



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Fakulta ekonomická
Katedra aplikované matematiky a informatiky

Diplomová práce

Výběr rezidenčního řídicího systému

Vypracoval: Bc. Ondřej Duda
Vedoucí práce: Ing. Ludvík Friebeľ, Ph.D.

České Budějovice 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej DUDA**

Osobní číslo: **E17515**

Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**

Studijní obor: **Ekonomická informatika**

Název tématu: **Výběr rezidenčního řídicího systému**

Zadávací katedra: **Katedra aplikované matematiky a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Diplomová práce se zabývá výběrem vhodného řídicího systému pro ovládání rodinného domu. Výběr musí respektovat požadovanou funkcionalitu, zvolené aktory a podmínky dané budovy. Součástí práce bude i případová studie modelové instalace včetně jejího zapojení a naprogramování.

Cíl práce

Provedení rešerše na téma PLC a jejich využití v prostředí tzv. inteligentní domácnosti. Zpracování přehledu dostupných řídicích systémů domácí elektroinstalace s ohledem na topologii a požadavky uživatele. Posouzení možností systémů pro řízení inteligentní domácnosti pro případ již realizované elektroinstalace. Práce musí obsahovat zpracování návrhu pro konkrétní dvoupodlažní nemovitost s požadavkem na integraci zařízení třetích stran. Zde předpokládáme rozhraní RS232, RS485 a protokol TCP/IP. Předpokládáme řízení osvětlení, topení a klimatizace, stínící techniky, audiovizuální techniky, dveřního systému. Ovládání musí být realizováno pomocí mobilní aplikace i pomocí dotykového panelu.

Metodický postup:

1. Programovatelné logické řadiče.
2. Systémy řízení budov.
3. Definice požadavků uživatele.
4. Zpracování návrhu řídicího systému budovy.
5. Výběr optimální varianty z technického a ekonomického hlediska.
6. Realizace projektu v rámci zvolené technologie.
7. Ekonomická analýza zvolené implementace.
8. Zhodnocení a závěr.

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

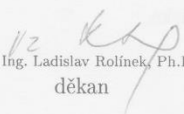
1. Hermann, M., & Hansemann, T. (2009). *Automatizované systémy budov*. Praha: Grada Publishing.
2. Kroupová, E. (2012). *Moderní byt: Inteligentní domácnost je standard!* Praha: Springer Media, 16 (9). 116-121.
3. Průcha, J. *Chytré bydlení: Inteligentní dům* [online]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/index.html>
4. Ripka, P., & Daňo, S. *Senzory pro inteligentní budovy* [online]. Dostupné z: <http://www.ib.cvut.cz/node/403>.
5. Materiály výrobců řídicích systémů pro inteligentní domy.
6. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. *Technické zařízení budov* [online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ludvík Friebel, Ph.D.

Katedra aplikované matematiky a informatiky

Datum zadání diplomové práce: 19. ledna 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 12. dubna 2019


doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.

děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
STUDENTSKÁ 13 (26)
370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Jana Klicnarová, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. března 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to - v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Ekonomickou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své diplomové práce, panu Ing. Ludvíku Friebelovi, Ph.D., za všechny rady a připomínky při její tvorbě a za zapůjčení testovacího kufru iNELS. Dále bych pak chtěl poděkovat rodině za podporu, které se mi při studiu na vysoké škole dostává.

Obsah

1. Úvod	4
1.1. Cíl práce	4
2. Automatizace budov	5
2.1. Typy staveb	5
2.1.1. Domácnosti.....	5
2.1.2. Komerční stavby.....	5
3. Základní kategorizace systémů budov	7
3.1. Otevřenost	7
3.2. Centralizované / Decentralizované.....	7
3.3. Komplexnost	9
4. Standardy	10
4.1. KNX/EIB	10
4.1.1. Komunikace.....	10
4.1.2. Topologie.....	10
4.1.3. Adresace	12
4.1.4. Přenosová média.....	13
4.2. LONWORKS	14
4.2.1. ISO/OSI model	14
4.2.2. Topologie.....	16
4.2.3. Uzel	17
4.2.4. Podsít'	18
4.2.5. Doména	19
4.3. BACnet.....	19
4.3.1. Oblasti využití	20
4.3.2. Architektura.....	21
4.3.3. Objekty	22

4.3.4. Služby	23
4.3.5. Rozhraní k jiným systémům.....	23
4.4. iNELS	23
4.4.1. Topologie.....	24
4.4.2. IDM3	24
4.5. DALI	26
4.5.1. Master-slave systém	26
4.5.2. Parametry.....	26
4.5.3. Propojení s ostatními systémy	26
5. Oblasti automatizace	28
5.1. Osvětlení.....	28
5.1.1. Způsoby ovládání osvětlení.....	28
5.1.2. Světelné scény	29
5.1.3. Stmívání.....	29
5.2. Vytápění	30
5.2.1. Způsoby řízení.....	30
5.3. Stínění.....	31
5.4. Zabezpečení.....	31
5.4.1. Elektronický zabezpečovací systém.....	32
5.4.2. Elektrická požární signalizace.....	32
5.4.3. CCTV	33
5.4.4. Elektronická kontrola vstupu.....	34
5.5. Integrace s domácími spotřebiči.....	34
5.5.1. Chladničky a mrazničky	35
5.5.2. Pračky a sušičky	35
5.5.3. Myčky.....	35
5.5.4. Varné desky a trouby.....	35

5.5.5. Odsavače par	36
6. Základní popis objektu	37
6.1. Popis objektu	37
6.2. Popis systému	39
6.2.1. Návrh osvětlení.....	46
6.2.2. Návrh vytápění	49
6.2.3. Návrh rolet.....	51
6.3. Prvky systému	53
6.3.1. Systémové jednotky	53
6.3.2. Spínání digitálních výstupů	55
6.3.3. Spínání analogových výstupů.....	55
6.3.4. Jednotky binárních vstupů.....	56
6.3.5. Ovládací prvky	56
6.3.6. Termopohon	56
7. Ekonomické zhodnocení	58
8. Závěr.....	60
I. Summary and keywords.....	61
II. Seznam použitých zdrojů.....	62
III. Seznam použitých obrázků a tabulek	64
IV. Seznam příloh.....	66
V. Přílohy	67

1. Úvod

Informační technologie jsou jedním z nejrychleji se rozvíjejících odvětví. Není proto divu, že pronikají do čím dál více oborů, tedy i řízení domácností a komerčních budov. Vývoj těchto technologií je dán jak potřebou flexibility v komerčních budovách, tak i zvyšováním komfortu v domácnostech. Na českém trhu existuje řada dodavatelů, kteří automatizaci budov, v různém rozsahu, nabízejí, a jejich počet neustále roste.

Automatizace budov, kromě flexibility a komfortu, také umožňuje snížení spotřeby energie. To nejenže snižuje majiteli budovy náklady spojené s jejím provozem, ale zároveň činí takovouto budovu i šetrnější k životnímu prostředí, což je v dnešní době velmi aktuální téma. Nevýhodou pak představuje vyšší pořizovací cena vzhledem ke konvenčním elektroinstalacím.

V první části diplomové práce se budu zabývat systémy pro řízení budov, jejich kategorizací a poté krátce popíšu nejčastěji využívané systémy. Dále se budu zabývat jednotlivými oblastmi automatizace. Ve druhé části se zaměřím na iNels, kde se pokusím navrhnout řídicí systém pro novostavbu a následně vypočítat náklady na pořízení tohoto systému.

1.1. Cíl práce

Cílem práce je navrhnutí řídicího systému pro novostavbu. Využiji k tomu sběrníkový systém iNels od firmy ELKO EP, kdy si budu moci na tréninkovém kufru od této společnosti vyzkoušet funkčnost jednotlivých prvků systému.

Následně se pokusím vypočítat finanční náročnost na pořízení navrženého systému. A provedu finanční porovnání s jiným systémem.

2. Automatizace budov

Principem automatizace budov chápeme, že budova je vybavena technologiemi, které umožňují předvídat a reagovat na podněty uživatele, a tím zvýšit jeho komfort, snížit spotřebu energií či zabezpečit budovu. Automatizovaná budova tedy umožňuje soběstačné a dynamické řízení a jednoduchou kontrolu.

