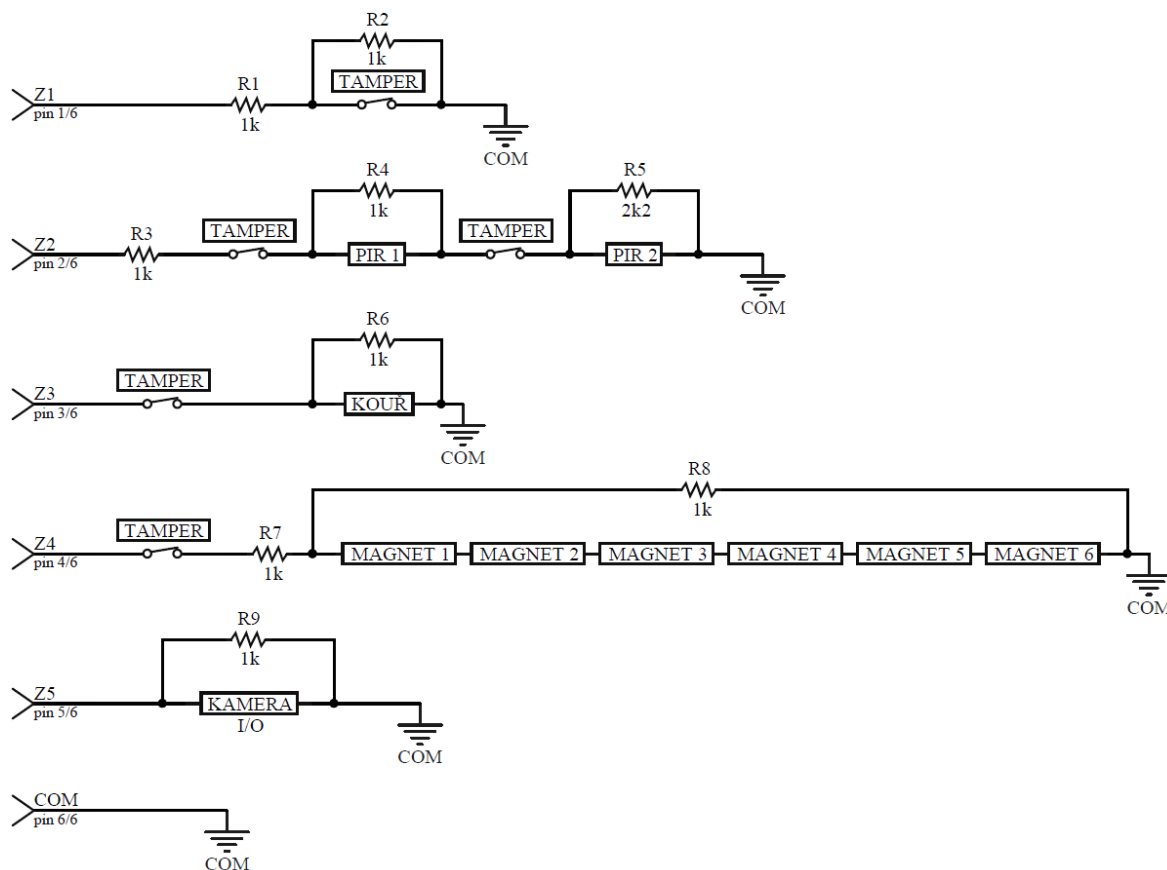
Blokové schéma systému:



Obrázek 13 Blokové schéma PZTS v objektu – zdroj vlastní

Zapojení smyček na ústřednu:

Zapojení smyček v podobě schématu najdeme níže na obrázku. Bylo použito 5 smyček, převážně v zapojení typu **EOL a ATZ** – odporově vyvážená smyčka, která dokáže detekovat zkratování okruhu nebo jeho přerušeni, případně detekovat spuštěný detektor.



Obrázek 14 Zapojení smyček ústředny – zdroj vlastní

- **Smyčka Z1** je ochrana před vniknutím do ochranného boxu, kde se nachází samotná ústředna a k její manipulaci nesmí dojít. Po otevření boxu ihned dojde ke spuštění alarmu (zaslání SMS se zprávou o narušení).
- **Smyčka Z2** je ochrana pomocí pasivních infračervených detektorů. Jsou zapojeny do série, tudíž se alarm spustí při aktivaci kteréhokoliv z nich.
- **Smyčka Z3** je ochrana před vypuknutím požáru. Jedná se o hlásič typu opticko-kouřový, kde v případě nasátí kouře do komory dojde k vyvolání poplachu. Výhoda tohoto hlásiče je, že dokáže zareagovat již při fázi doutnání.
- **Smyčka Z4** jsou magnetické kontakty, které plní spíše ochranu doplňkovou, jelikož v objektu se nachází velmi malá okna a pohyb přes ně je obtížný (ne však nereálný). Magnetické kontakty by však mohly do budoucna plnit doplňkovou funkci pro

chytrou domácnost hlídání zavření oken při funkci vytápění objektu na dálku (není realizováno v diplomové práci).

- **Smyčka Z5** využívá možnosti již existujícího kamerového systému. Kamery disponují vstupy a výstupy I/O, a protože se v objektu vyskytují zvířata (pes, sousední kočky atp), využití kamerového systému by mohlo být přes nastavení maskování oblasti například na hranu dveří. V době, kdy by se v objektu neměl nikdo nacházet, kamera zaznamená změnu v histogramu, vyšle signál do ústředny a ta následně spustí alarm.

Na následujících stránkách je výčet použitých komponentů v systému s krátkým popisem.

11.1.1 Ústředna

Ústředna má v běžném zapojení kapacitu na pět zón a s využitím technologie ATZ se tento počet zdvojnásobí na deset. Tento počet kombinací návrh dostatečně pokryjí.



Obrázek 15 Ústředna MG5050 [26]

11.1.2 Klávesnice K32LCD+

Klávesnice primárně slouží k ovládání, zastřežení, i odstřežení systému, jeho nastavení, a odečítání historických či notifikačních událostí. Systém bude ovládán převážně bezdrátovou klíčenkou, ale je dobré mít ponechánu možnost odemknutí systému přes kód v případě zapomenuté klíčenky.



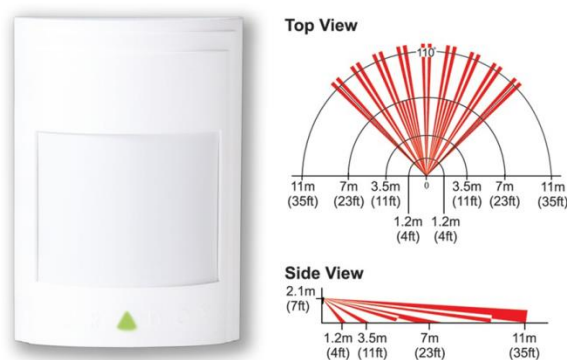
Obrázek 16 Klávesnice K32LCD+ [27]

11.1.3 Detektory

Obecně můžeme říct, že jde o snímače, které vyhodnocují změnu chování fyzikálních veličin ve sledovaném prostředí (frekvenčním pásmu, mechanické změny atp.).

11.1.3.1 PIR

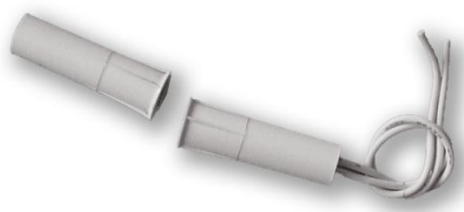
Pasivní infračervené detektory jsou citlivé na infračervené záření, které vyzařuje z každé živé bytosti. Pokud dojde ke vniknutí pachatele do snímaného prostoru, senzor uvnitř PIR detektoru zareaguje na tuto změnu a ústředna vyhlásí poplach.



Obrázek 17 Pasivní infračervený detektor PRO plus [28]

11.1.3.2 Magnetický kontakt TAP 10

Používají se převážně u oken a dveří, kde se sleduje jejich pohyb. Zavření nebo otevření způsobí sepnutí nebo rozepnutí kontaktů, které se vyhodnotí v ústředně a ta následně spustí alarm. Permanentní magnet se uchycuje na pohyblivou část dveří a část s kontaktem se uchycuje nejčastěji do rámu dveří.



Obrázek 18 Magnetický kontakt TAP 10 [29]

11.1.3.3 Požární detektor

Jedná se o hlásič typu opticko-kouřový, kde v případě nasátí kouře do komory dojde k ovlivnění odrazu světelného paprsku v komoře. Na základě toho dojde k vyhodnocení a ke spuštění poplachu přes ústřednu.



Obrázek 19 požární detektor FDR-26B-S [30]

11.1.4 Příslušenství

Jde o doplňky k zabezpečovacímu systému, které jsou mnohdy nedílnou součástí, aby systémem tvořil spolehlivý a uživatelský přívětivý celek.

11.1.4.1 GSM modul

GSM brána je schopná posílat uživateli SMS zprávy s identifikací poplachů na konkrétní zóně včetně popisů, zprávy SMS o zapnutí, vypnutí, poruchy a obnovy systému.



Obrázek 20 GSM Modul PCS250-SWAN [31]

11.1.4.2 IP – Rozhraní IP150 SWAN

Toto IP rozhraní umožňuje vzdálenou komunikaci s ústřednou pomocí internetu. Skrze tento modul se také programuje ústředna pomocí softwaru babyware.



Obrázek 21 IP modul – IP150 SWAN [32]

11.1.4.3 Klíčenka REM 15

Klíčenka slouží v systému pro jednoduché zastřežení/odstřežení systému. Komunikuje bezdrátově přímo s ústřednou MG 5050.



Obrázek 22 Bezdrátová klíčenka REM 15 [33]

11.1.4.4 Ochranný box

Tento kryt uchovává všechny důležité prvky systému (ústřednu, IP modul, GSM modul a akumulátor) a chrání je tak před přístupem a manipulací nepovolanou osobou. Ochranný box disponuje tamper kontaktem, který je součástí **smyčky Z1**, kde v případě otevření detekuje narušení a ústředna následně vyvolá poplach.



Obrázek 23 Ochranný box S40 [34]

11.1.4.5 Záložní akumulátor AKKU SMART 12V/7Ah

Záložní akumulátor slouží jako náhradní zdroj elektrické energie pro ústřednu v případě výpadku klasické energetické sítě (nebo úmyslného narušení vedení). Ústředna je schopná detekovat nefunkční baterii.



Obrázek 24 Záložní akumulátor AKKU SMART 12V/7Ah [35]

11.1.4.6 Piezosiréna vnitřní

Siréna slouží v systému k signalizaci poplachové události. Byla vybrána siréna vnitřní, protože 105dB je dostatečná hlasitost i na to, aby byla slyšet v sousední obytné části pozemku, kde sídlí investor.



Obrázek 25 Vnitřní piezosiréna 105dB MINI 83 white [36]

11.1.5 Nulový tarif

Operátor VODAFONE nabízí velmi zajímavou variantu tarifu SIM karet, která se přímo vybízí k použití pro zabezpečovací ústředny. Platí se opravdu pouze za odeslané SMS ze zařízení a nikoliv pravidelný paušální tarif.

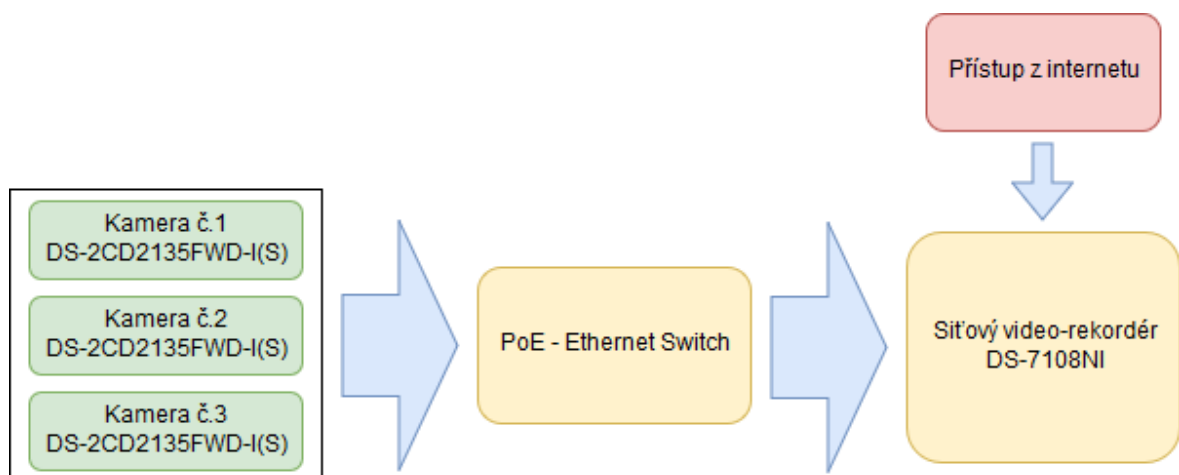
Více informací na následujícím odkazu:

- <https://www.vodafone.cz/pece/osobni-a-firemni/otazky/nabidka-tarifu-karet/nulovy-tarif-nulove-balicky/>

11.2 Kamerový systém CCTV

V objektu se již nachází kamerový systém vybudovaný z komponentů od společnosti HIKVISION. Skládá se ze 3 kamer a 1 síťového video-rekordéru se zabudovaným hardiskem pro záznam. Vzdálený přístup je zajištěn přes síťový video-rekordér, který je přístupný přes veřejnou IP adresu. Přístup k záznamu z kamer je umožněn po zadání přihlašovacích údajů.

11.2.1 Blokové schéma propojení CCTV



Obrázek 26 Blokové schéma CCTV v objektu – zdroj vlastní

11.2.2 Kamera HIKVISION DS-2CD2135FWD-I(S)

Jedná se o venkovní kameru typu dome s infračerveným přísvitem, tudíž je možné snímat a vyhodnocovat scénu i v nočních hodinách. Je možné dokoupit vyměnitelné objektivy s různými ohnisky (2,8 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 12 mm) a při instalaci je tak možno vybrat správný úhel záběru snímané scény. Kamera nedisponuje funkcí PTZ (ovládání na

dálku), tudíž po instalaci zůstává záběr ze statického místa. Z důvodu, že kamery disponují I/O (vstupy, výstupy), bude kamerový systém zaimplementován do zabezpečení objektu připojením na ústředny přes tyto periferie.



Obrázek 27 IP Kamera HIKVISION 2CD2135FWD-I(S) [37]

11.2.3 Síťový video-rekordér DS-7108NI

V systému plní úlohu záznamu od všech tří IP kamer. Záznam probíhá kontinuálně a pomocí vzdáleného přístupu je možné záznam procházet a přehrát (po zadání přihlašovacích údajů).