2.1. Typy staveb

Způsob automatizace a požadavky na ni můžeme odlišit podle toho, zda se jedná o budovu komerční, nebo o domácnost.

2.1.1. Domácnosti

V posledních letech si můžeme všimnout, že automatizace se v domácnostech postupem času stala standardem.

Hlavní přínos pro domácnost spočívá v energetické úspoře. Té se dosáhne například instalací regulačních funkcí do systému vytápění, kdy je instalace nového vytápěcího systému rozšířena o sofistikovanou regulaci hořáků, stejně jako optimalizací regulace teploty v místnosti. (Horák, 2016)

Dalším přínosem je navýšení komfortu pro obyvatele domácnosti. Může se jednat například o osvětlení. Třeba o samočinně spínané venkovní osvětlení, které se rozsvítí při detekci pohybu, a to jen při dané úrovni šera. Dalším požadavkem na osvětlení může být ovládání z jednoho místa v domácnosti, např. mobilního telefonu. (Horák, 2016)

V neposlední řadě jde také o zabezpečení domácnosti. Konkrétně se jedná o propojení kamerového systému, osvětlení a různých čidel. (Horák, 2016)

2.1.2. Komerční stavby

U komerčních budov je především kladen důraz na hospodárnost budovy. Neméně důležité jsou však uživatelský komfort a vysoká flexibilita, kterou automatizace budov zajišťuje. (Horák, 2016)

Vzhledem k vysokému počtu prvků, jež je třeba ovládat, se do komerčních budov instalují náročné řídicí a regulační systémy. Tyto systémy jsou velmi často vzájemně propojeny a spojeny s dispečerským řídicím stanovištěm, jež zajišťuje bezvadný chod jednotlivých přístrojů, vedoucí ke snižování nákladů na energii, který ale zároveň snižuje množství potřebné obsluhy. (Horák, 2016)

Neméně důležitým faktorem je pak komfort uživatelů, protože, jak již bylo prokázáno, příjemné pracovní prostředí navyšuje pracovní výkon zaměstnanců. Jedná se především o ruční ovládání osvětlení a stínící techniky. (Horák, 2016)

Velkým přínosem automatizace budov je také navýšení flexibility prostoru. Ta se prokáže především při rekonstrukci prostorů. Například se při změně rozložení místností nemusí měnit elektroinstalace, na rozdíl od konvenčních instalací, ale stačí přeprogramovat osvětlení a vypínače. (Horák, 2016)

3. Základní kategorizace systémů budov

V dnešní době existuje nepřehledné množství systémů a protokolů, které jdou využít při automatizaci budov. Proto je můžeme rozdělit do řady skupin podle jistých kritérií, jež nám pomohou se rozhodnout, jaký systém zvolit. Systémy pak můžeme dělit podle jejich otevřenosti, dále dle toho, jestli jsou centralizované nebo decentralizované, či jestli jsou komplexní nebo určené pouze pro jeden specifický úkol.

3.1. Otevřenost

Můžeme rozlišovat otevřené a uzavřené systémy. Otevřené systémy jsou založeny na otevřených protokolech, které jsou přístupné každému, kdo o ně projeví zájem. Nejsou tedy určeny jen pro výrobce, co tento protokol vyvíjí. Je rovněž typické, že tyto systémy nejsou spravovány jednou společností, ale asociací. Mezi největší výhody otevřených systémů patří vysoká flexibilita při výběru jednotlivých zařízení. Výrobky jednotlivých výrobců se liší pouze cenou, vzhledem a vedlejšími funkcemi. Další výhodou představuje skutečnost, že jsou tyto systémy často podporovány vědeckým výzkumem přinášejícím nové funkce. Nevýhodou pak bývá vyšší pořizovací cena. Proto se příliš nevyplatí do domácností, ale uplatňují se spíše při větších projektech. Nejčastěji využívanými systémy jsou KNX, Lon a BACnet. (Nývlt, 2011)

Aplikujeme-li třístupňový hierarchický model na otevřené systémy, získáme úroveň: procesní, automatizační a úroveň managementu. Procesní úroveň představuje jednotlivé senzory a akční členy, v automatizační úrovni jsou ovládací a kontrolní systémy a úroveň managementu představuje podnikové aplikace, jako je ERP. (Nývlt, 2011)

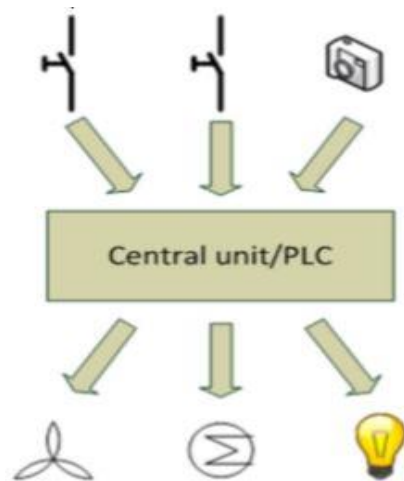
Opakem jsou pak uzavřené systémy. Jejich komunikační protokoly nejsou veřejně přístupné, zná je tedy jen výrobce. Jejich výhodou je nízká pořizovací cena a snadná instalace. Nevýhodou pak omezený výběr zařízení, kdy v případě ukončení výroby výrobcem může nastat problém oprav nebo rozšíření automatizace. (Nývlt, 2011)

3.2. Centralizované / Decentralizované

Dále můžeme dělit systémy podle toho, zda jsou centralizované, či decentralizované. Centralizované systémy mají jednu centrální jednotku, která řídí celý systém. Výhoda takového systému spočívá v tom, že nepotřebuje chytré snímače a akční členy. Velkou nevýhodou pak představuje, že v případě poruchy centrální jednotky je nefunkční celý systém.

Dnes tyto systémy většinou využívají sběrnicovou topologii, v některých případech se však stále využívá hvězdicová topologie, tedy od každého akčního členu vede drát přímo k řídicí jednotce. Znázornění tohoto schématu pak můžeme vidět na Obrázek 1. (Nývlt, 2011)

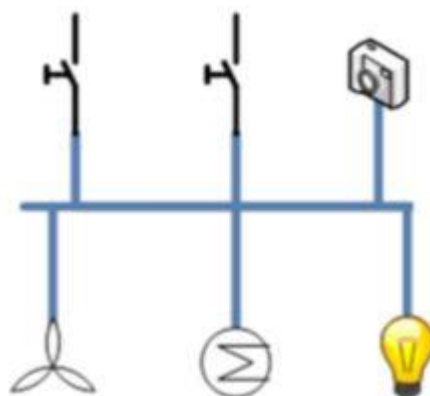
Obrázek 1 Centralizovaný systém



Zdroj: Nývlt, 2011

Naopak decentralizované systémy nemají centrální řídicí jednotku, každý snímač a akční člen tedy musí být inteligentní. To vede k vyšší odolnosti systému, jenž tedy v případě poruchy jednoho členu nezkolabuje celý. Nevýhodou je pak vysoká pořizovací cena prvků systému. Tento systém umožňuje využívání pouze sběrnicové topologie. Schéma decentralizovaného systému pak můžeme vidět na Obrázek 2. (Nývlt, 2011)

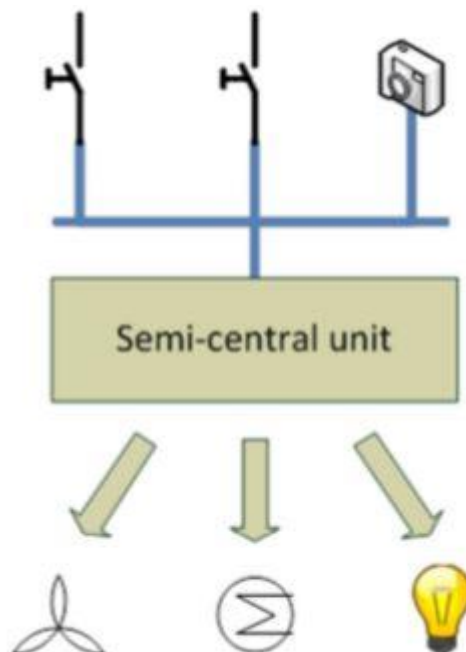
Obrázek 2 Decentralizované systémy



Zdroj: Nývlt, 2011

Další možností jsou takzvané hybridní systémy, kdy jsou do semi-řídící jednotky pomocí sběrnice svedeny vstupy (spínače, čidla) a pomocí hvězdicové topologie jsou pak připojeny výstupy (světla, stínící technika, topení). Tím se spojují výhody obou metod. Oproti centrálním systémům se tedy navýší robustnost, a oproti decentralizovaným systémům mají nižší pořizovací náklady. Schéma hybridního systému pak můžeme vidět na Obrázek 3. (Nývlt, 2011)

Obrázek 3 Hybridní systém



Zdroj: Nývlt, 2011

3.3. Komplexnost

Dále můžeme systémy rozdělit na základě jejich komplexnosti. Komplexní systémy jako KNX, Lon nebo BACnet jsou schopné kontrolovat řadu oblastí automatizace, od světel stínící techniky, zabezpečení až po vytápění. Opakem jsou pak systémy zaměřené na specifický úkol. Může se jednat například o systém DALI, určený pro řízení osvětlení, nebo systém OpenTherm, který se zaměřuje na řízení vytápění. (Nývlt, 2011)

4. Standardy

4.1. KNX/EIB

KNX/EIB je otevřený, decentralizovaný a komplexní komunikační standard, který se užívá v technických systémech pro síťové infromatické spojení zařízení, jako jsou akční členy, snímače, řídicí, regulační, obslužná, diagnostická, vizualizační, dispečerská a měřicí zařízení. Tento komunikační standard je standardizovaný pod normou ČSN EN 50090-1. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Certifikaci a vývoj nových sběrníkových systémů zajišťuje mezinárodní organizace Konnex Association, která vznikla spojením organizací European Installation Bus Association (EIBA), BatiBUS Club International (BCI) a European Systems Associations. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

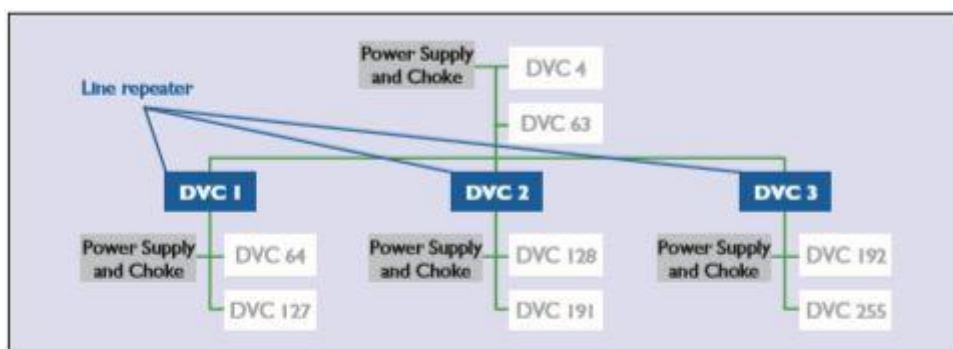
4.1.1. Komunikace

Veškerá datová komunikace mezi jednotlivými zařízeními probíhá pomocí takzvaných telegramů. Telegramy můžeme rozlišit na dva druhy, na telegram datový a zpětné hlášení (potvrzovací telegramy). Impulsem k odeslání datového telegramu bývají především jednotlivé události, např. stisknutí tlačítka na ovladači. Ovladač pak odešle datový telegram všem příjemcům s danou skupinovou adresou. Všichni příjemci této datové zprávy pak odešlou zpětné hlášení. Aby se předešlo přetížení linky při větším počtu zpětných hlášení, zpětná hlášení proběhnou jako souhrnná. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.1.2. Topologie

KNX/EIB využívá stromovou topologii. Základním prvkem v topologii KNX/EIB je linie. Každá linie musí být napájena vlastním zdrojem s tlumivkou. Na každou linii jde připojit až 64 snímačů nebo akčních členů. V případě potřeby je možné rozšířit linii

Obrázek 4 Systém s využitím liniových opakovačů

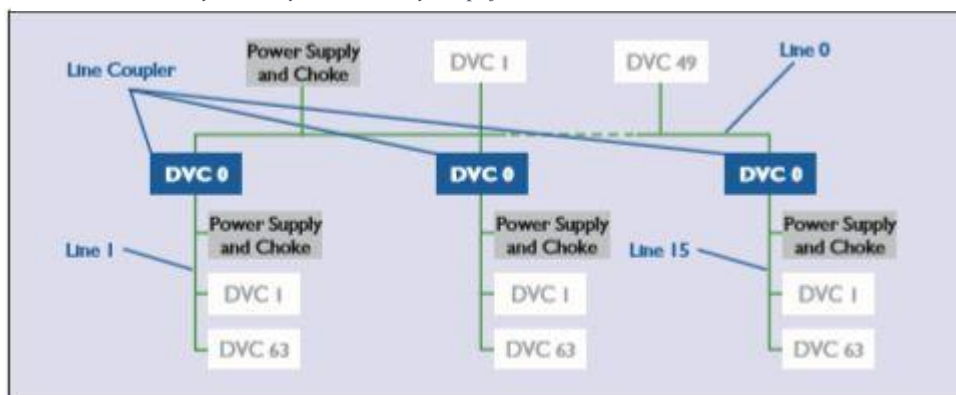


Zdroj: (KNX Basics)

pomocí až 3 liniových opakovačů. Každá sekce přidaná pomocí liniového opakovače musí mít vlastní zdroj napájení a může mít 63 dalších snímačů nebo akčních členů. Tím se může navýšit množství zařízení na linii až na 255, tuto situaci pak můžeme vidět na Obrázek 4. (KNX Basics)

Dále můžeme provést rozšíření pomocí liniových spojek. Díky nim lze na hlavní linii přidat až 15 dalších linií, přičemž tuto situaci můžeme vidět na Obrázek 55. Na hlavní linii se může nacházet až 64 zařízení, kdy každá liniová spojka se na hlavní linii chová jako zařízení.

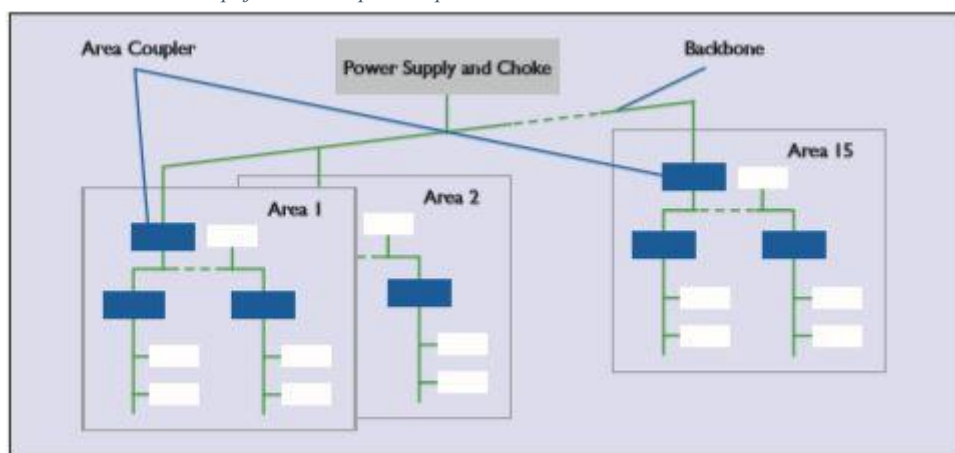
Obrázek 5 Systém s využitím liniových spojek



Zdroj: (KNX Basics)

Na jednotlivých liniích pak může být až 63 zařízení, ovšem každá linie musí mít vlastní zdroj napájení. Hlavní linie spolu s ostatními liniemi tvoří oblast. Jednotlivé oblasti jsou poté propojeny páteřní linií, to můžeme vidět na Obrázek 6. Na jedné páteřní linii může být až 64 zařízení a 15 oblastí, připojených pomocí oblastní spojky, kdy se každá oblastní spojka počítá jako jedno zařízení. (KNX Basics)

Obrázek 6 Propojení oblastí pomocí páteřní linie



Zdroj: (KNX Basics)