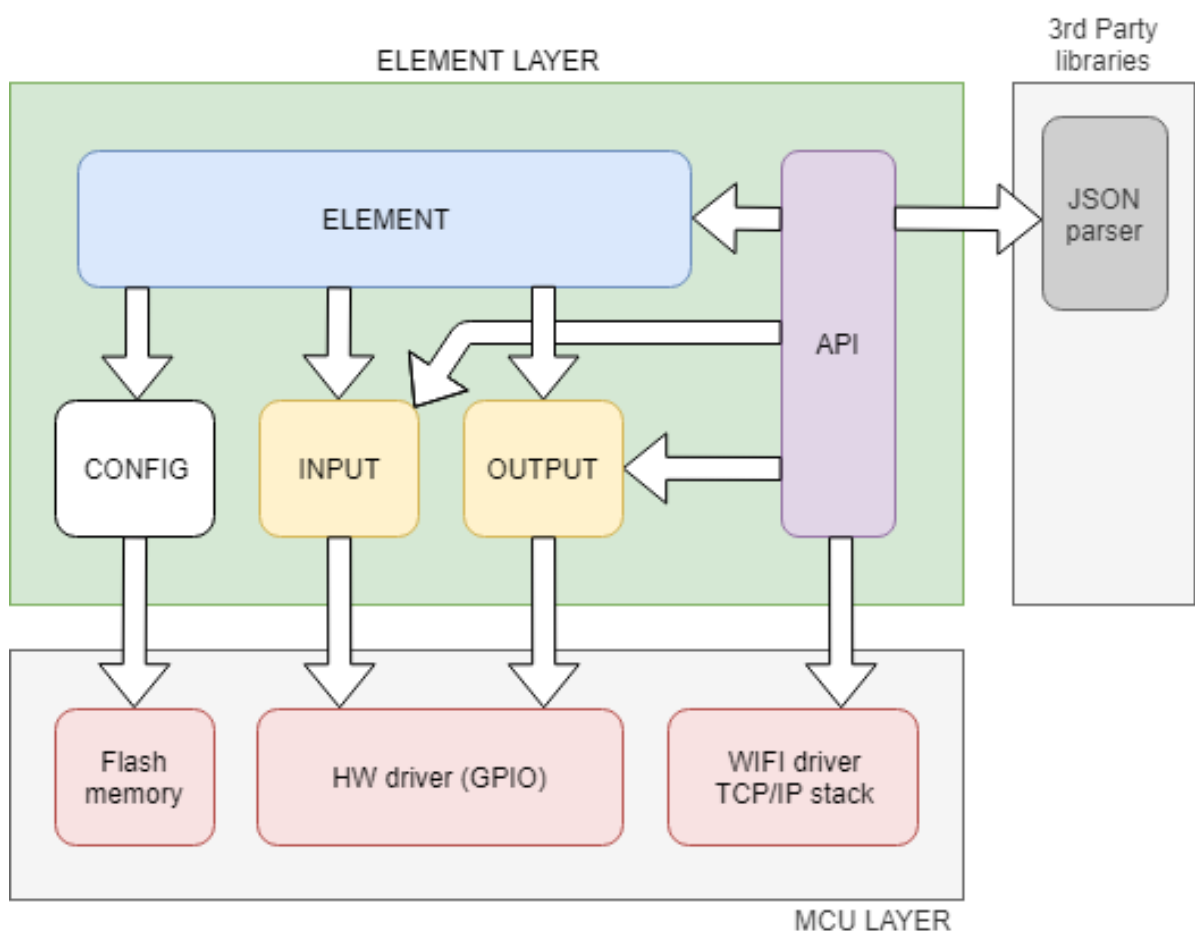
Obrázek 28 Síťový video-rekordér DS-7108NI [38]

12 NÁVRH ŘÍDICÍHO SYSTÉMU

12.1 JÁDRO SYSTÉMU – SOFTWARE „TONTO“

Jádem systému TONTO je sada modulů v jazyce C nazvaná jako „element layer“. Jedná se o minimalistickou abstraktní vrstvu, jejímž úkolem je konfigurace a řízení systému jednoduché domácí automatizace („inteligentní elektroinstalace“). [43]

Inspirací pro vznik této sady knihoven byl projekt OpenHab, a to především kvůli své modularitě a přenositelnosti na různé platformy (windows, linux, max OS). Systém TONTO je však primárně cílen na implementaci do embedded zařízení a mikrokontrolérů s mnohem menším výpočetním výkonem i dostupnou pamětí. Proto byl zvolen pro tvorbu kódu standard jazyka C, který umožní široké možnosti případné implementace do dalších platform. Nezanedbatelnou částí implementace je vždy vytvoření nebo úprava komponent MCU vrstvy, která je vždy svázaná s danou platformou a jejími periferiemi. [43]



Obrázek 29 Blokový diagram SW modulu – zdroj vlastní

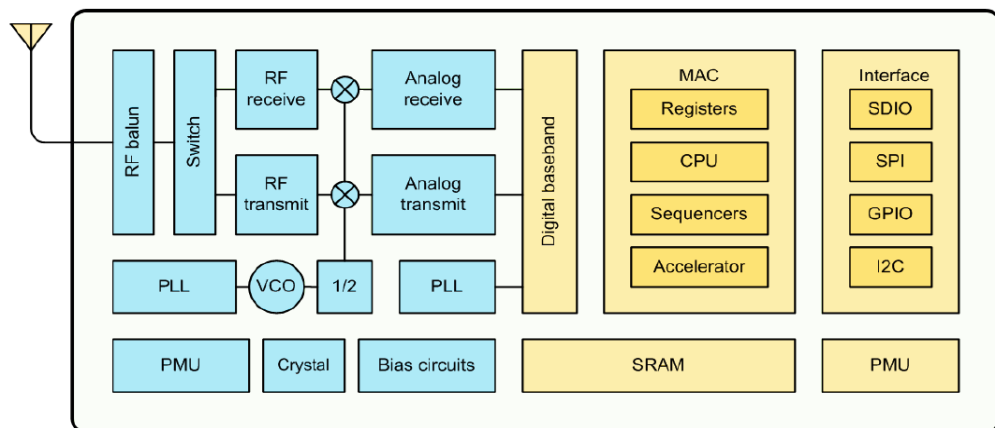
Jádro systému TONTO – elementární vrstva obsahuje tyto moduly:

- **INPUT.c** – modul zpracovává a uchovává informace o stavech všech definovaných vstupních signálů (nástěnné spínače, teplotní senzory). [43]
- **OUTPUT.c** – modul zpracovává a uchovává informace o stavech všech definovaných výstupních signálů (spínací relé, LED drivery). [43]
- **ELEMENT.c** – modul definuje základní prvky konfigurace, tzv „elementy“. Elementy jsou bloky neboli funkce spojující jednotlivé vstupy a výstupy. Element lze nakonfigurovat v široké škále praktických funkcí potřebných v domácí automatizaci. Jednotlivé elementy lze uživatelsky pojmenovat a rozřazovat (místnosti, patra, objekty) pro komfortní a velmi rychlé ovládání prostřednictvím mobilních zařízení.
- **CONFIG.c** – modul slouží pro načítání a ukládání aktuální konfigurace elementární vrstvy do vnitřní paměti implementované platformy. [43]
- **API.c** – modul slouží pro obsluhu komunikačního rozhraní REST API s datovým formátem JSON. Modul slouží ke generování a parsování datového obsahu zpráv. Pro kompletní funkci API je nutné propojení s TCP/IP vrstvou dané platformy. [43]

Nedílnou součástí systému TONTO je webová aplikace pro ovládání a konfiguraci systému uživatelem.

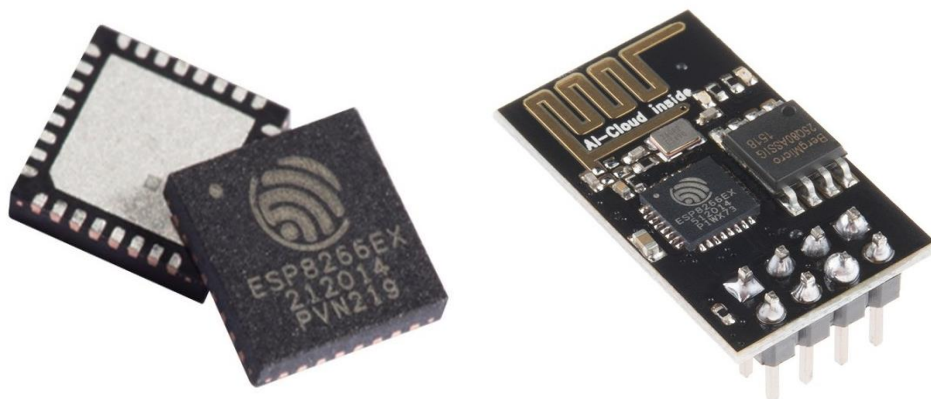
12.2 VÝBĚR HW PLATFORMY

První platformou, na které byl systém TONTO vyvíjen je zařízení ESP8266. Jedná se o nízkoenergetické jednočipové zařízení pro WiFi komunikaci od firmy Expressif System. Tento obvod byl v roce 2014 uveden na trh jako velmi levné řešení implementace WiFi do zařízení s levnými mikrokontroléry s nízkým výpočetním výkonem. Na jednom čipu je integrován 32-bitový RISC procesor se sadou standardních periferií, radiový transceiver v pásmu 2,4Ghz a Wifi a TCP/IP stack. [43]



Obrázek 30 Blokové schéma obvodu ESP8266 [50]

První modul s označením ESP-01 představoval levný a miniaturní převodník UART na WiFi, který si velice rychle našel široké uplatnění. Krátce po uvedení tohoto modulu na trh se začaly objevovat první modifikace řídicího programu („firmware“), které dovolovaly implementovat vlastní kód do paměti a využít zbývajících výpočetního výkonu mikrokontroléru. Vznikaly tak první konstrukce s komunikací WiFi bez nutnosti použití dalšího externího mikrokontroléru. Reakcí bylo v roce 2015 uvolnění oficiálního SDK od výrobce. [43]



Obrázek 31 Modul ESP-01 [51]

Toto jednočipové řešení je dnes dostupné ve více než 20 variantách modulů a je využíváno řadou výrobců IoT zařízení, zejména v oblasti domácí automatizace. Tento fakt, spolu s velmi nízkou pořizovací cenou, masivní podporou výrobce, třetích stran i široké komunity uživatelů, byl hlavním důvodem pro použití a implementaci systému TONTO. [43]

Klíčové vlastnosti obvodu ESP8266:

- RISC procesor Tensilica L106 32-bit (80/160 MHz)
- implementace RTOS + lwIP TCP/IP stacku + WiFi stacku
- minimum potřebných externích komponent (krystal, pasivní komponenty, flash paměť)
- 96 kB RAM (36kB rezervováno pro Wifi)
- externí flash až 5 Mbit (typicky 4 Mbit)
- funkce OTA (Over the Air) pro aktualizaci FW prostřednictvím Wifi
- integrovaný řešení souborového systému SPIFF (1-3 MBit)
- WiFi režimy: přístupový bod, WiFi klient
- napájecí napětí 2,3 – 3,6 V
- kusová cena: < 2USD [43]

12.3 VÝHODY SYSTÉMU TONTO:

- **Jedna platforma – nespočet zařízení:**

Velkou výhodou systému TONTO je především univerzálnost a flexibilita softwaru napříč širokým spektrem hotových zařízení, navržených na platformě ESP8266. Kromě hotových produktů je také možné vytvořit libovolné vlastní zařízení navržené přesně podle požadavků uživatele (různý počet a typ vstupních a výstupních obvodů). Výhodou je pak jednoduchost implementace softwaru bez nutnosti jeho modifikace a kompilace. Cílem je udržovat jednu kompilaci (binární soubor) aktuální verze software pro všechny varianty modulů ESP8266 a ESP8285. Toto je umožněno dynamickou konfigurací vstupně výstupních obvodů kontroléru prostřednictvím API rozhraní. Po nahrání software do mikrokontroléru ESP8266 dojde k inicializaci konfigurace do výchozího stavu, kdy jsou všechny vstupy a výstupy deaktivovány. Uživatel může jednoduchou konfigurací prostřednictvím API (skrze wifi připojení) jednotlivé vstupy a výstupy vytvořit a přiřadit jim libovolný dostupný pin kontroléru. [43]

- **Rozprostřená inteligence/funkcionalita**

Hlavní vlastností systému TONTO je jeho decentralizovaná topologie. Veškerá základní i pokročilá funkcionalita, která je běžná u systémů s centrálním řízením je zde implementována do firmware jednotlivých zařízení. Vzdáleným přístupem prostřednic-

tvím API (webovou aplikaci) lze zařízení nakonfigurovat na požadovanou funkci a zároveň také ovládat. V případě výpadku spojení (chyba sítě, zarušení) je možné všechny základní funkce ovládat manuálně v místě instalace, například prostřednictvím nástěnných spínačů, stejně jako u klasické instalace.

- **Rychlost reakce a spolehlivost**

Jedna z klíčových vlastností systému je rychlost reakce systému. Díky přímé vazbě vstupů a výstupů v rámci jednoho zařízení je reakce spínání světelných okruhů v rámci několika milisekund (typicky do 20ms – záleží na konfiguraci filtru vstupního signálu). Uživatel díky téměř okamžité odezvě nepozná při použití nástěnného ovladače rozdíl mezi klasickou instalací a systémem TONTO. Rychlost reakce je právě častou slabinou mnoha inteligentních systémů s centrálním řízením a osobně ji považuji za stěžejní pro opravdu komfortní ovládání. [43]

Další výhodou této topologie je vyšší spolehlivost funkce. Primární funkce uvnitř zařízení (např. spínání osvětlení nástěnným spínačem) není ovlivněna zbytečným signálovým propojením s dalším prvkem systému. Nemůže tedy být ovlivněna například vytížením nebo výpadkem WiFi sítě nebo zahlušením sběrnice vlivem poruchy jiného zařízení ve větvi. Případné výpadky spojení mezi zařízeními v systému TONTO a mobilní aplikací ohrozí pouze nadstandardní funkci vzdáleného ovládání, ale základní funkcionality s nástěnným spínačem zůstává zachována. Toto je velkou výhodou oproti mnoha systémům využívající k propojením jednotlivých prvků pouze Wifi síť. [43]

- **Nízká cena**

Díky nutnosti použití pouze jednoho elektronického zařízení pro jednu a více ovládaných funkcí je dosaženo ještě nižších pořizovacích nákladů i v porovnání s velmi levnými systémy jako je OpenHAB nebo například Xiaomi Smart Home.

- **Jednoduchá přestavba**

Typ zapojení a fyzické umístění elektronických zařízení systému v rozvaděči je navrženo takovým způsobem, aby bylo možné v případě požadavku investora systém kdykoliv nahradit jiným řešením bez nutnosti stavebních zásahů v objektu. Zařízení mohou být přeprogramována některým z dalších alternativních open source software a doplněna pro jednoduchý přechod například na systém OpenHAB. Také je možný plný přechod například na sběrníkový či rádiový systém některého z renomovaných výrobců inteligentních instalací.

12.4 API

Pro vzdálené ovládání a konfiguraci systému TONTO je použito standardního rozhraní JSON Rest API, které v dnešní době podporuje většina softwarových a webových technologií. Díky tohoto komunikačního rozhraní je možné vytvořit řídicí a konfigurační aplikace pro mobilní zařízení, stolní počítače i webové rozhraní.