Výhodou zapojení pomocí liniových spojek je, že v případě poruchy jednoho napájecího stroje je zasažena pouze jedna linie a ostatní linie fungují nadále, tedy až na případnou poruchu napájecího zdroje páteřní linie. Další výhodou představuje, že liniové spojky mají filtrační funkci. Telegramy jsou tedy propouštěny přes liniové spojky pouze v případě, že adresa zařízení leží na linii, kterou liniová spojka připojuje. Neposlední výhodou pak jistě spočívá v přehlednosti celého systému. (KNX Basics)

Každý telegram má pak v sobě takzvané routinové číslo. To je standardně nastaveno na hodnotu šest a pokaždé, když některá spojka přenesení datový telegram, je routinové číslo poníženo o jedna. V případě, že routinové číslo klesne na nulu, se telegram už dále nepřenesení. (KNX Basics)

4.1.3. Adresace

Každému zařízení na sběrnici, které se účastní komunikace s daty, je přiřazeno unikátní číslo pro jednoznačnou identifikaci. Jedná se o takzvanou individuální adresu. Ta je každému zařízení přidělena pomocí programu ETS 3 při uvedení do provozu. Individuální adresy zařízení by měly mít co nejlogičtější strukturu a měly by být uspořádány podle svého fyzického umístění, tj. jak spolu lokálně sousedí. Jelikož se individuální adresa zařízení nemění, bývá často zvykem, že se na etiketu jednotlivých přístrojů tato adresa napíše. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Individuální adresa má pak formu Oblast.Linie.Účastník. V telegramu je pro individuální adresu vymezeno 16 bitů, a to 4 bity pro oblast, 4 bity pro linii a 8 bitů pro účastníky v rámci jedné linie. Liniové a oblastní spojky mají rezervováno nulu. Tedy

například adresa 3.5.0 je individuální adresou liniové spojky, která připojuje 5 linií na hlavní linii ve třetí oblasti. Individuální adresa tedy účastníka jednoznačně identifikuje a dává mu přesné umístění v topologii systému. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

K vytvoření funkčních vazeb pak slouží skupinové adresy a skupinové objekty. Skupinové adresy se zadávají při ožívání systému pomocí programu ETS 3. Mohou být dvou nebo třístupňové. Formát skupinové adresy je hlavní skupina/střední skupina/podskupina, u dvoustupňové adresy je pak vynechána střední skupina. U dvoustupňové adresy jsou rezervovány 4 bity pro hlavní skupinu a 11 bitů pro podskupinu. U třístupňové adresy jsou pak rezervovány 4 bity pro hlavní skupinu, 3 bity pro střední skupinu a 8 bitů pro podskupinu. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Skupinové objekty představují komunikační rozhraní pro zápis a čtení na sběrnici. Například senzor typu tlačítko může mít 3 skupinové objekty, a to: krátký stisk, dlouhý stisk nebo bistabilní přepnutí. Aby pak došlo při stisknutí tlačítka k odeslání telegramu, musí být k tomuto objektu přiřazena skupinová adresa a příjemce telegramu. Jeho skupinový objekt se musí nacházet ve stejné skupinové adrese a plnit roli posluchače. Při přidělení skupinových objektů skupinovým adresám musí být dodržena dvě základní pravidla. Prvním pravidlem je, že skupinová adresa musí obsahovat alespoň jeden vysílací skupinový objekt a alespoň jeden přijímací skupinový objekt. A druhé pravidlo říká, že vysílací skupinový objekt může být přiřazen jen jedné skupinové adrese. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.1.4. Přenosová média

KNX/EIB využívá pro přenos dat tato média:

- KNX.TP – přenosové médium kroucený pár je díky své snadné instalaci a ceně nejčastěji využívaným přenosovým médiem. Uplatňuje se především u novostaveb.
- KNX.PL – silové vedení se jako přenosové médium využívá, když už je položena elektroinstalace a samostatné vedení sběrnice by bylo příliš nákladné.
- KNX.RF – výhodou rádiových vln jako přenosového média je, že odpadá nutnost pokládání vedení. Napájení bývá řešeno pomocí baterií.
- KNXnet/IP – ethernetu jako přenosového média se využívá v případě, že se systém připojuje k síti TCP/IP; může se jednat například o komunikaci s obsluhou.

- Kabel s optickým vláknem – kabel s optickým vláknem se využívá především při překonávání větších vzdáleností, například když vede vedení mimo plášť budovy nebo mimo pozemek. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.2. LONWORKS

LONWORKS, zkráceně LON, je otevřený decentralizovaný a komplexní komunikační protokol. LON protokol je velmi rozšířen jak při automatizaci budov a domácností, tak také při průmyslové automatizaci či při jiných využitích, jako je distribuce energií nebo doprava. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Historie protokolu LON začíná při vzniku firmy Echelon na konci 20. století. Záměrem pro vznik této firmy bylo vytvoření technologie pro síť distribuované inteligence. Za tímto účelem pak byla vyvinuta technologie LONWORKS. Její základ tvoří samostatně vyvinutý mikropočítač Neuron-Chip. Později pak byla přidána aplikační platforma LONWORKS-Network-Services, která umožňuje aplikace a implementace nezávisle na výrobci. Další důležitou organizací je pak LONMARK Interoperability Association. Hlavním cílem této organizace s celosvětovou působností je zajišťování dodavatelsky nezávislého vývoje technologií LONWORKS. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.2.1. ISO/OSI model

Protokol LonTalk můžeme popsat pomocí ISO/OSI modelu.

První vrstvou je fyzická, která definuje propojení po fyzickém komunikačním médiu. Od toho se dále odvozuje způsob kódování jednotlivých bitů či bytů. (Garlík, 2013)

Druhou vrstvou je linková, ta řídí a ovládá přístup na přenosové médium. Dalším jejím úkolem je kódování dat pro detekci chyb a případnou opravu. Zde je k tomuto účelu využit cyklický kód CRC. (Garlík, 2013)

Další vrstvu představuje vrstva síťová. Ta je zodpovědná za doručení paketů cílovému uzlu, případně uzlům. Plní při tom dva úkoly, a to adresaci zpráv a propojování rozdílných kanálů. (Garlík, 2013)

Čtvrtá vrstva modelu je transportní, která odpovídá za spolehlivost doručení paketů. Kontroluje tedy přenos paketů po síti od vysílajícího uzlu k přijímacímu, dále zajišťuje potvrzení přijetí paketu nebo ničí duplikátně vyslané pakety. (Garlík, 2013)

Pátou vrstvou je relační vrstva. Ta určuje standardní kódy zpráv pro síťový management a diagnostiku. Tyto zprávy usnadňují instalaci a řízení sítě, kdy umožňují změnit nastavení a konfiguraci neuronových čipů, případně obsah jejich EEPROM paměti. Součástí této vrstvy je také ověřovací protokol, který využívá Neuron ID. Tím je možno rychle a snadno vymeziť neoprávněný přístup. Další funkcí této vrstvy je, že slouží jako rozhraní mezi šestou a sedmou vrstvou protokolu běžícího v hostitelské aplikaci a vrstvami jedna až čtyři běžících jako firmware na neuronových čipech. (Garlík, 2013)

Další vrstva je prezentační, jež umožňuje výměnu zpráv mezi aplikacemi. Zpráva může mít tři podoby, a to: síťovou proměnnou, explicitní zprávu nebo cizí rámec. (Garlík, 2013)

Většina aplikačních dat je přenášena pomocí síťové proměnné. Tyto proměnné jasně definují a přiřazují data do určité skupiny podle fyzikálního významu, včetně jednotek. Tato data pak mají určeno, jaké hodnoty reprezentují a jak se má s nimi nakládat. Příklad několika síťových proměnných pak můžeme vidět v Tabulka 1. Protokol LonTalk charakterizuje několik standardních proměnných (SNVT), které jsou asociovány fyzikálními jednotkami, viz Tabulka 1. (Garlík, 2013)

Tabulka 1 Některé síťové proměnné a jejich reprezentace

Název	Typ proměnné	Bitů	Rozsah hodnot
SNTV_lev_cont	kontinuální hodnoty	8,00	0 až 100
SNTV_liv_disc	diskrétní hodnoty	8,00	zapnout, vypnout, vysoký, střední
SNTV_temp	teplota	16,00	-273,2 až 6279,0
SNTV_power	energie	16,00	0 až 65 535
SNTV_date_time	časové údaje	24,00	00:00:00 až 23:59:59
SNTV_str_asc	řetězec ASCII	248,00	30 znaků