Prostřednictvím API lze provádět:

- identifikaci zařízení (model, název prvku, verzi SW),
- konfiguraci WiFi připojení,
- vyčítání stavů všech vstupů a výstupů nezávisle na vnitřní funkci zařízení,
- konfiguraci „elementů“ – základní funkční jednotky systému, která tvoří uživatelem definovanou vazbu mezi vstupy a výstupy zařízení
- ovládání jednotlivých funkcí (spínání osvětlení, regulace topení)
- aktualizaci firmware zařízení.

12.5 Vzdálené ovládání systému

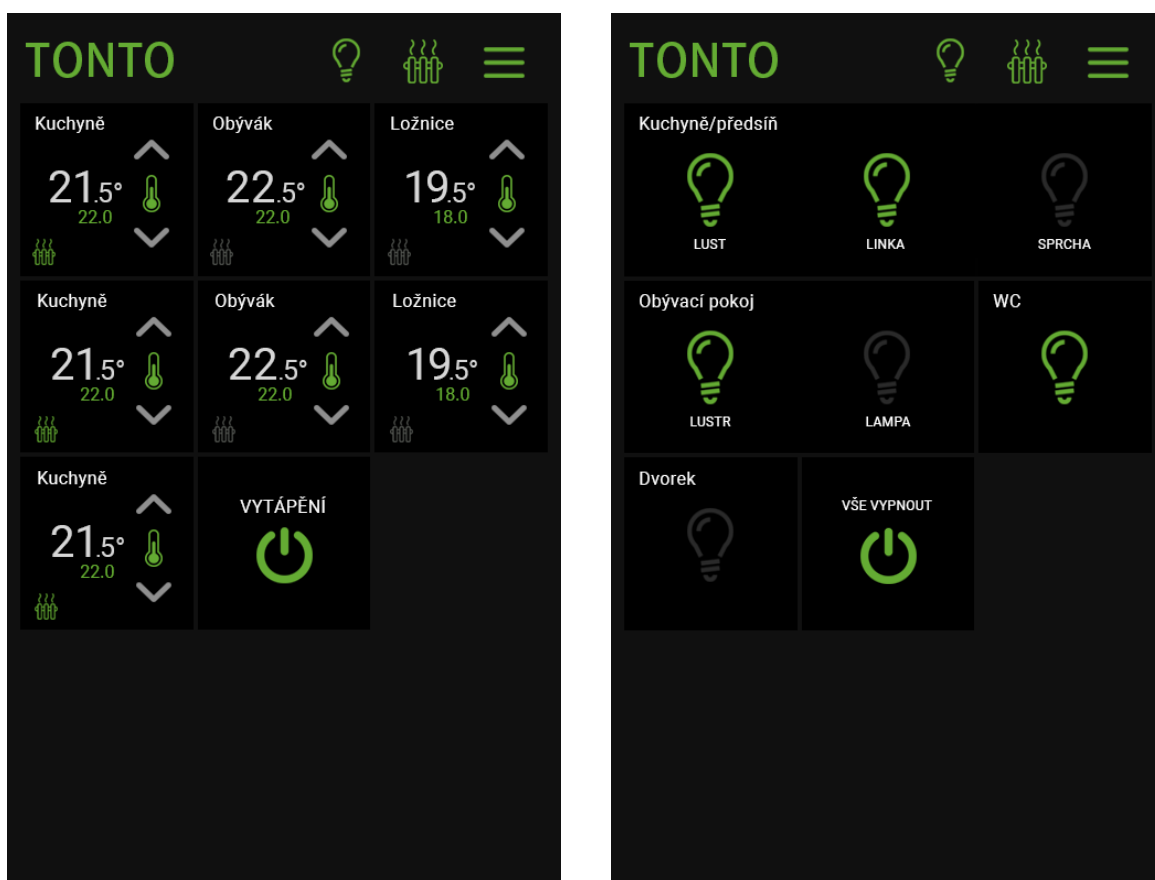
Pro komfortní ovládání systému z mobilních zařízení je důležitá intuitivní a přehledná aplikace. Hlavním problémem jejich vývoje je existence několika odlišných platform na trhu, pro které je zapotřebí aplikaci vytvořit a především nadále udržovat. Hlavními zástupci operačních systémů jsou bezesporu iOS, Android a Windows. Vývoj těchto aplikací je časově i technicky náročný.

Alternativním řešením jsou technologie webových aplikací, které díky masivnímu rozšířením mobilních zařízení získávají stále větší prostor a podporu velkých společností jako například Google a Microsoft. Internetové prohlížeče dnes nativně podporují mnoho technologií, které dovolují vytvořit graficky velmi kvalitní, animované a rychlé aplikace běžící v módu zobrazení přes celý display. Uživatel běžně nerozezná rozdíl mezi klasickou nativní a webovou aplikací.

Hlavní výhody technologií webové aplikace:

- vývoj a udržování jedné verze kódu pro všechny platformy včetně desktopových systémů,
- udržování kompatibility mezi jednotlivými systémy řeší vývojáři webových prohlížečů,

- responzivní vzhled aplikací pomocí CSS stylů pro různé velikosti obrazovky (mobilní telefony, tablety, notebooky),
- malá velikost kódu včetně grafických prvků díky použití vektorové grafiky dovoluje implementovat webovou aplikaci i do embedded zařízení s omezeným paměťovým prostorem,
- aplikace komunikuje se systémem pomocí API rozhraní,
- není nutné instalovat aplikaci do mobilního telefonu – aktuální verze se vždy načítá z webu/zařízení.



Obrázek 32 Ukázka grafického rozhraní webové aplikace

- Na obrázku 33 je ukázka grafického rozhraní webové aplikace systému TONTO, díky které lze velmi rychle a pohodlně ovládat a konfigurovat všechny prvky systému. Detailní popis aplikace není předmětem práce a bude demonstrován na praktické ukázce.

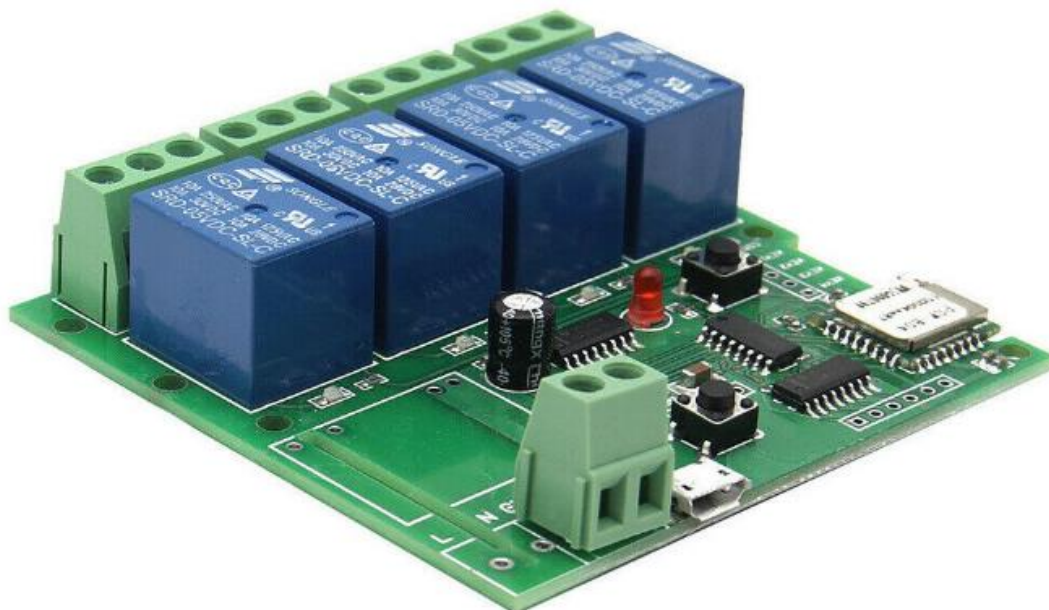
13 POPIS POUŽITÝCH ESP MODULŮ

Následující kapitola obsahuje popis vybraných zařízení pro implementaci systému TONTO a následnou instalaci v reálném projektu.

13.1 Relé modul

Pro spínání světelných okruhů a řízení vytápění byl vybrán univerzální modul od čínského výrobce ITEAD. Tento modul je dostupný v několika variantách na běžných prodejních portálech (Aliexpress, Ebay, amazon). Varianta s napájecím napětím 7-32V na svorkovnici nebo 5 V přes mikro USB konektor disponuje všemi důležitými komponentami pro použití v projektu:

- 4 × relé pro spínání světelných a topných okruhů
- Řídicí obvod ESP8285 (menší varianta ESP8266 s 1 Mbit FLASH)
- 4 vstupy s darlingtonovým polem ULN2003 umožňující přímé připojení DC signálů z nástěnných spínačů.
- 4 alternativní přímé GPIO vstupy (s úrovní 3.3 V) – využito pro připojení teplotních senzorů (DS18B20)
- Uživatelské tlačítko – vyvolání továrního nastavení
- Indikační LED diodu



Obrázek 33 Zvolený relé modul od společnosti ITEAD [20]

Pro účely diplomové práce bylo zakoupeno několik kusů na internetovém obchodě www.ebay.com. Zde jsou uvedeny specifikace produktu:

- Pracovní napětí: 5 V DC,
- indikace: sepnutí relé signalizuje červená LED,
- spotřeba: < 1 W,
- pohotovostní proud: 80 mA,
- vstupní proud relé: ≤ 10 A; Výkon: ≤ 2200 W,
- zatížení relé: 10A / 2200 W,
- životnost relé: ≥ 1000000 krát,
- odpor elektrické izolace: 100 M,
- elektrické napětí průrazu: 1000 V,
- maximální doba sepnutí relé: 15 ms,
- maximální doba uvolnění relé: 5 ms,
- přenosový režim: Wi-Fi komunikace, 2,4 GHz, 802,11 b/g /n,
- řízené linky: 4,
- provozní teplota: -40 °C až 70 °C,
- provozní vlhkost: 40 % ~ 80 %,
- rozměry: 74 × 73 × 24 [mm].

13.2 LED modul

Pro ovládání dekorativního osvětlení bylo vybráno zařízení čínského výrobce dostupné pod značkou „MAGIC HOME LED Controller“ ve variantě RGBW. Zařízení je běžně v prodeji na zahraničních (Aliexpress, Ebay, amazon) ale i českých e-shopech. Zařízení je zajímavé především svými malými rozměry, nízkou cenou a jednoduchostí provedení.

Vlastnosti produktu:

- řídicí obvod ESP8266,
- napájení 9 – 12 V DC,
- 4 výstupní kanály s kontinuálním proudovým zatížením 4 A (4×5 A) a možností stmívání pomocí PWM.



Obrázek 34 Zvolený LED modul [52]

14 VIZUALIZACE NÁVRHU

Aby bylo možné vybraný objekt vizualizovat, je potřeba provést přesné měření obvodových stěn, tloušťky stěn a příček, pozice oken a dveří, umístění výklenků apod., ze kterých byl vytvořen objekt v digitální podobě. Měření objektu bylo provedeno pomocí laserového měřiče.



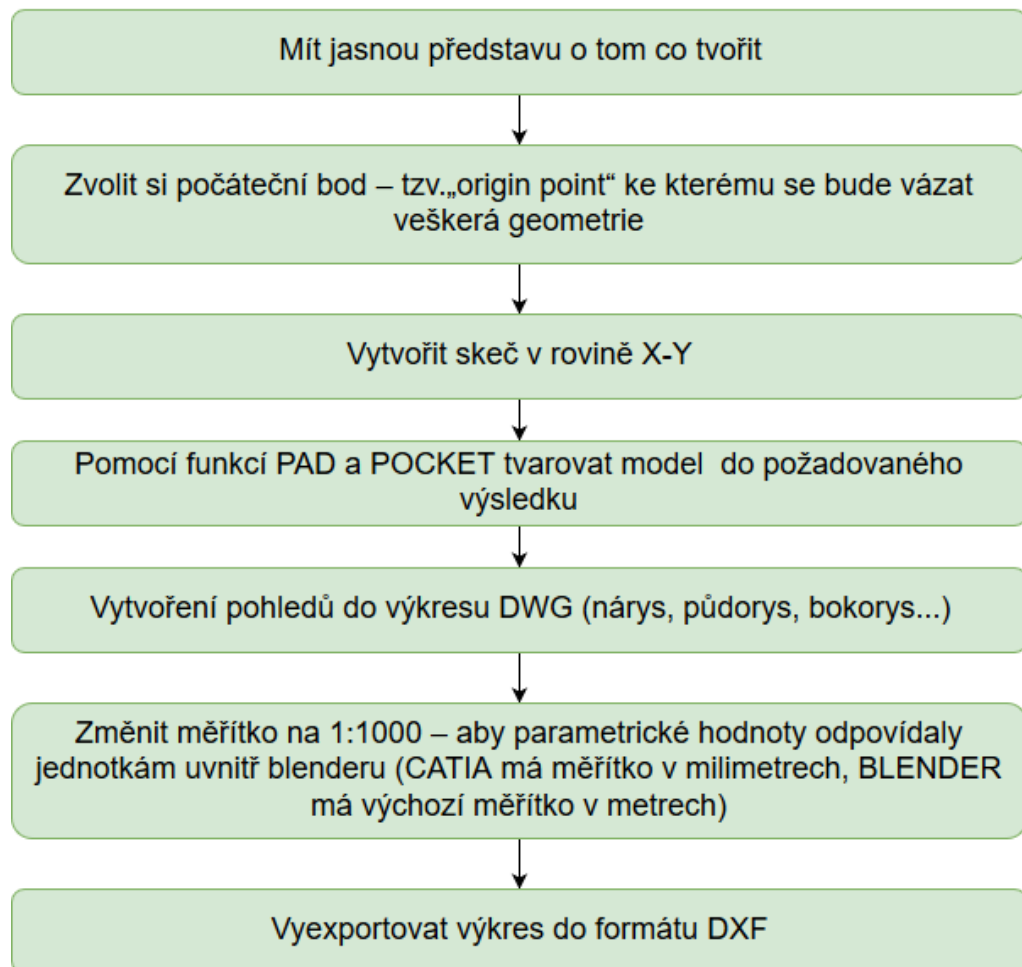
Obrázek 35 Zdroj letecký snímek www.mapy.cz

14.1 Vytvoření 3D modelu objektu – CATIA

Níže je popsán pracovní postup jak vytvořit finální 3D model zájmového objektu. Jde o velmi stručný popis, tudíž je potřeba mít hlubší znalosti nástrojů použité při modelování, ale při dodržení těchto kroků jde o plynulý a rigidní postup.

Výstup je dostupný v příloze této diplomové práce. Jedná se o 3D model ve formátu STEP. V praxi se takovému modelu říká „mrtvola“, která si zachová možnost parametrického měření, ale již zde není možnost upravit model na úrovni skeče změnou hodnoty kóty a přicházíme tak o možnost dynamické změny ve 3D modelu.

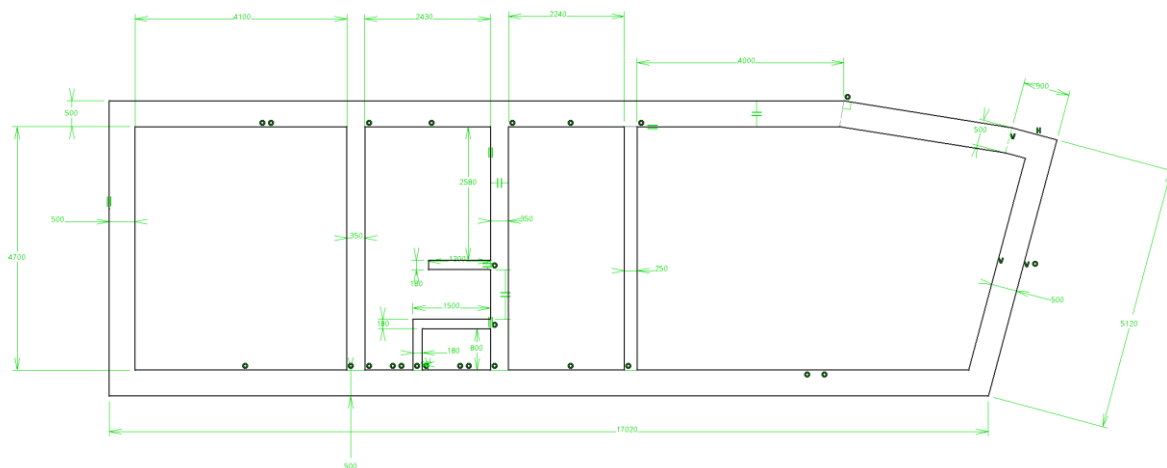
14.1.1 Stručný pracovní postup



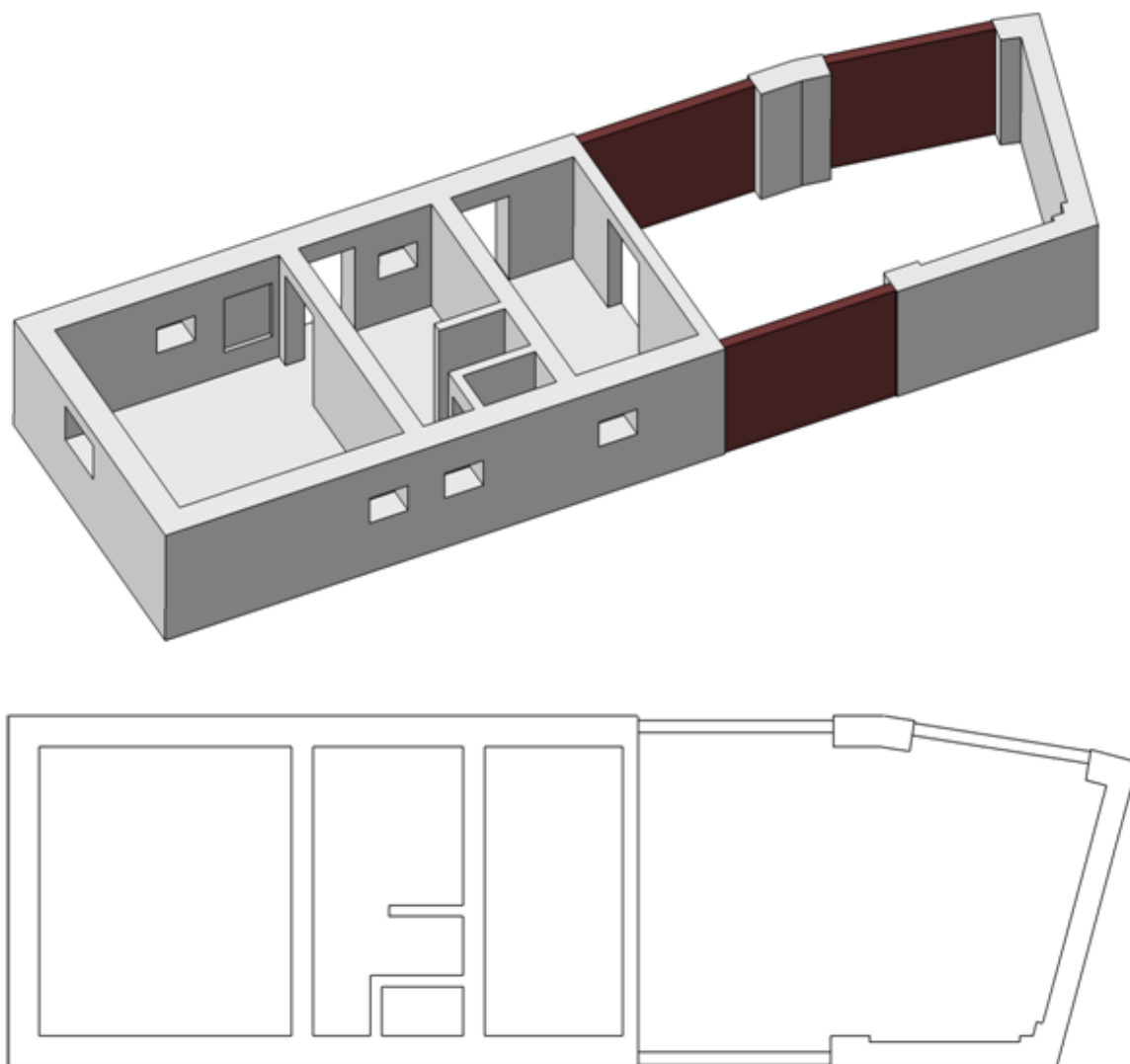
Obrázek 36 Stručný pracovní postup v CATII č. 1 – zdroj vlastní

14.1.2 Finální výstupy z programu CATIA

Nejprve byl vytvořen základní skeč, který se dle naměřených hodnot upravil (okótoval) do následující podoby:



Obrázek 37 Ukázka skeče půdorysu objektu v programu CATIA – zdroj vlastní

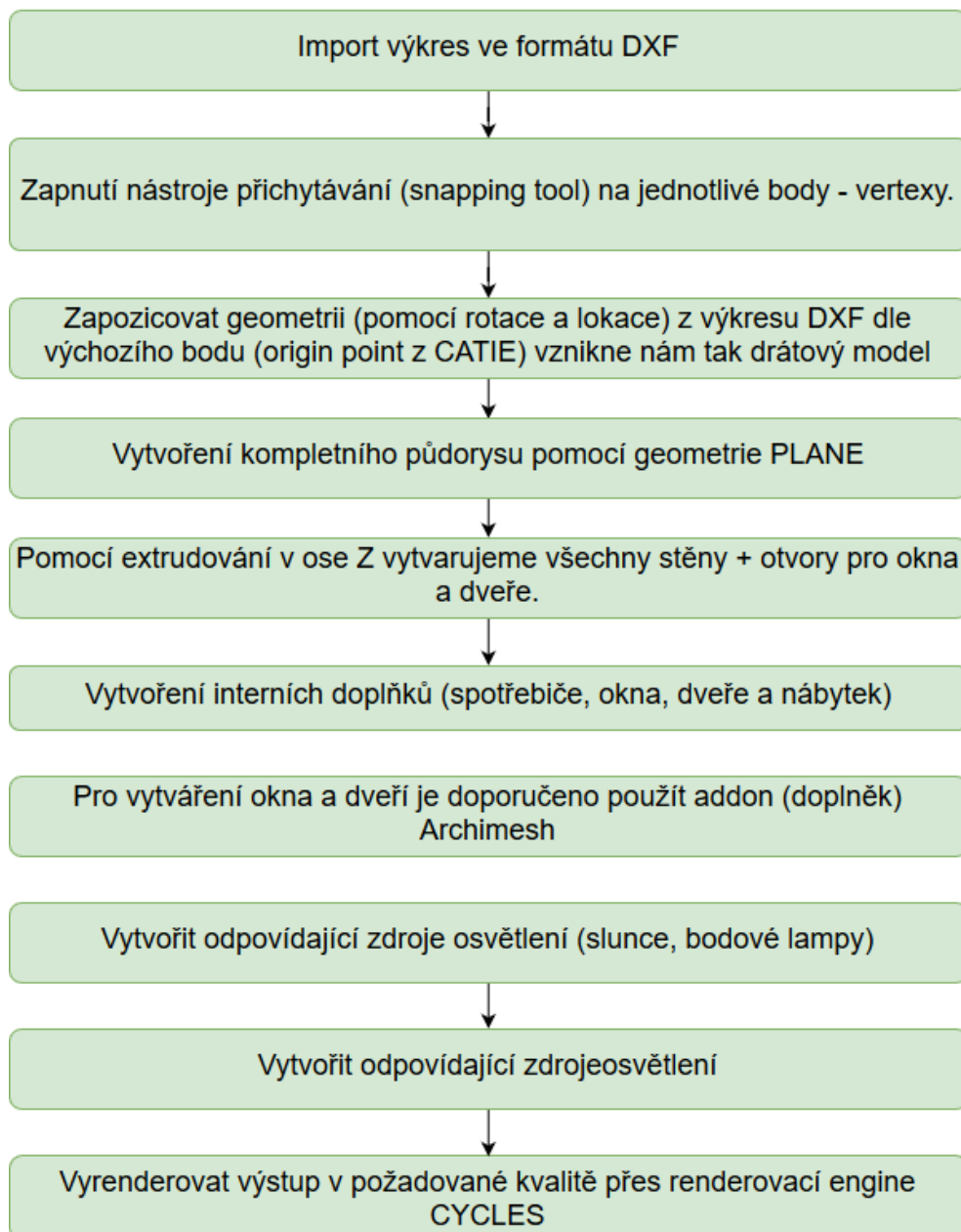


Obrázek 38 ISO pohled a výkres objektu ve formátu DXF – zdroj vlastní

14.2 Vytvoření 3D modelu objektu – BLENDER

Stejně jako v předchozím bodě je pro úplnou kompletnost potřeba mít alespoň základní znalosti programu blender – jeho nástroje, navigaci uvnitř programu atp. Proto je doporučeno projít uvedené materiály zmíněné v teoretické části diplomové práce.

14.2.1 Stručný pracovní postup



Obrázek 39 Stručný pracovní postup v blenderu č. 1 – zdroj vlastní

14.2.2 Finální výstupy z programu BLENDER

Výstupní soubor je dostupný v příloze této diplomové práce. Jedná se o nativní formát programu blender s koncovkou .blend. Obsahuje veškerou použitou geometrii, materiály, umístěné kamery a osvětlení scény. Kdokoliv si jej pak může stáhnout, otevřít a podívat se na více detailů jak byl model vytvořen. Pro otevření je potřeba program blender ve verzi 2.79b nebo vyšší. Při použití nižší verze není zajištěna plná funkčnost.

Jelikož byly použity 3D modely z webové stránky www.blendswap.com a některé z nich podléhají licenčním omezením, je nutno autory děl zmínit. viz. kapitola 7 v teoretické části diplomové práce.

Zde je uveden seznam použitých 3D modelů z webové stránky www.blendswap.com:

- CC-0
 - Rostlina – Interior plant withflowerpotCC-BY
 - Rohový stůl – Cornerdesk
 - Toaleta – Toilethafaeast
 - Rohová pohovka – L – shaped sofa
 - Sprchový kout – Stone Shower
 - Kancelářská židle – Simple Office Chair
 - Kuchyňská linka – KitchenWorktop

- CC-BY
 - Konfereční stůlek – ModernWalnutCoffee Table –Cycles [27]
 - Televize – LED TV [28]
 - Spínače a zásuvky – Sockets and switches [29]
 - Laptop – Notebook [30]
 - Lednice – Refrigerator [31]

Na následujících stranách jsou zobrazeny grafické výstupy programu blender.



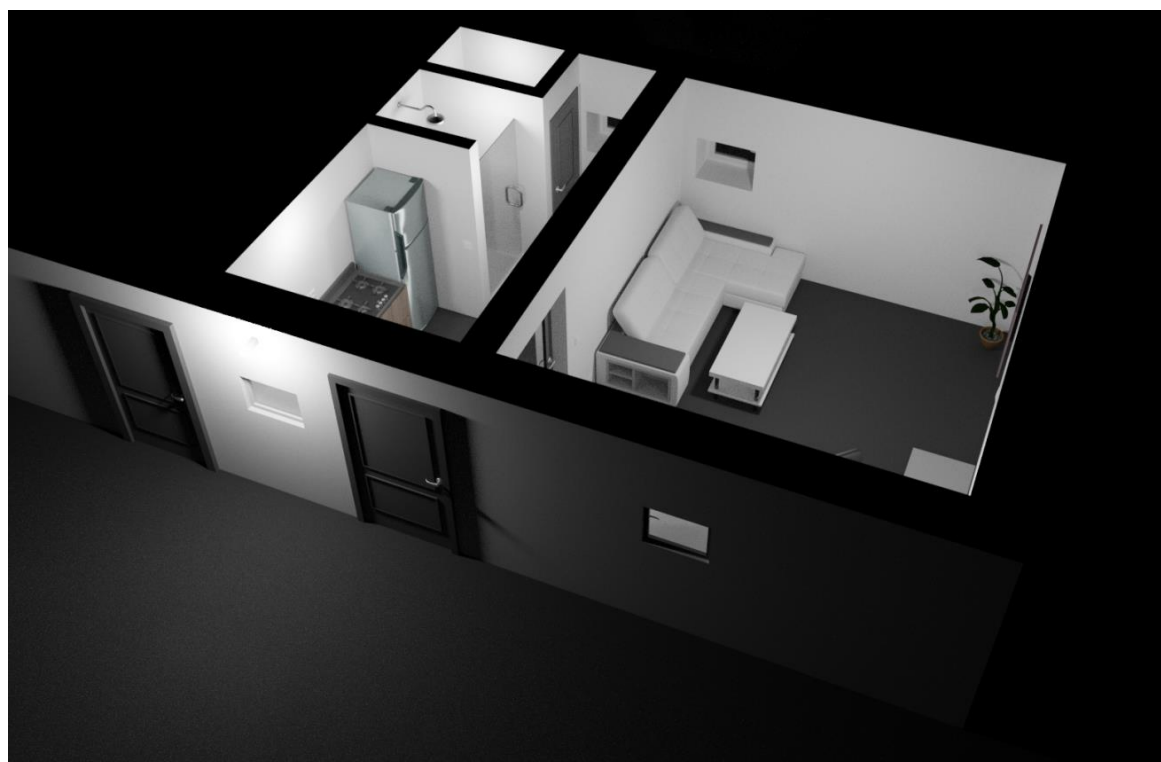
Obrázek 40 Ukázka pracovní plochy před spuštěním renderování – zdroj vlastní



Obrázek 41 Výsledný render rekonstruovaného objektu 01 – zdroj vlastní



Obrázek 42 Výsledný render rekonstruovaného objektu 02 – zdroj vlastní



Obrázek 43 Výsledný render rekonstruovaného objektu 03 – zdroj vlastní

15 VÝVOJ A KONSTRUKCE SYSTÉMU

15.1 Návrh krabičky technologií 3D tisku

Krabička je navržena tak, aby se do ní mohl vložit relé modul. Celá krabička je pak bude jednoduše osaditelná na klasickou DIN lištu, která se běžně používá v elektrických rozvaděcích pomocí navržených zacvakávacích držáků.