Zdroj: (ELEKTRO, 2013)

Explicitní zprávy jsou určeny k prezentaci dat vhodných pro určité typy síťových proměnných. Explicitní zprávy jsou složeny ze dvou částí. První částí je kód, který charakterizuje, jak má aplikace interpretovat data. Druhou částí je samotný obsah dat. (Garlík, 2013)

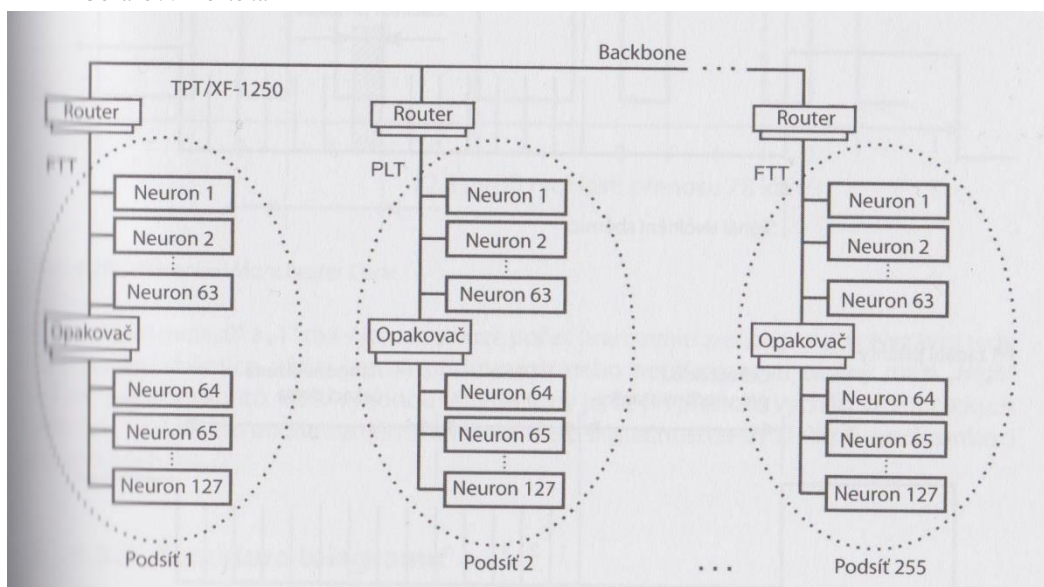
Cizí rámce jsou rámce dat, jež nikterak nesouvisí s touto vrstvou a mají být pouze přenesena do cílové aplikace bez další specifikace. Data přenášená touto zprávou mohou mít velikost až 228 bytů. (Garlík, 2013)

Poslední vrstvou je pak aplikační vrstva modelu. V té běží aplikační program, deklaruje používané typy síťových proměnných, kódy explicitních zpráv atd. Protokol LonTalk definuje několik standardních proměnných, založených na fyzikálních jednotkách, čímž se docílí toho, aby obě strany sítě libovolné aplikace pracovaly se stejnými daty, jednotkami a také je stejně interpretovaly. Je tak možnost i definovat nové proměnné pro společné aplikace. (Garlík, 2013)

4.2.2. Topologie

Po fyzické stránce je síť LON jasně definována. Nejmenší jednotkou sítě je uzel s neuronovým čipem. V případě, že zařízení má více neuronových čipů, představuje každý čip jeden uzel. Uzlu nadřazená síťová struktura se nazývá podsít'. Největší síťovou strukturu pak představuje doména, její vizuální reprezentaci pak můžeme vidět na Obrázek 7. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Obrázek 7 Doména



Zdroj: (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Nejefektivnější by bylo, aby uzly, které jsou v bezprostředním spojení, tvořily pokud možno přímou individuální vazbu. V případě liniové struktury je potřeba, aby na každém konci sítě byl speciální uzel, takzvaný terminátor, který eliminuje odrazy signálů. Liniová struktura se pod omítkou těžko udržuje, proto není příliš vhodná pro automatizaci budov

a domácností a je spíše využívána při průmyslové automatizaci a na úrovni manažerských systémů. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Druhou možností uspořádání uzlů v síti je prstencová struktura, případně pak hvězdicová struktura. Je zde opět potřeba zakončení sítě vybavit zakončovacím členem. Uzavřených prstencových sítí se využívá především v místnostech, neboť umožňují další případné připojení zařízení bez nutnosti dodržování určitých předpisů a směrnic o instalacích sítí. Avšak musí být dodržena polarita vedení sběrnice, jinak hrozí zhroucení sítě.

V případě využití vhodných transceiverů je možná takzvaná volná topologie, kdy při instalaci nejsme vázáni pravidly topologie. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.2.3. Uzel

Uzel, někdy se užívá anglický pojem node, představuje základní prvek technologie LONWORKS. Dá se říci, že každé zařízení, jako je například spínač nebo regulátor teploty, představuje jeden uzel. Všechny uzly mají prakticky stejnou stavbu. Každý uzel obsahuje Neuron-Chip a transceiver. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Neuronový čip (Neuron-chip) je mikroprocesorový systém vyvinutý firmou Echelon. Standardně je vybaven několika procesory, které vykonávají specializované operace. Dále je pak čip vybaven protokolem LonTalk a v jeho paměti jsou uloženy programy zajišťující funkcionalitu. Mezi nejčastější typy procesorů patří Neuron-chip 3120 a 3150. Oba tyto čipy jsou osazeny třemi procesory. První procesor realizuje přístup k přenosovým médiím, což představuje první a druhou vrstvu ISO/OSI modelu. Druhý procesor má na starosti odesílání síťových proměnných, ty představují třetí až šestou vrstvu ISO/OSI modelu. Poslední procesor má pak na starosti zpracování aplikačních programů. Přenos dat mezi jednotlivými procesory je pak zajišťován RAM pamětí. Další společnou věcí u obou procesorů je EEPROM paměť, jež slouží k ukládání aplikačního softwaru a konfiguračních parametrů. (MERZ, HANSEMANN & HÜBNER, 2008)

Rozdíl pak nastává u ROM paměti. U čipu 3120 je v interní paměti uložen protokol LonTalk, provozní systém čipu a stavebnicové provozní rutiny pro přístup k vstupním a výstupním obvodům. U čipů je pak interní paměť nahrazena větší externí, do které se vejdou i větší aplikační programy. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Propojení jednotlivých uzlů se sítí má na starosti transceiver. Jedná se o zařízení, které kombinuje přijímač a vysílač. Spojení transceiveru a neuronového čipu se označuje

jako síťové rozhraní. Někteří výrobci konstruují uzlová zařízení modulárně, aby se transceivery mohly vyměňovat a přizpůsobit se tak zařízení přenosových médií. V Tabulce 2 pak můžeme vidět nejčastěji používané transceivery. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Tabulka 2 Nejčastěji využívané transceivery

Přenosové médium	Transceiver	Přenosová rychlost	Struktura sítě (topologie)	Délka sítě	Zdroj napájení
Kroucená dvojlinka (Twisted Pair)	FTT-10A	78 kb/s	volná topologie liniová	500 m 2700 m	samostatný
Kroucená dvojlinka	LPT-10	78 kb/s	volná topologie liniová	500 m 2700 m	ze sběrnice
Kroucená dvojlinka	TPT/XF-78	78 kb/s	liniová	1400 m	samostatný
Kroucená dvojlinka	TPT/XF-1250	1,25 Mb/s	liniová	130 m	samostatný
Síť 230 V	PLT-22	5 kb/s	volná topologie	záleží na rušení a tlumení	prostřednictvím speciálního síťového dílu