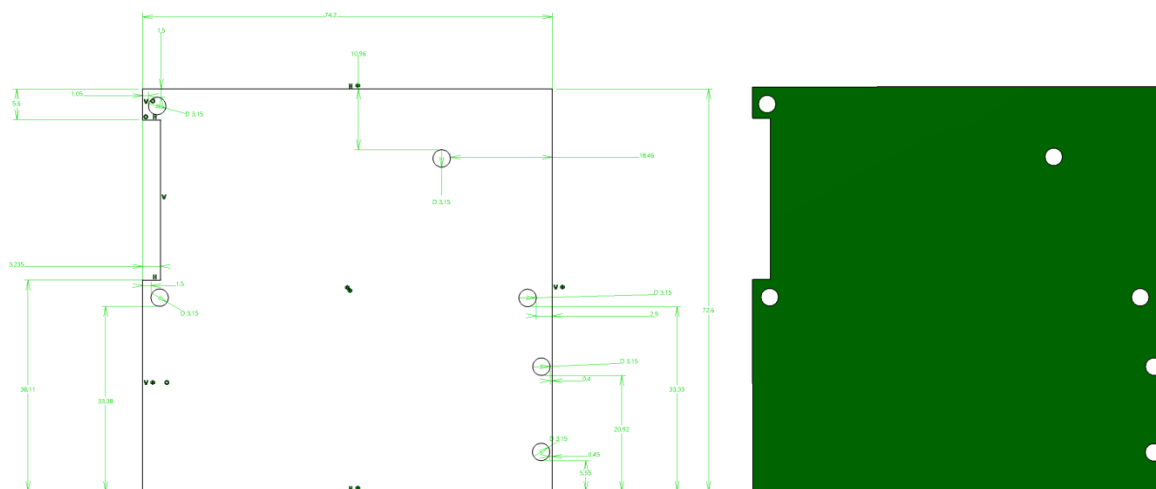
15.1.1 Návrh v CATII

Nejdříve bylo potřeba přeměřit reálné zájmové rozměry relé modulu posuvným měřítkem a zapsat si hodnoty. Zajímá nás hlavně obálka modulu tzv. „envelope“. Jedná se o maximální rozměry produktu včetně osazených komponent a přesahů drátových vývodů:

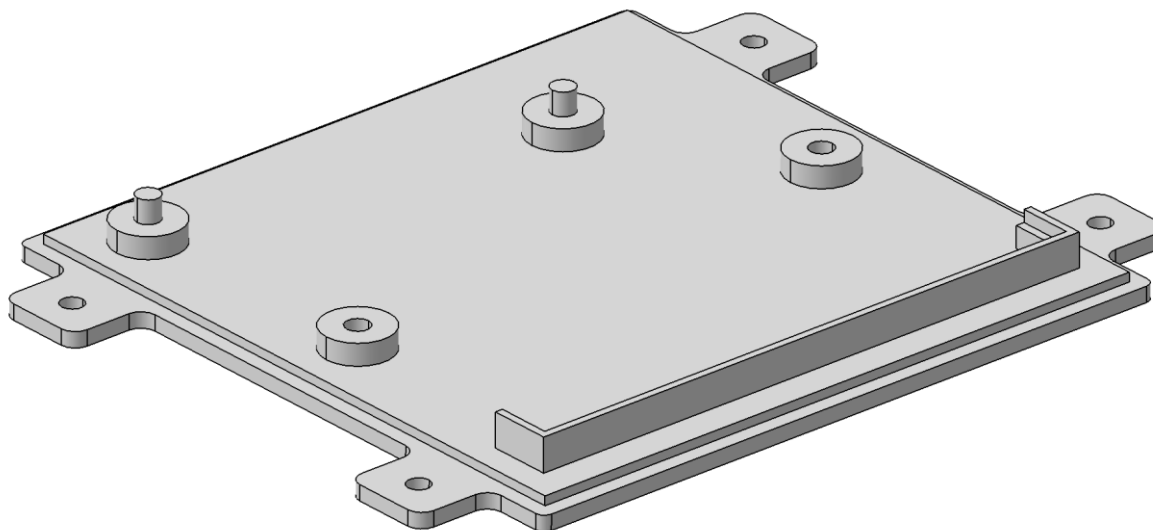
- Tvar a obrys desky
- Šířka
- Délka
- Výška
- Průměry rozteče a lokace děr na DPS
- Výšku přesahujících pinů drátových komponentů
- Rozměry a lokace největších komponentů na DPS

15.1.2 Finální výstupy z programu CATIA

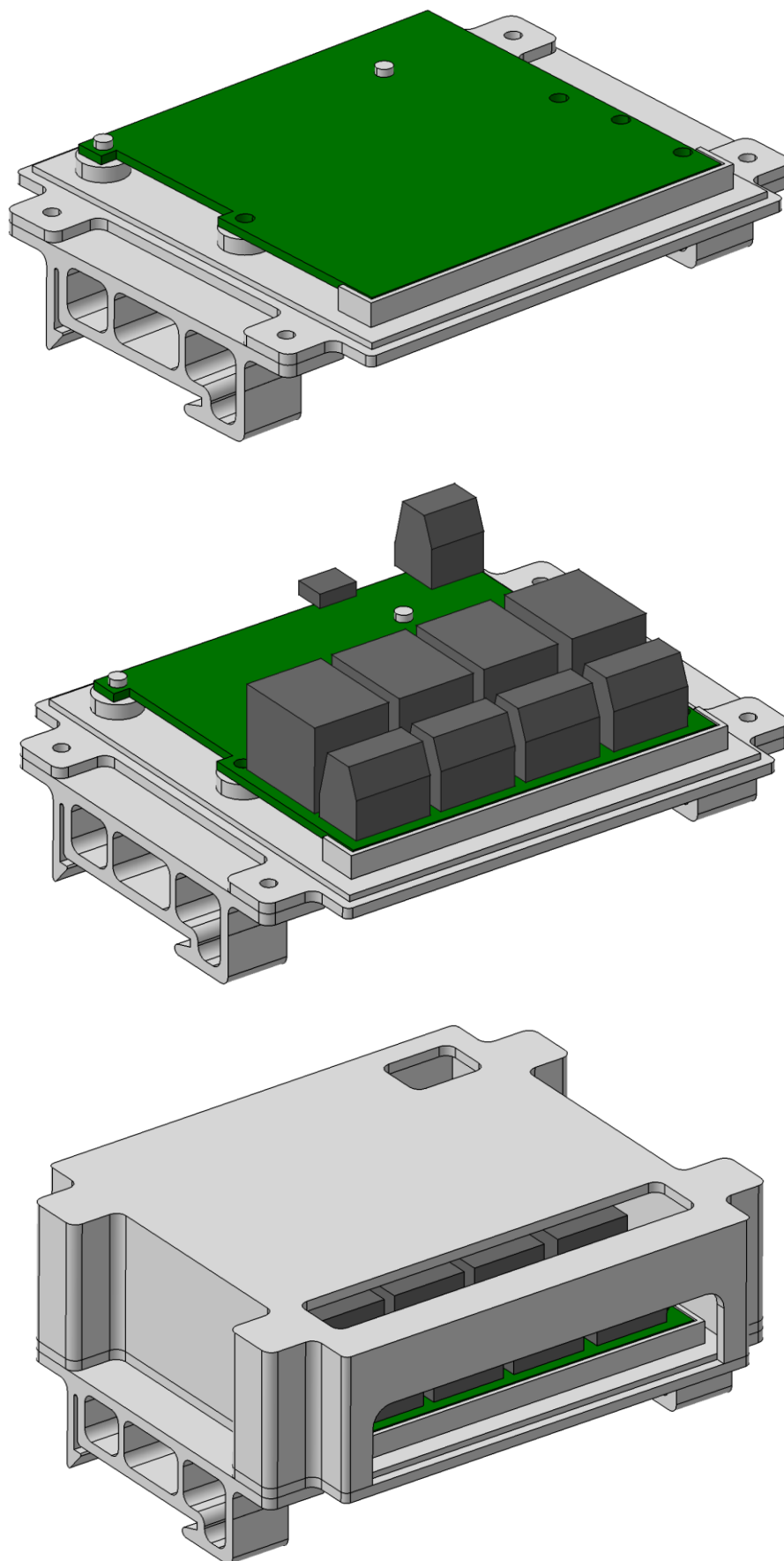
Na několika dalších stranách diplomové práce je zobrazen překreslený relé modul, samotný návrh ochranné krabičky a postupná kompletace díl za dílem celé sestavy. Výkresy s rozměry jsou v přílohové kapitole na konci diplomové práce.



Obrázek 44 Skeč přeměřeného relé modulu – zdroj vlastní



Obrázek 45 3D tisk spodní část krabičky – zdroj vlastní



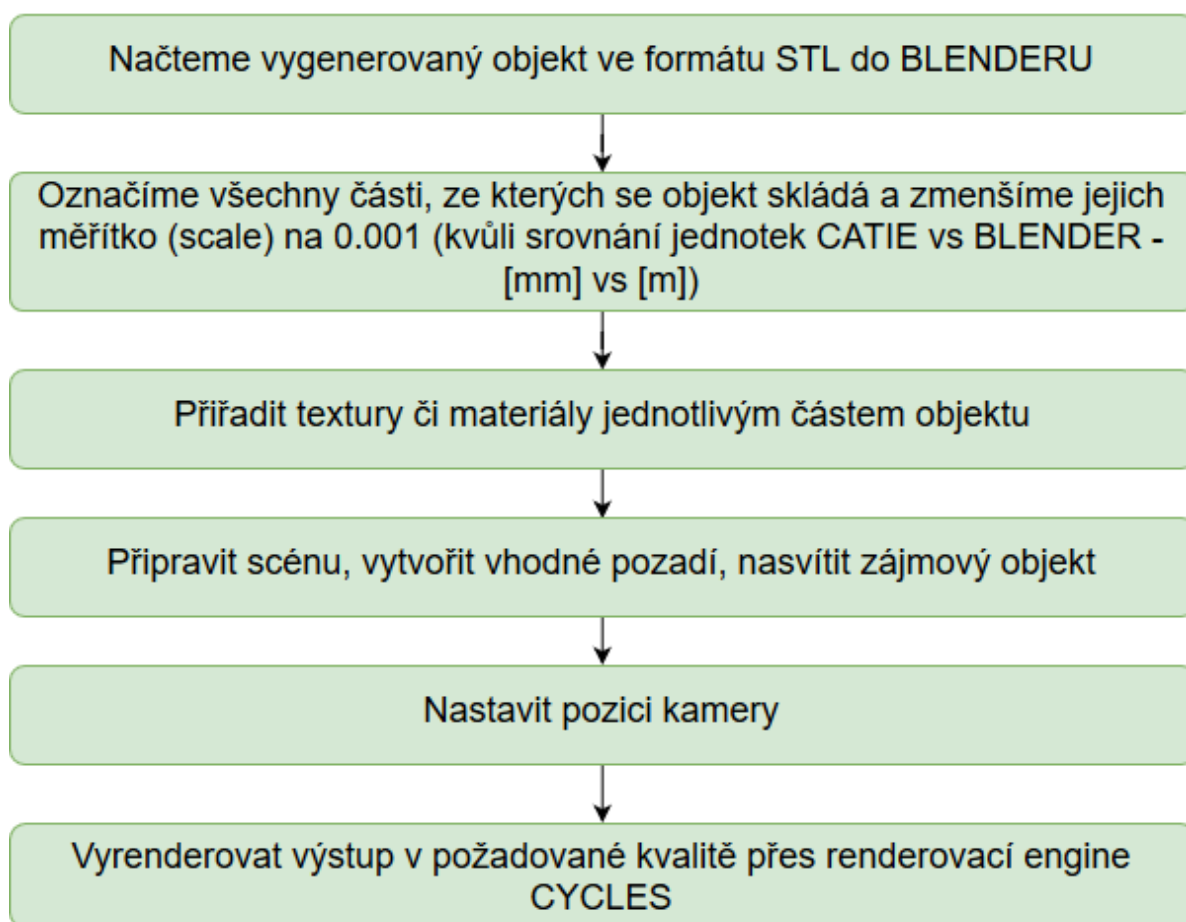
Obrázek 46 Sestava obrázků, postupná kompletace krabičky – zdroj vlastní

15.2 Vizualizace ochranné krabičky v blenderu

Nejsnazší cesta jak vygenerovat vhodný výstup z CATIE (či jiného konstrukčního programu) je převést a vygenerovat daný objekt ve formátu STL. Tento formát se také používá jako vstup pro zpracování v 3D tisku.

*Poznámka, tento proces není doporučen, pokud objekt chceme dále upravovat (měnit tvar, což není tento případ), jelikož tento postup (převod do formátu STL) **kompletně zničí topologii**. Namísto požadovaných čtvercových ploch vznikne trojúhelníkové propojení (triangulace), což je nežádoucí pro následnou manipulaci s objektem. Pokud by bylo požadováno následné upravování v blenderu, lepší by byl postup č. 1 – export a import dat přes výkres DXF.*

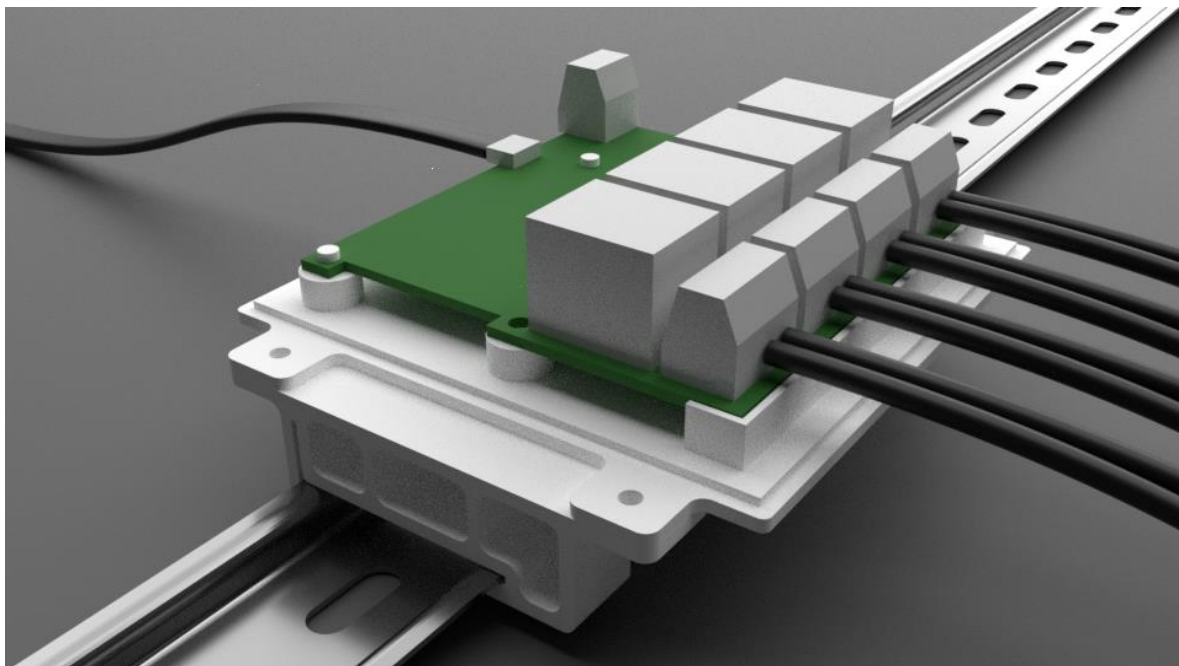
15.2.1 Stručný pracovní postup



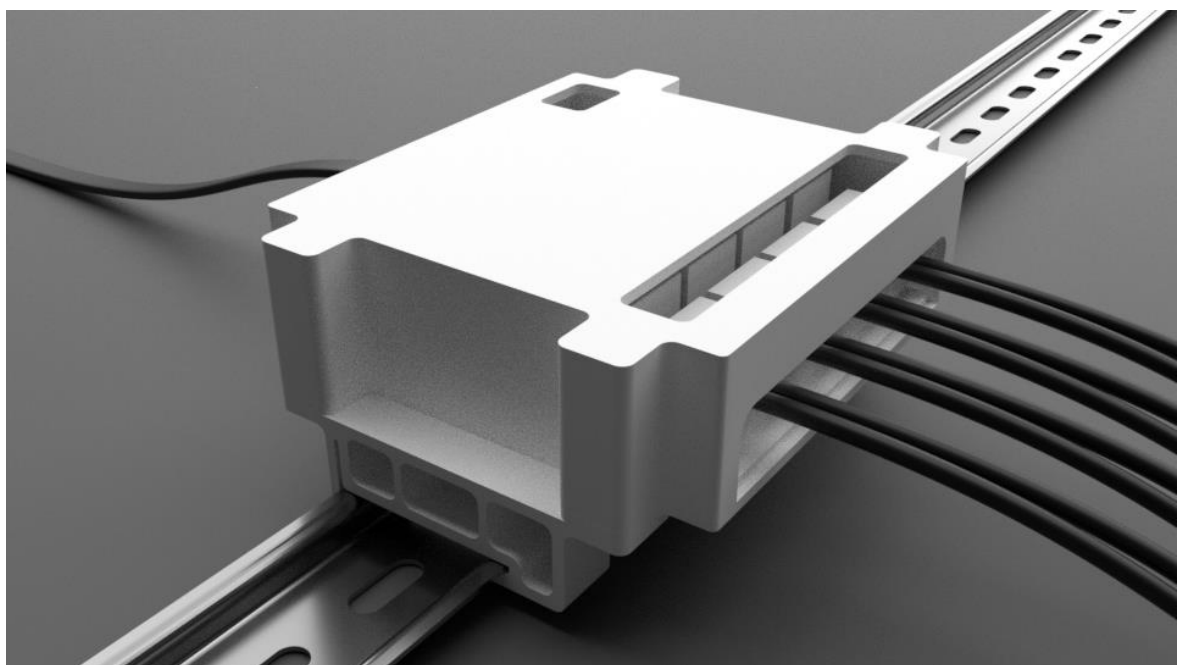
Obrázek 47 Stručný pracovní postup v blenderu č. 2 – zdroj vlastní

15.2.2 Finální výstup z programu blender

Níže jsou vizualizační výstupy programu blender:



Obrázek 48 Render ochranné krabičky z blenderu bez krytu – zdroj vlastní



Obrázek 49 Render ochranné krabičky z blenderu s krytem – zdroj vlastní

15.3 3D tisk krabičky a její kompletace

Pro uchycení PCB budou použity tavné závity, které se zataví pomocí páječky do předem vytvořených otvorů 3D tiskem.



Obrázek 50 Ukázka tavných závitů do plastu [26]

Pro prototypové účely bylo vytisknuto několik komínek s různými průměry děr, na kterých se zkoušelo vtavení závitů i různé teploty hrotu páječky. Pro závit M3 se osvědčilo použít průměr díry 3,8 mm a teplota hrotu 270 °C. Závit se zahříval přes hlavičku šroubu, který byl zašroubován po celou dobu tavného procesu.



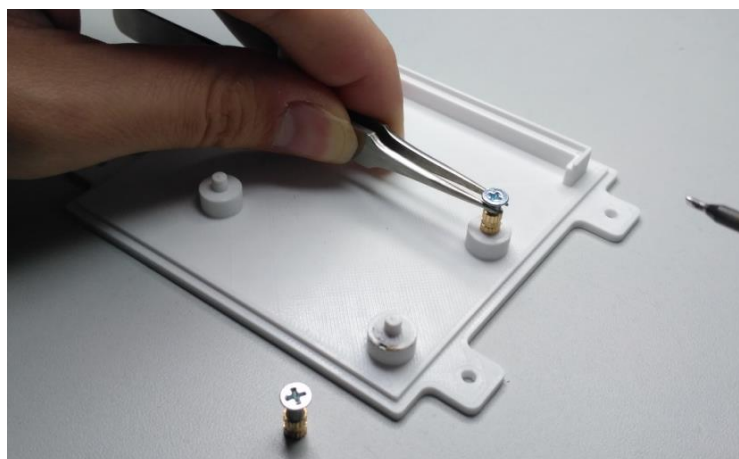
Obrázek 51 Prototypové komínky na odzkoušení závitů – zdroj vlastní

15.3.1 Ukázky fyzických součástí vytištěné krabičky

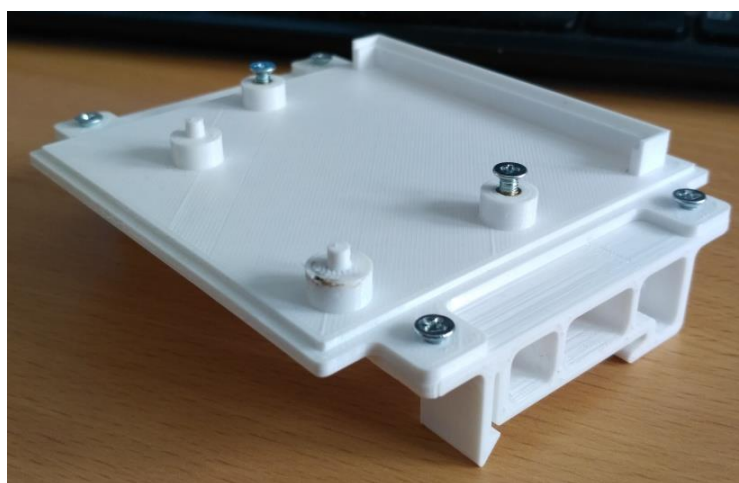
Na následujících obrázcích jsou vidět reálné vytisknuté prvky ze 3D tiskárny:



Obrázek 52 Ukázka vytištěných součástí ve 3D tiskárně – zdroj vlastní



Obrázek 53 Ukázka osazování tavných závitů do plastu – zdroj vlastní



Obrázek 54 Zkompletovaná sestava připravená k uchycení DPS – zdroj vlastní

16 POPIS WEBOVÉ ROZHRAŇÍ

Webové rozhraní je nedílnou součástí řídicího systému. Funguje přes něj vzdálená správa celého systému.

16.1 Návod k ovládání systému

Postup k ovládání systému je následující:

- Připojit se na lokální wifi síť, se kterou komunikují i nainstalované prvky systému.
- Zadat do internetového prohlížeče IP adresu prvku pro načtení dat z uloženého webového serveru v paměti relé modulu.
- Po připojení se ihned zobrazí grafické webové rozhraní.
- Grafické rozhraní by mělo být natolik intuitivní, že ho dokáže používat i laik.

17 PŘEDPOKLÁDANÉ NÁKLADY SYSTÉMU

U obou systémů jsou vypočteny pořizovací hodnoty prvků, ze kterých se systém skládá, a následně jsou také vypočítány hodnoty odběru elektrické energie pro časový přehled, na kolik takový systém přijde za určitou dobu. Aby výsledky byly lehce porovnatelné, spotřeba elektrické energie se počítala pouze pro systém samotný (jeho vlastní odběr), tedy bez koncových spotřebičů.

Pro výpočet spotřeby se vycházelo z průměrné tržní hodnoty 4,1 Kč za kilowat-hodinu.

17.1 Náklady spojené s pořízením PZTS

Tabulka 4 Pořizovací náklady systému PZTS – zdroj vlastní

Název výrobku	značka	obj.kód	Počet kusů	doporučená MC bez DPH / kus	cena celkem za kusy MC bez dph
MG5050	PARADOX	1808-016	1	11 320,00 Kč	11 320,00 Kč
BOX S-40			1		
REM15			1		
IP150-SWAN			1		
K32LCD+			1		
PRO plus (476)	PARADOX	0701-001	2	327,00 Kč	654,00 Kč
FDR-26B-S opticko-kouřový	VAR-TEC	1712-023	1	1 068,00 Kč	1 068,00 Kč
TAP-10 - bílá závrtný - 2vodič	VAR-TEC	0701-038	6	71,00 Kč	426,00 Kč
PCS250-SWAN GSM/GPRS komunikátor, (MMCX-f)	PARADOX	1702-030	1	5 388,00 Kč	5 388,00 Kč
MINI 83 white piezosiréna 105dB	PARADOX	1612-046	1	136,00 Kč	136,00 Kč
REM15 - 868 klíčenka (osobní ovladač-vysílač)	PARADOX	1003-004	1	852,00 Kč	852,00 Kč
AKKU SMART 12V/7Ah rozměr: DxŠxV = 151x65x102 mm	VAR-TEC	0703-110	1	531,00 Kč	531,00 Kč
BOX S-40 včetně TRAFU 40VA	PARADOX	0703-042	1	951,00 Kč	951,00 Kč
BabyWare programovací SW pro SP/MG/EVO192/EVOHD	PARADOX	8888-003	1	- Kč	- Kč
Součet celkem				20 644,00 Kč	21 326,00 Kč

17.2 Náklady spojené s provozem PZTS

Tabulka 5 Přepočet minimálního a maximálního odběru – zdroj vlastní

Název výrobku	Napájení	Klidový, proudový odběr [mA]	Odběr v ak- tivním stavu [mA]	Příkon min [W]	Příkon max [W]
MG5050	16V-AC	100	100	1,6	1,6
BOX S-40	12V=	0	0	0	0
REM15		0	0	0	0
IP150-SWAN		90	110	1,08	1,32
K32LCD+		45	125	0,54	1,5
PRO plus (476)	12V=	15	27	0,36	0,648
FDR-26B-S opticko-kouřový	12V=	0,032	55	0,000384	0,66
TAP-10 - bílá závrtný - 2vodič	0	0	0	0	0
PCS250-SWAN GSM/GPRS komuniká- tor, (MMCX-f)	12V=	100	450	1,2	5,4
MINI 83 white piezosiréna 105dB	12V=	0	100	0	1,2
REM15 - 868 klíčenka (osobní ovlá- dač-vysílač)	0	0	0	0	0
AKKU SMART 12V/7Ah rozměr: DxŠxV = 151x65x102 mm	0	0	0	0	0
BOX S-40 včetně TRAFKA 40VA	0	0	0	0	0
BabyWare programovací SW pro SP/MG/EVO192/EVOHD	0	0	0	0	0
Spotřeba				4,78	12,33

Tabulka 6 Vypočtené hodnoty provozních nákladů PZTS – zdroj vlastní

Doba provozu	Cena min	Cena max
1 hodina	0,02 Kč	0,05 Kč
1 den	0,47 Kč	1,21 Kč
1 týden	3,29 Kč	8,49 Kč
1 měsíc	13,17 Kč	33,97 Kč
1 rok	158,05 Kč	407,59 Kč

17.3 Náklady spojené s pořízením chytré domácnosti

Navržený systém je velmi levný pořídit. Funkční prototyp byl sestaven ze 3 relé modulů a 2 LED modulů.

Tabulka 7 Pořizovací náklady systému TONTO – zdroj vlastní

Název výrobku	Počet kusů	Cena s dph / kus	Cena s dph
Relé modul	3	330,00 Kč	990,00 Kč
LED modul	2	342,00 Kč	684,00 Kč
Součet celkem		672,00 Kč	1674,00 Kč

Tabulka 8 Přepočtení minimálního a maximálního odběru – zdroj vlastní

Název výrobku	Napájení [V]	Klidový, proudový odběr [mA]	Odběr v aktivním stavu [mA]	Příkon min [W]	Příkon max [W]
Relé modul	12	45	193	0,54	2,316
LED modul	12	27	27	0,324	0,324
Spotřeba				0,864	2,64

17.4 Náklady spojené s provozem chytré domácnosti

Jak ukazuje tabulka, provoz tohoto systému je velmi levný. Roční provoz tohoto systému vyjde na pouhých 87,28 Kč. Hodnota byla vypočtena pro maximální možný odběr.

Tabulka 9 Vypočtené hodnoty provozních nákladů modulů – zdroj vlastní

Doba provozu	Cena min	Cena max
1 hodina	0,00 Kč	0,01 Kč
1 den	0,09 Kč	0,26 Kč
1 týden	0,60 Kč	1,82 Kč
1 měsíc	2,38 Kč	7,27 Kč
1 rok	28,57 Kč	87,28 Kč

18 SHRnutí STĚŽEJNÍCH BODŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Níže jsou sepsány stěžejní kroky diplomové práce

- popis chytré domácnosti a používaných funkcí,
- popis použitých nástrojů a procesů v rámci vývoje produktu a diplomové práce,
- výběr a popis objektu,
- zhodnocení požadavků investora,
- zaměření a vizualizace objektu,
- volba vhodného hardwaru pro automatizaci,
- nákup prvků hardwaru,
- návrh ochranné krabičky pro relé modul, osaditelnou na DIN lištu,
- tisk prototypu krabičky pomocí 3D tiskárny,
- rozvržení elektronických okruhů v objektu,
- zajistit softwarové zprovoznění systému – firmware a webové rozhraní,
- vymyslet webové rozhraní tak, aby bylo grafické stránce velmi intuitivní.

ZÁVĚR

Co je přínosem diplomové práce?

Implementace chytré domácnosti je v současném stavu navržena pro ovládání hlavního osvětlení, dekorativního osvětlení a nezávislé nastavení teplot v místnostech. I po dokončení obhajoby však bude systém nadále vyvíjen a počítá se s rozšířením funkcionality (časové plány atd.).