Zdroj: (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Napájení jednotlivých uzlů je možné několika způsoby. U zařízení s větší spotřebou elektrické energie se zajišťuje provozní napětí připojením na separátní kontakty v přístroji. Na tyto kontakty se napojí externí zdroj napájení o stejnosměrném napětí, a to 24 V. U přístrojů s menší spotřebou elektrické energie je možné napájení sběrnicovým kabelem. Třetím způsobem napájení je připojení na elektrickou síť o napětí 230 V, kdy je možné po této síti zajistit i přenos dat. Pro všechny tři způsoby je nutné využít transceiver konstrukčně určený pro dané napájení. Dále je pak nutný transformátor a stabilizace požadovaného zdroje napětí, které je zajištěno síťovým napájecím zdrojem umístěným na základní desce. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.2.4. Podsít

Podsít představuje nejmenší síťový segment, v němž se dá adresovat až 128 uzlů. V případě, že jsou jednotlivé uzly vybaveny Link-Power-Transceivery, představují tyto stanice jen malou zátěž pro sběrnicový systém a propojení až 128 zařízení jde zajistit bez dalších opatření. V případě, kdy jsou uzly vybaveny transceivery pro volnou topologii, je maximální počet uzlů omezen na 64. Aby se zabránilo dlouhým reakčním časům, je

potřeba, aby zařízení, která na sebe bezprostředně působí, byla umístěna ve stejné podsíti. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Pokud jsou u podsítě využity transceivery s volnou topologií a je potřeba zapojit více než 64 zařízení, musíme využít opakováče. Toho se využívá i v případě, kdy je překročena maximální délka vedení uvnitř segmentu. Opakovač pak propojuje dva účastnické segmenty, které využívají stejné přenosové médium. Umožňuje pak předávání datových zpráv mezi segmenty, a to bez filtrování. Pro zamezení posunu signálu je počet opakováčů v sérii omezen na 3. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Jestliže je pak v síti využito více přenosových médií, je nutno tyto segmenty propojit routerem. Oba tyto segmenty se pak v terminologii LON nazývají kanály. Na rozdíl od opakováče je router vybaven filtrační funkcí, kdy je ve spojovacích tabulkách možno zjistit, zda se adresát odeslaného datového telegramu nachází ve stejném segmentu. V případě, že tomu tak není, přeměruje router tento datový telegram do následujícího segmentu sítě. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.2.5. Doména

Doména představuje největší síťovou strukturu. Má-li se v podsíti překročit maximální počet uzlů, je potřeba využít router. Při takovém rozšíření vzniká potřeba zajistit přenos dat mezi jednotlivými podsítěmi. Toho je možno dosáhnout připojením podsítí na vedení s vyšší rychlostí přenosu. Dále je vhodné využít routery se zabudovaným transceiverem TPT/XF – 1250. Tento router umožňuje přenášení většího objemu dat a připojení k páteřní síti. Takovéto spojení většího počtu podsítí se nazývá doména. Při využití protokolu LonTalk je možné v podsíti adresovat až 128 uzlů s tím, že router je počítán jako uzel. Z tohoto místa lze pak připojit až 255 podsítí. V případě, že se zařízení nacházejí ve stejné doméně, je možné v adrese domény vynechat, čímž se zvýší rychlost přenosu datových telegramů. V případě potřeby je možno pomocí výkonných routerů rozšířit síť až o dvě domény. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.3. BACnet

Building Automation and Control Network, zkráceně BACnet, je otevřený, komplexní a decentralizovaný komunikační protokol pro automatizační a řídicí systém budov. Byl vyvinut American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) a v roce 1995 standardizován. To umožňuje jeho zařízením a

systemům si mezi sebou vyměňovat informace a komunikovat. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

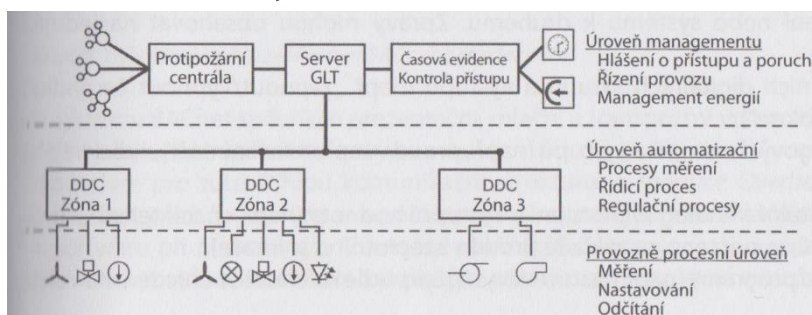
Vývoj protokolu BACnet byl vyvolán potřebou interoperability a nezávislosti na výrobci zařízení. Před zavedením tohoto standardu se automatizace budov projevovala rozdrobeností technologií od různých výrobců. Jednotlivé systémy jako osvětlení, vytápění, zabezpečení nebo ventilace byly na sobě nezávislé, a tím pádem nekompatibilní, proto bylo takřka nemožné, aby si mezi sebou vyměňovaly informace a spolupracovaly. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Koncepce BACnet jako dodavatelsky neutrální a nelicencované specifikace podporuje možnost využití komponentů od různých výrobců. Tím usnadňuje vzájemnou provázanost mezi jednotlivými oblastmi automatizace a umožňuje tak využít kladů v oblastech optimalizace spotřeby energie, komfortu, bezpečnosti a snižování nákladů. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.3.1. Oblasti využití

BACnet uplatňuje distribuovaný systém v podobě vícevrstvého modelu, viz Obrázek 8. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Obrázek 8 Vícevrstvý model BACnet



Zdroj: (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Provozně procesní úroveň pak zahrnuje jednotlivé akční členy, senzory a ovládací panely a také propojení s jejich řídicími jednotkami na řídicí úrovni. Ty jsou dále napojeny na úroveň managementu, odkud jsou všechny součásti sítě sledovány. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

U provozně procesní úrovni jsou nízké požadavky na přenosové objemy dat, avšak směrem k úrovni managementu rostou, jelikož se tam shromažďují data ze všech dílčích

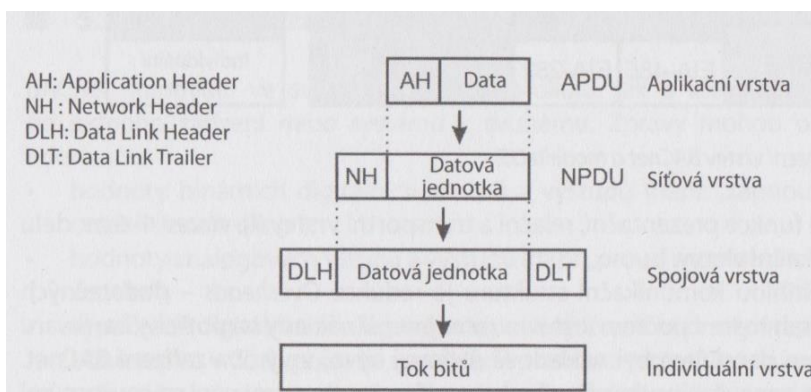
oblastí. Oproti tomu nároky na reakční rychlost odezvy jsou nižší na úrovni managementu než u provozně procesní úrovně. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

System BACnet lze využít pro všechny úrovně automatizace budov, ale největší přednosti vykazuje na úrovni managementu. Proto je velmi často využíván jako nadřazený systém u rozsáhlejších instalací, které jinak samy pracují na provozně procesní úrovni autonomně v rámci LONWORKS nebo KNX/EIB. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.3.2. Architektura

ISO/OSI model byl v případě BACnetu redukován na čtyři vrstvy, kdy funkce prezentační, relační a transportní vrstvy byly integrovány do aplikační vrstvy. Tím dojde ke snížení tzv. Overheads – dodatečných informací, které si přidávají v každé vrstvě, a tím i ke snížení nároků na hardware a software. Takto redukováný model můžeme vidět na Obrázek 9. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Obrázek 9 Zapouzdření dat v BACnet



Zdroj: (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Fyzická a spojovací vrstva zajišťují přenos dat. To je v BACnet možno pomocí několika sítí, jež se liší výkonností, náklady a dostupností přenosových médií.