Největším přínosem DP je realizace velmi levného systému s možností vzdáleného ovládání přes webové rozhraní, které je na rozdíl od nativních aplikací nezávislé na používané platformě. V praxi bývá nejdražším článkem vývoje právě vývoj softwaru. S touto filozofií (webového rozhraní) naprosto odpadá programování několika aplikací pro různé platformy (PC, Mac, Linux, Android....) a šetří se tak kapacity softwarových skupin. Obecně se s tímto trendem dá setkat stále ve větším množství a osobně to vidím jako správnou cestu. Zde je uvedeno několik příkladů, které taktéž využívají webového rozhraní:

- www.photopea.com (grafický rastrový editor)
- www.soundcraft.com/ui-demo/mixer.html (mixážní audio pult)
- www.draw.io (nástroj pro vytváření blokových schémat)
- www.circuitlab.com (nástroj pro vytváření elektronických schémat)
- a další...

Vznikl jednoduše aplikovatelný, modulární systém chytré domácnosti s možností ovládání z webového rozhraní prostřednictvím mobilních zařízení.

System již delší dobu běží ve dvou testovacích instalacích a bude i nadále vyvíjen a rozšiřován o další důležitou a praktickou funkcionalitu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Co to je a jak funguje chytrý dům, chytrý byt a chytrá domácnost?. Lupa.cz: Server o českém Internetu [online]. c1998-2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/clanky/co-to-je-a-jak-funguje-chytry-dum-chytry-byt-a-chytra-domacnost/>
- [2] Základy digitální domácnosti. Lupa.cz: Server o českém Internetu [online]. c1998-2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.lupa.cz/specially/zaklady-digitalni-domacnosti/>
- [3] Inteligentní dům. Wikipedie: Otevřená encyklopedie [online]. poslední editace 27.3.2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Inteligentn%C3%AD_d%C5%AFm
- [4] GARLÍK, Bohumír. Inteligentní budovy. Praha: BEN - technická literatura, 2012. ISBN 978-80-7300-440-8.
- [5] Inteligentní elektroinstalace. *Intelix* [online]. Olomouc: INTELIX Technologies [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.intelix.cz/sluzby/inteligentni-elektroinstalace>
- [6] Chytrý dům Loxone. *Loxone: Chytrá domácnost Loxone* [online]. Loxone, c2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/chytry-dum/?fbclid=IwAR1fO0UC4cUWUWIoit6rWYKYn9Fee7mMuIoGeC7bYQh2ifF8FFC86lq6oII>
- [7] Inteligentní dům. *Elektrobock CZ* [online]. Elektrobock CZ, c2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.elektrobock.cz/inteligentni-dum/t2034>
- [8] Funkce inteligentního systému. *TotalISB: Inteligentní dům* [online]. AZ Totalser- vis, c2011-2014 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <http://www.inteligentni-dum.eu/funkce/>
- [9] *Technia* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.technia.co.uk/what-is-catia/>
- [10] *Wikipedia* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/CATIA>
- [11] *3ds* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.3ds.com/cz-cz/produkty-a-sluzby/>

- [12] BURDA, Karel. Základy elektronických zabezpečovacích systémů. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 9788072049677.
- [13] KLOSKI, LizaWallach a Nick KLOSKI. Začínáme s 3D tiskem. Přeložil Jakub GONER. Brno: ComputerPress, 2017. ISBN 9788025148761.
- [14] KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [15] KREIDL, Marcel. Měření teploty: senzory a měřicí obvody. Praha: BEN - technická literatura, 2005. Senzory neelektrických veličin. ISBN 80-7300-145-4.
- [16] BASTIAN, Peter. Praktická elektrotechnika. Praha: Europa Sobotáles, 2004. ISBN 80-86706-15. HORST, Jansen. Informační a telekomunikační technika. Praha: BEN, 2004. ISBN 80-86706-08-7.
- [17] POKORNÝ, Pavel. *Blender: naučte se 3D grafiku*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2009. ISBN 978-80-7300-244-2.
- [18] BÉLAI, Igor a Peter DRAHOŠ. *Komunikačné systémy preautomatizáciu*. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2012. Edícia skript. ISBN 978-80-227-3716-6.
- [19] HRUŠKA, František. *Senzory v systémech informatiky a automatizace*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-630-2.
- [20] Ebay. In: *Ebay* [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.ebay.com/itm/Sonoff-WiFi-DC-5V-4CH-Smart-Remote-Control-Wireless-Switch-Universal-Module-J2O5/254198274486?hash=item3b2f65d9b6:g:WOUAAOSwuAVcsK8l&autorefresh=true>
- [21] Wikimedia[online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/Logo_Dassault_Systemes.jpg
- [22] Technodat[online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.technodat.cz/aktuality/3d-master>
- [23] *Cgmaster* [online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: https://cgmasters.net/wp-content/uploads/2018/09/corvette_white_back.png
- [24] *Wikimedia* [online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Prusa_i3_metal_frame.jpg

- [25] *Thrinter* [online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://thrinter.com/wp-content/uploads/2015/12/IMGP2759.jpg>
- [26] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/0702-064-mg5050-panel-868>
- [27] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/1408-013-k32lcd>
- [28] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/0701-001-pro-plus-476>
- [29] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/0701-038-tap-10-bila>
- [30] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/1712-023-fdr-26b-s>
- [31] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/1702-030-pcs250-swan>
- [32] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/1702-028-ip150-swan>
- [33] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/1003-004-rem15-868>
- [34] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/0703-042-box-s-40>
- [35] *Variant* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/zbozi/0703-110-akku-smart-12v/7ah>
- [36] *Variant* [online]. In: . [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: www.variant.cz/zbozi/1612-046-mini-83-white
- [37] *HIKVISION* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: [https://www.hikvision.com/cz/Products/Network-Camera/EasyIP-3.0/3MP/DS-2CD2135FWD-I\(S\)](https://www.hikvision.com/cz/Products/Network-Camera/EasyIP-3.0/3MP/DS-2CD2135FWD-I(S))
- [38] *Kenex* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.kenex.cz/zaznam-ip/hikvision-ds-7108ni-q1-sitovy-videorekorder-pro-8-ip-kamery/>

- [39] KUNC, Ing. Josef. *Historie systému KNX* [online]. In: . [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/historie-systemu-knx-1-cast--2728>
- [40] KUNC, Ing. Josef. *Historie systému KNX* [online]. In: . [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/historie-systemu-knx-2-cast--2776>
- [41] KUNC, Ing. Josef. *Historie systému KNX* [online]. In: . [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/historie-systemu-knx-3-cast--2879>
- [42] KUNC, Ing. Josef. *Historie systému KNX* [online]. In: . [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/historie-systemu-knx-4-cast-zaver--2927>
- [43] Konverzace, dialogy, podněty a zkušenosti od kolegů ze zaměstnání.
- [44] *Creativecommons* [online]. In: . [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.creativecommons.cz/licence-cc/varianty-licence/>
- [45] Smeagain. ModernWalnutCoffee Table - Cycles [online]. In: . [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.blendswap.com/blends/view/73487>
- [46] EDWARDS, Richard. LED TV [online]. In: . [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.blendswap.com/blends/view/46293>
- [47] ZE, Karel. Sockets and switches [online]. In: . [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.blendswap.com/blends/view/78591>
- [48] SD, Serik. Notebook [online]. In: . [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.blendswap.com/blends/view/81922>
- [49] Anton78. Refrigerator [online]. In: . [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.blendswap.com/blends/view/82509>
- [50] *DATASHEET ESP8266EX* [online]. In: . [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- [51] *ESP-01* [online]. In: . [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://arduino-shop.cz/photos/produkty/f/0/911.jpg?m=1502871491>
- [52] LED Modul [online]. In: . [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://arduino diy.files.wordpress.com/2018/09/ariluxlc01.jpg>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Alternating Current – střídavý proud
API	Application Programming Interface – rozhraní pro programování aplikací
BOM	Kusovník - Bill OfMaterial
CAD	Computeraided design - počítačem podporované projektování
CAM	Computeraidedmanufacturing - počítačem podporované obrábění
CAE	Computeraidedengineering- počítačem podporovaná inženýrská analýza
CatPart	Výstupní formát 3D modelu – CATIA
DPPC	Dohledové přijímací a poplachové centrum
DC	Direct Curent – stejnosměrný proud
DPS	Deska plošných spojů (anglicky PCB – Printedcircuitboard)
DXF	Výstupní formát 2D výkresu - multiplatformní
DWG	Výstupní formát 2D výkresu - CATIA
EEVEE	Extra EasyVirtualEnvironmentEngine
FTA	Function&Tolerancing – rozšiřující licenční modul pro CATIA (3D výkresy)
IoT	Internet of Things – internet věcí
LED	LightEmittingDiode
JT	Výstupní formát 3D výkresu společnosti SIEMENS
PIR	Passive Infrared Detector
PZTS	Požární zabezpečovací a tísňové systémy
NVR	Network video-recorder
SDK	Software Development Kit – vývojařský balíček
STEP	Výstupní, multiplatformní formát 3D modelu
STL	Standard Tessellation Language / Standard Triangle Language

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Letecký snímek vybraného objektu z www.mapy.cz.....	24
Obrázek 2 Logo společnosti Dassault Systemes [21].....	32
Obrázek 3 Ukázka klasického výkresu – zdroj vlastní.....	34
Obrázek 4 Ukázka možnosti kotování do 3D modelu [22]	35
Obrázek 5 Ukázka velmi podařeného výstupu z programu BLENDER [23].....	36
Obrázek 6 Seznam a význam licencí Creative Common [44].....	38
Obrázek 7 Ukázka 3D tiskárny Průša [25]	39
Obrázek 8 Elektronické schéma – relé modul 1 – zdroj vlastní	47
Obrázek 9 Elektronické schéma – relé modul 2 – zdroj vlastní	48
Obrázek 10 Elektronické schéma – relé modul 3 – zdroj vlastní	49
Obrázek 11 Elektronické schéma – LED modulu 1 (bílá) – zdroj vlastní.....	50
Obrázek 12 Elektronické schéma – LED modul 2 (RGB) – zdroj vlastní.....	50
Obrázek 13 Blokové schéma PZTS v objektu – zdroj vlastní	51
Obrázek 14 Zapojení smyček ústředny – zdroj vlastní.....	52
Obrázek 15 Ústředna MG5050 [26]	53
Obrázek 16 Klávesnice K32LCD+ [27]	53
Obrázek 17 Pasivní infračervený detektor PRO plus [28].....	54
Obrázek 18 Magnetický kontakt TAP 10 [29].....	54
Obrázek 19 požární detektor FDR-26B-S [30].....	55
Obrázek 20 GSM Modul PCS250-SWAN [31].....	55
Obrázek 21 IP modul – IP150 SWAN [32]	56
Obrázek 22 Bezdrátová klíčenka REM 15 [33].....	56
Obrázek 23 Ochranný box S40 [34]	57
Obrázek 24 Záložní akumulátor AKKU SMART 12V/7Ah [35].....	57
Obrázek 25 Vnitřní piezosiréna 105dB MINI 83 white [36].....	57
Obrázek 26 Blokové schéma CCTV v objektu – zdroj vlastní.....	58
Obrázek 27 IP Kamera HIKVISION 2CD2135FWD-I(S) [37]	59
Obrázek 28 Síťový video-rekordér DS-7108NI [38].....	59
Obrázek 29 Blokový diagram SW modulu – zdroj vlastní.....	60
Obrázek 30 Blokové schéma obvodu ESP8266 [50].....	62
Obrázek 31 Modul ESP-01 [51]	62
Obrázek 32 Ukázka grafického rozhraní webové aplikace	66

Obrázek 33 Zvolený relé modul od společnosti ITEAD [20].....	67
Obrázek 34 Zvolený LED modul [52].....	69
Obrázek 35 Zdroj letecký snímek www.mapy.cz.....	70
Obrázek 36 Stručný pracovní postup v CATII č. 1 – zdroj vlastní	71
Obrázek 37 Ukázka skeče půdorysu objektu v programu CATIA – zdroj vlastní	72
Obrázek 38 ISO pohled a výkres objektu ve formátu DXF – zdroj vlastní.....	72
Obrázek 39 Stručný pracovní postup v blenderu č. 1 – zdroj vlastní	73
Obrázek 40 Ukázka pracovní plochy před spuštěním renderování – zdroj vlastní	75
Obrázek 41 Výsledný render rekonstruovaného objektu 01 – zdroj vlastní.....	75
Obrázek 42 Výsledný render rekonstruovaného objektu 02 – zdroj vlastní.....	76
Obrázek 43 Výsledný render rekonstruovaného objektu 03 – zdroj vlastní.....	76
Obrázek 44 Skeč přeměřeného relé modulu – zdroj vlastní	78
Obrázek 45 3D tisk spodní část krabičky – zdroj vlastní	78
Obrázek 46 Sestava obrázků, postupná kompletace krabičky – zdroj vlastní	79
Obrázek 47 Stručný pracovní postup v blenderu č. 2 – zdroj vlastní	80
Obrázek 48 Render ochranné krabičky z blenderu bez krytu – zdroj vlastní	81
Obrázek 49 Render ochranné krabičky z blenderu s krytem – zdroj vlastní	81
Obrázek 50 Ukázka tavných závitů do plastu [26]	82
Obrázek 51 Prototypové komínky na odzkoušení závitu – zdroj vlastní	82
Obrázek 52 Ukázka vytištěných součástí ve 3D tiskárně – zdroj vlastní	83
Obrázek 53 Ukázka osazování tavných závitů do plastu – zdroj vlastní.....	83
Obrázek 54 Zkompletovaná sestava připravená k uchycení DPS – zdroj vlastní	83

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Technické požadavky elektroinstalace – osvětlení.....	42
Tabulka 2 Technické požadavky elektroinstalace – vytápění	43
Tabulka 3 Technické požadavky elektroinstalace – zásuvkové okruhy	43
Tabulka 4 Pořizovací náklady systému PZTS – zdroj vlastní	85
Tabulka 5 Přepočtené hodnoty minimálního a maximálního odběru – zdroj vlastní.....	86
Tabulka 6 Vypočtené hodnoty provozních nákladů PZTS – zdroj vlastní.....	86
Tabulka 7 Pořizovací náklady systému TONTO – zdroj vlastní.....	87
Tabulka 8 Přepočtené hodnoty minimálního a maximálního odběru – zdroj vlastní.....	87
Tabulka 9 Vypočtené hodnoty provozních nákladů modulů – zdroj vlastní	87