Síťová vrstva má na starost přenos zpráv mezi různými typy sítí, a to bez ohledu na to, jaká technologie byla využita ve spojovací vrstvě. Propojení jednotlivých sítí pak zajišťuje BACnet router. BACnetová stanice má pak 2bytovou globální adresu a je tak společně s lokální adresou linkové vrstvy jednoznačně identifikována. Strukturu datové jednotky síťové vrstvy pak můžeme vidět na Obrázek 10. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Obrázek 10 Struktura datové jednotky síťové vrstvy

Verze	1 oktet	
Řídicí pole	1 oktet	
DNET	2 oktety	DNET: síťová adresa příjemce
DLEN	1 oktet	DLEN: délka adresy MAC příjemce
DADR	různá	DADR: adresa MAC příjemce
SNET	2 oktety	SNET: síťová adresa odesilatele
SLEN	1 oktet	SLEN: délka adresy MAC odesilatele
SADR	různá	SADR: adresa MAC odesilatele
Hop Counter	1 oktet	
Typ zprávy	1 oktet	
Identifikátor výrobce	2 oktety	
DA	N oktětů	DA: datová jednotka pro aplikační vrstvu

Zdroj: (MERZ, HANSEMANN & HÜBNER, 2008)

BACnet také podporuje využití Internet Protocol (IP), a umožňuje tak využívat globální síťové systémy. Avšak místo protokolu TCP využívá UDP, čímž snižuje náročnost navázání a ukončení spojení. Nižší náročnost je vykoupena absencí potvrzení nebo záruky doručení, je tedy nutné hlídat doručení paketů v rámci aplikační vrstvy. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

V případě, že BACnet využívá pro přenos zpráv přes IP routery do dalších sítí, je potřeba zprávy vložit do IP paketů, a to pomocí Tunneling routeru, kdy se využívá tzv. Packet Assembler-Disassembler. Druhou možností je využití BACnet/IP, což jsou zařízení kompatibilní s IP. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

V aplikační vrstvě dochází k přenosu informací k řízení, dotazování, regulaci nebo alarmům. Dotazování pracuje na principu Klient-Server. Patří sem např. potvrzovací služby, kdy klient očekává odpověď, a v případě obdržení zprávy vyše hlášení aplikaci. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.3.3. Objekty

BACnet je objektově orientovaný protokol. Téměř všechny prvky tedy mají objektovou reprezentaci. Objekt představuje abstraktní, obecnou datovou strukturu, v níž jsou ukládány informace jako tzv. objektové vlastnosti. Pro zjednodušení si můžeme představovat objekt jako tabulku o dvou sloupcích, viz Tabulka 3. Tato tabulka představuje objekt pro teplotní snímač, má název „Teplota v místnosti“ a je typu analogový vstup. Aktuální hodnota představuje teplotu v místnosti a mezní hodnoty

teplotu, která spustí alarm. Některé vlastnosti mohou být volitelné (Optional), jiné povinné (Read, Write). Kromě těchto jednoduchých analogových a digitálních vstupních a výstupních objektů jsou v BACnetu definovány i složité objekty pro regulaci instalovaných zařízení, provozní kalendáře nebo záznamy trendů. Jednotlivé objekty BACnetu lze v rámci zařízení identifikovat. Slouží k tomu číselný 32bitový Object Identifier. Ten se dělí na 10bitový objektový typ a 22bitové objektové číslo. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

Tabulka 3 Znárodnění objektu BACnet

Jméno/název objektu	Teplota v místnosti
typ objektu	analogový vstup
aktuální hodnota	25,3
status	normální provoz
horní mezní hodnota	35,0
spodní mezní hodnota	0,0

Zdroj: (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.3.4. Služby

Služby slouží pro komunikaci mezi jednotlivými zařízeními. Těmito službami se pak přistupuje k jednotlivým objektům. Může se jednat například o: služby přístupu k objektu, služby alarmu a událostí, služby pro přístup k souborům nebo služby device managementu a řízení sítě. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.3.5. Rozhraní k jiným systémům

Kromě vzájemného propojení sítí BACnet mezi sebou pomocí routerů je možné připojit i síť k jiným systémům. Pro tento účel slouží Gateways, ty transformují zprávy jednoho protokolu na jiný protokol. Takto lze propojit BACnet například s KNX/EIB nebo s LON. (Merz, Hansemann & Hübner, 2008)

4.4. iNELS

iNels představuje uzavřený centralizovaný systém vyvíjený českou firmou ELKO EP. Vznikl v roce 2007 jako produkt dříve jmenované firmy, která jako první v republice začala vyrábět a vyvíjet elektroinstalaci pro inteligentní domácnosti a domy. Dnes iNels představuje samostatnou značku a dodává řešení jak pro domácnosti a menší podniky, tak také pro velké hotely. (INELS.cz, 2017)

4.4.1. Topologie

Sběrníkový systém iNels má volnou topologii, kdy jedinou podmínkou je, že se nesmí dojít k uzavření do kruhu. Na jedné sběrnici může být až 32 jednotek a maximální délka sběrnice je 550 metrů. Množství jednotek na sběrnici je možné rozšířit pomocí až osmi externích masterů. Každý konec linie pak musí být zakončen odporem 120 ohmů. Jako přenosové médium je doporučována kroucená dvojlinka. (INELS.cz, 2017)

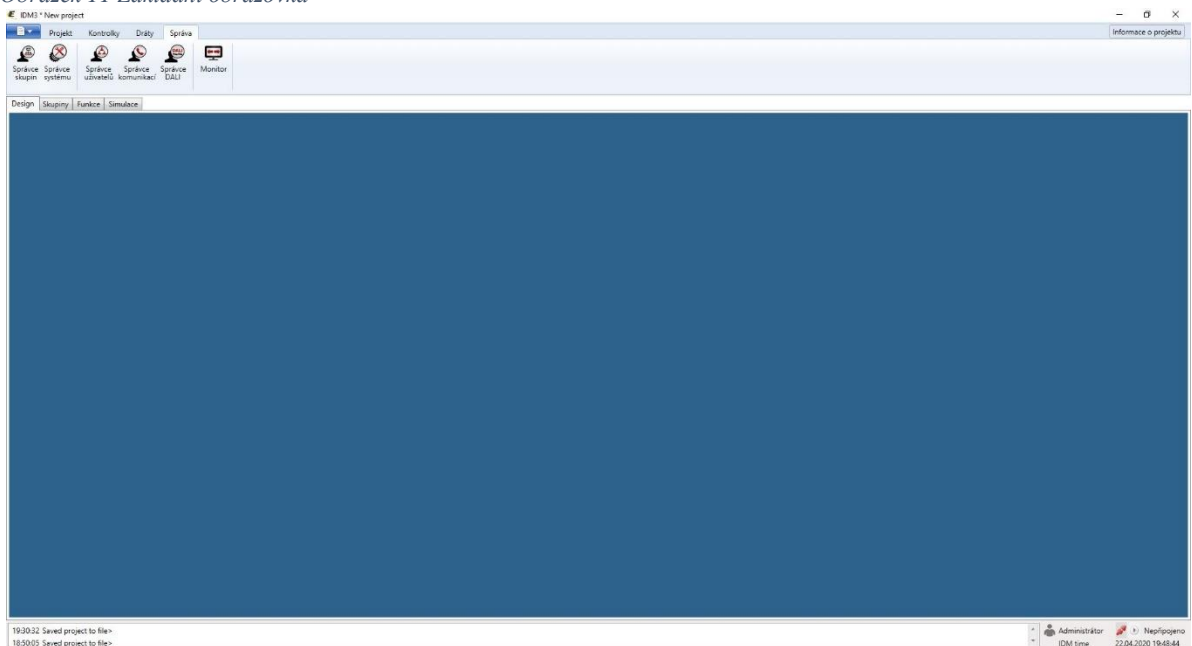
4.4.2. IDM3

iNels Designer & Manager zkráceně IDM3 je software určený ke správě iNels BUS, včetně správy centrální jednotky, ale i ke správě všech připojených jednotek. Jeho základní obrazovku můžete vidět na Obrázek 11. Tu můžeme rozdělit na hlavní menu, okno s vizualizací podlaží a informativní konzoli.

První položkou hlavního menu je sdružená ikona, po jejímž rozkliknutí se rozbalí seznam voleb. Mezi nejdůležitější patří Nový projekt, Otevřít, Uložit, Načíst z centrální jednotky, Uložení na centrální jednotku, Nahrání firmwaru a Nastavení.