SEZNAM PŘÍLOH

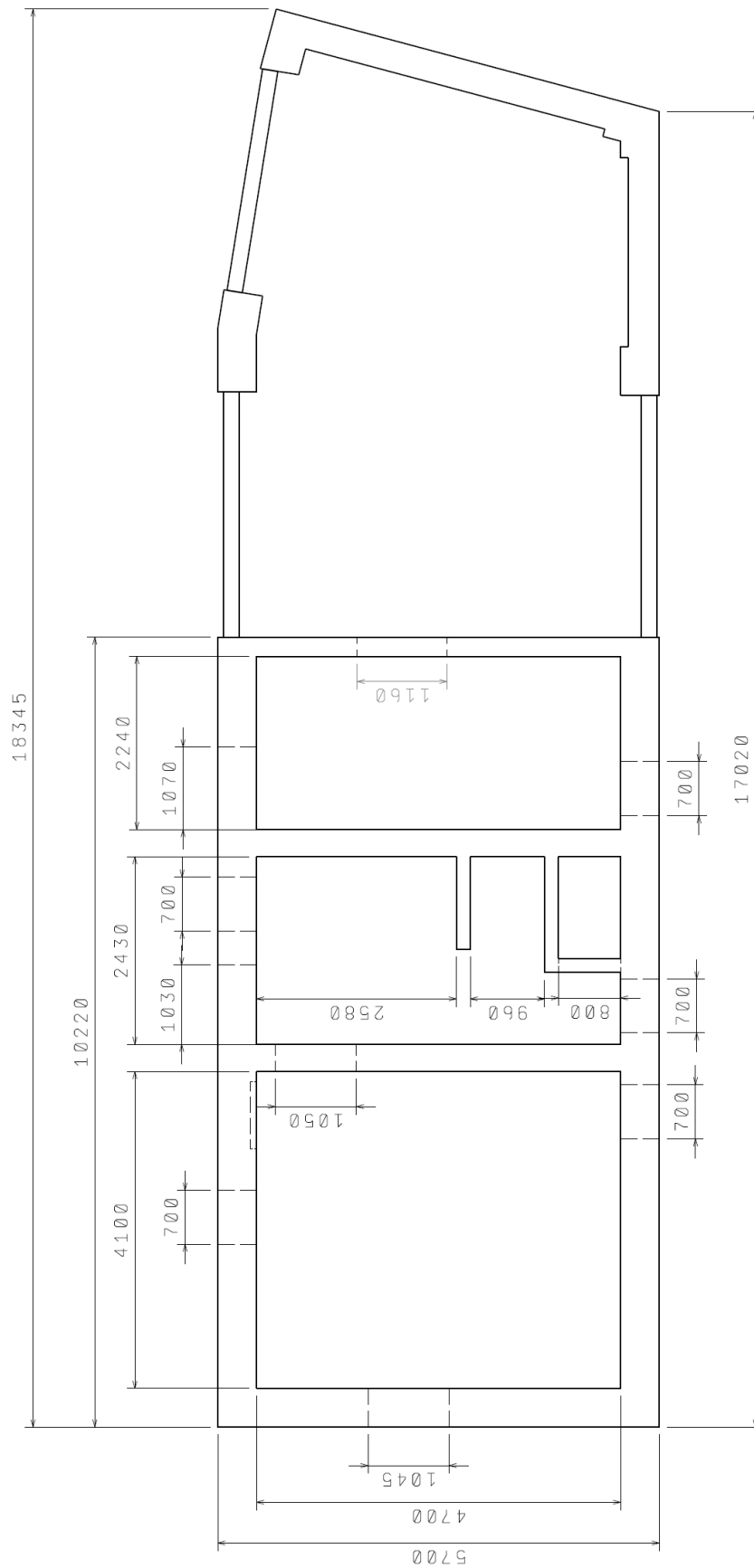
PŘÍLOHA P01 – VÝKRES - PŮDORYS OBJEKTU - CATIA

PŘÍLOHA P02 – VÝKRES – OBRYSY A ROZTEČ DĚR DPS RELÉ MODULU

PŘÍLOHA P03 – VÝKRES SPODNÍ ČÍSTI KRABÍČKY

PŘÍLOHA P05 – VÝKRES DRŽÁKŮ NA DIN LIŠTU

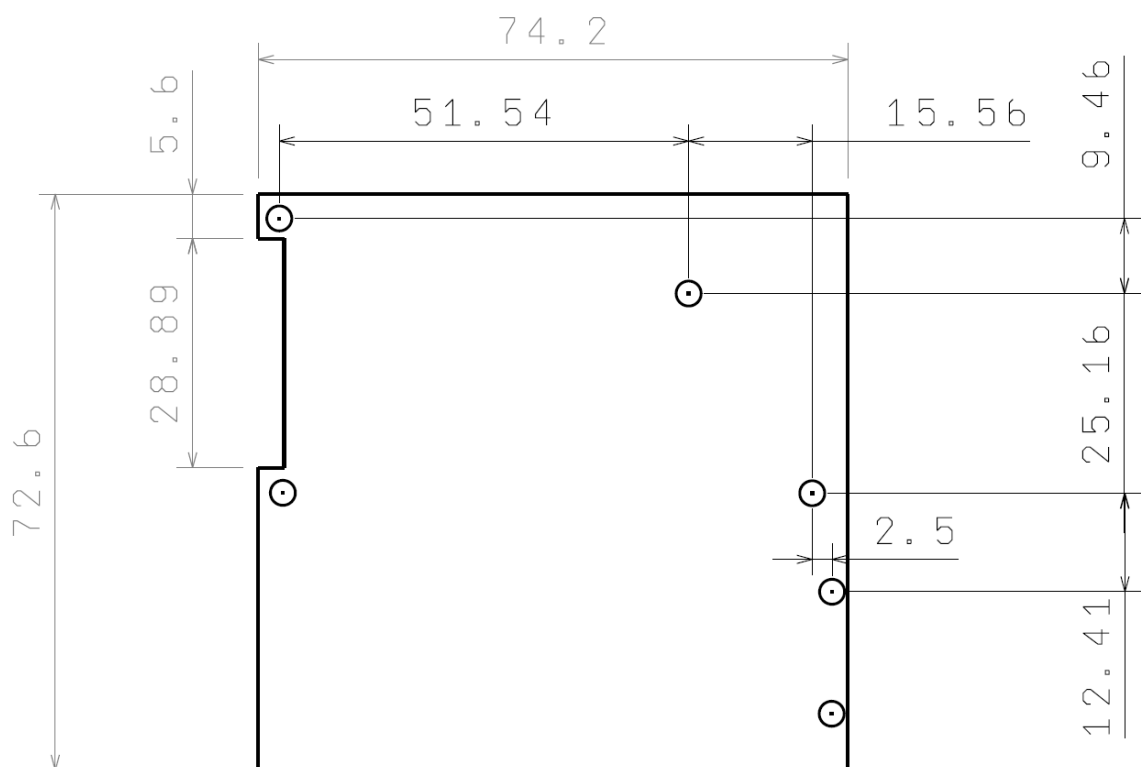
PŘÍLOHA P01 – VÝKRES - PŮDORYS OBJEKTU – CATIA



Výkres je určen pouze pro orientační účely

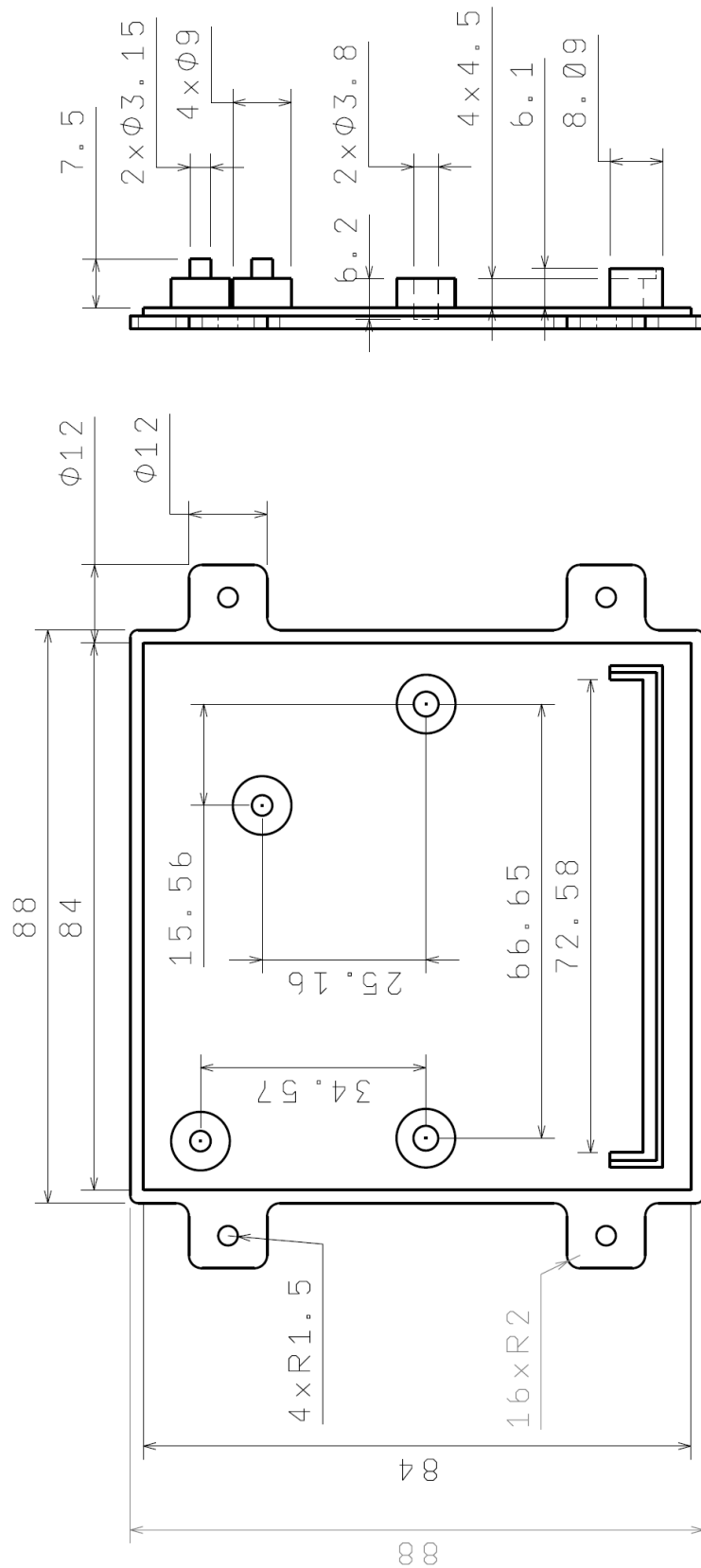
Půdorys
Měřítko 1:50
Jednotky [mm]

PŘÍLOHA P02 – OBRYŠ A ROZTEČ DĚR DPS RELÉ MODULU



Hlavní pohled
Jednotky [mm]

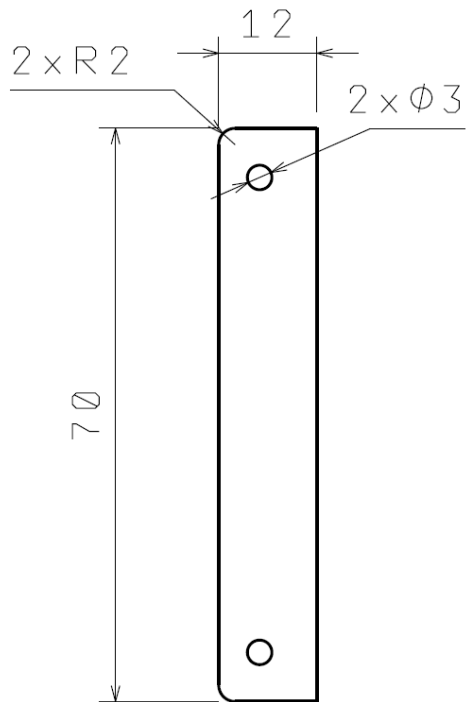
PŘÍLOHA P03 – VÝKRES SPODNÍ ČÁSTI KRABIČKY



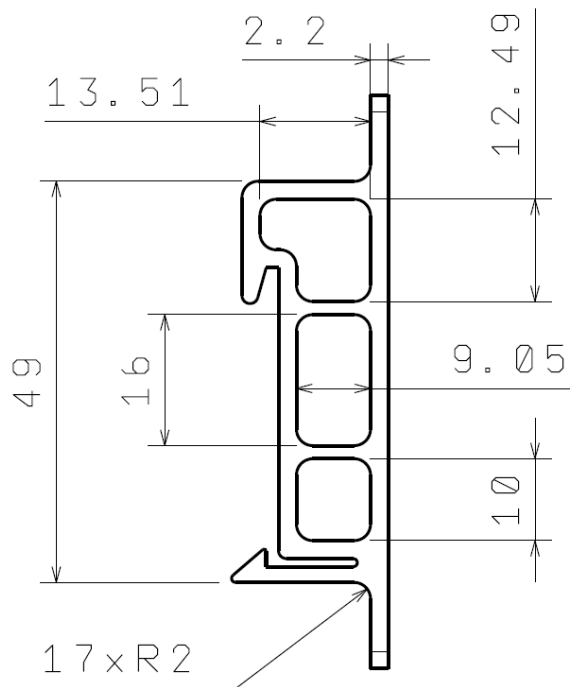
Pohled zleva
Jednotky [mm]

Hlavní pohled
Jednotky [mm]

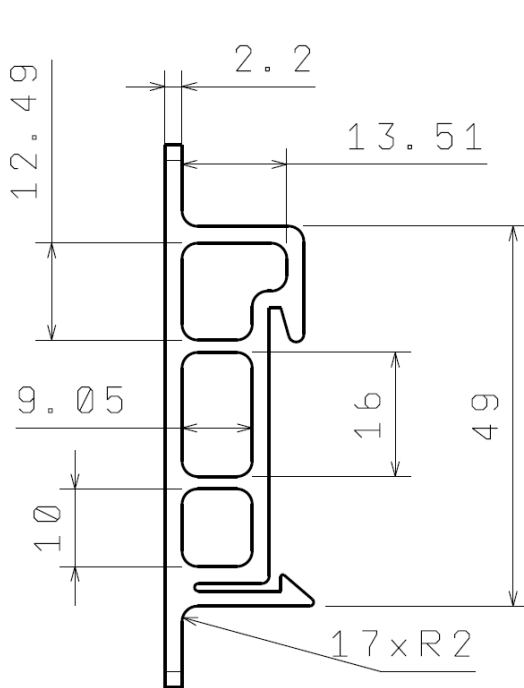
PŘÍLOHA P05 – VÝKRES DRŽÁKŮ NA DIN LIŠTU



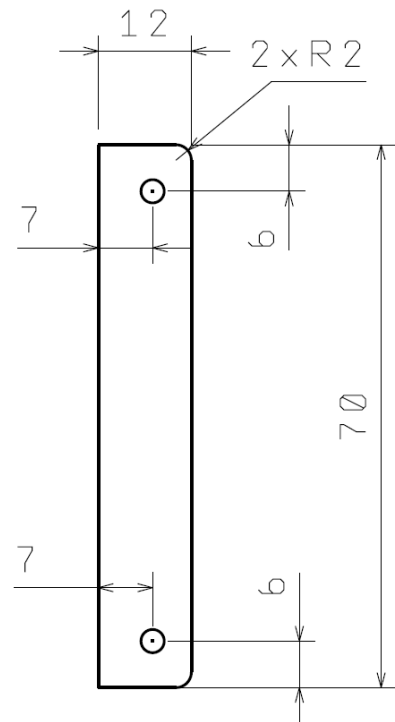
Pohled zprava
Jednotky [mm]



Hlavní pohled
Jednotky [mm]



Hlavní pohled
Jednotky [mm]



Pohled zleva
Jednotky [mm]