Druhou položkou je karta Projekt, která obsahuje ikonu správce zařízení pro přidávání a odebírání jednotek z konfigurace systému. Dále obsahuje správu pater, konkrétně přidat podlaží, upravit podlaží a smazat podlaží.

Obrázek 11 Základní obrazovka



Zdroj: Vlastní

Další položkou je karta kontrolky, kterou můžeme vidět na Obrázek 12, obsahující základní objekty rozdělené do skupin: Centrální jednotka, Základní, Topení a klimatizace, Senzory a Detektory, Speciální a Skupiny

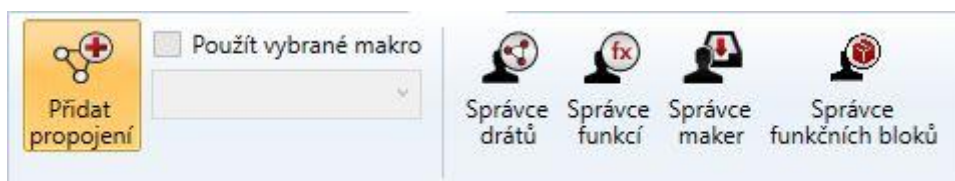
Obrázek 12 Karta Kontrolky



Zdroj: Vlastní

Čtvrtou položkou je karta Dráty, kterou můžeme vidět na Obrázku 13. Ta obsahuje ikonu Přidat propojení sloužící k propojení objektů. Dále obsahuje ikonu Správce drátů, sloužící ke správě těchto propojení, a ikonu Správce funkcí sloužící k tvorbě a správě funkcí, které se přiřazují jednotlivým propojením.

Obrázek 13 Karta Dráty



Zdroj: Vlastní

Poslední položkou je karta Správa, která umožňuje především správu skupin, systémových zařízení, uživatelů a komunikací. Dále umožňuje otevřít dialogové okno Monitor, v němž lze sledovat aktuální stav všech zařízení.

Část okna sloužící k vizualizaci plánu podlaží obsahuje panel se seznamem plánů podlaží, který slouží k přepínání mezi nimi. Dále pak obsahuje záložky Design, Skupiny, Funkce a Simulace. Záložka Design slouží ke vkládání objektů do plánu podlaží, záložka Skupiny pak slouží ke sdružování těchto objektů do skupin. Záložka Funkce je určena k propojování jednotlivých objektů a přiřazování funkcí těmto propojením. Poslední záložka Simulace slouží k simulaci funkcí objektů.

Poslední částí obrazovky je informační konzole. Ta zobrazuje události spolu s časem, kdy se staly. Dále ukazuje úroveň oprávnění, obsahuje tlačítko pro připojení k centrální jednotce a informace o systémovém čase jednotky.

4.5. DALI

DALI je standardizovaný sběrniceový systém a protokol určený k ovládní osvětlení. Tento protokol je vyvíjen jako náhrada pro klasické ovládní osvětlení, jako je analogové stmívání či spínání pomocí relé, kdy jedna z výhod DALI spoívá ve zpětné vazbě ze sběrnice a z jednotlivých světel, čímž je možné detekovat přetížení sběrnice nebo případné chyby. DALI je spravován DALI Action Group, která se skládá z více než čtyřiceti výrobců a institucí. (Nývlt, 2011)

4.5.1. Master-slave systém

DALI je založený na master-slave systému, kde světla mají roli slave a master jsou různé počítače, logické automaty, senzory a vypínače. Princip tohoto systému spoívá v tom, že master dostane od senzoru nebo nějakého vyššího prvku systému signál a na základě tohoto systému pak vytvoří příkaz pro jednotlivé slave prvky či jejich skupiny a dále pak čeká na zpětnou vazbu. (Nývlt, 2011)

Master-slave systém může být buď single master, kdy se v linii nachází pouze jeden master. Druhou možností je pak multi-master systém. V tomto případě může být v linii více master zařízení, která musí dodržovat jistá pravidla, aby nedošlo ke kolizi dat, a tak zůstala zachována správná funkčnost systému. (Nývlt, 2011)

4.5.2. Parametry

DALI má volnou topologii, v jedné linii tedy může být až 64 zařízení, 16 skupin a až 16 světelných scén. (Nývlt, 2011)

Jednotlivé příkazy, jako zhasnutí či rozsvícení nebo stmívání, mohou být adresovány jak konkrétním zářivkám, tak jejich skupinám. (Nývlt, 2011)

Každé slave zařízení obsahuje informace, jako jsou adresa zařízení, skupina, ke které je přiřazeno, čas a rychlost zhasínání, úrovně osvětlení a úrovně svítivosti v jednotlivých světelných scénách. Také poskytuje zpětnou vazbu o současné úrovni svítivosti, energetické úrovni a stavu. (Nývlt, 2011)

4.5.3. Propojení s ostatními systémy

DALI lze propojit i s ostatními systémy. Existují tři úrovně propojení. První a nejnižší úroveň propojení vypadá tak, že DALI zůstane jako samostatný systém bez jakéhokoli napojení na ostatní systémy. Veškerá komunikace pak probíhá v rámci DALI systému. (Nývlt, 2011)

Druhou úrovní se myslí případ, kdy je DALI samostatným podsystémem jiného systému. Zde je DALI systém propojen s jiným systémem, avšak veškeré senzory a spínače jsou ovládány pomocí DALI řídicí jednotky. Mezi DALI a jinými systémy jsou pouze komunikovány informace o chybách, stavech a vybraných příkazech. Naprostá většina komunikace tak probíhá v rámci DALI systému, který je na ostatních systémech nezávislý a může fungovat i bez nich. (Nývlt, 2011)

Třetí úroveň propojení znamená, že je systém DALI podsystémem. Zde je DALI plně závislé a veškeré příkazy jdou z ostatních systémů, kdy DALI master slouží jako brána mezi systémy. Jedná se o nejčastěji využívanou úroveň. (Nývlt, 2011)

5. Oblasti automatizace

Automatizace budov představuje několik oblastí, které spolu spolupracují, a tvoří tak domácnost jako celek. První oblastí je osvětlení, dále pak HVAC, stínění, zabezpečení, integrace s domácími spotřebiči a hlasoví asistenti.

5.1. Osvětlení

Osvětlení je nejen praktická věc, která umožňuje lépe vidět při hroších světelných podmínkách, ale velkou měrou se podílí i na komfortu místnosti. Automatizace osvětlení pomáhá snížit spotřebu elektrické energie, např. když se zhasnou všechna světla poté, co všichni opustili budovu, nebo dítě zapomnělo zhasnout v pokojíčku. Dále přináší uživatelský komfort v možnosti manuálního vypínání všech světel, např. pomocí mobilu. V neposlední řadě pak umožňuje snadné nastavení světelných scén či stmívání osvětlení.

5.1.1. Způsoby ovládání osvětlení

Ovládání osvětlení v domácnosti můžeme rozdělit do čtyř základních skupin: rozvrhové, manuální, pomocí senzorů pohybu a pomocí fotosenzorů. (Wolsey, Davis & Heslin, 1997)

Ovládání osvětlení podle jistého rozvrhu je často spojeno s jinými oblastmi inteligentní domácnosti. Například při vstávání se může spustit rádio či budík, postupně se rozsvítí světla a předem se zapne kávovar, který sám připraví ranní kávu. V podstatě se jedná o to, že světla se pouští podle nějakého časového rozvrhu. Rozvrh může být různý pro všední dny, víkendy a svátky. (Wolsey, Davis & Heslin, 1997)

Při manuálním ovládání osvětlení ovládá světla nějaká osoba v domácnosti. Může tak činit např. pomocí vypínačů, ovládacích obrazovek umístěných kdekoli v domácnosti, mobilního telefonu nebo pomocí domácího počítače, je-li připojen na síť osvětlení. Často má manuální řízení osvětlení prioritu oproti ostatním formám řízení. Může tedy potlačit například pokyny z fotosenzorů. (Wolsey, Davis & Heslin, 1997)

Senzory pohybu se využívají v případě nepravidelného svícení. Může se jednat například o scénář, kdy se osoba v domácnosti probudí uprostřed noci a potřebuje si dojít na toaletu. Systém pomocí detektoru pohybu zachytí pohyb, automaticky rozsvítí cestu na toaletu, ale jen ztlumeně, aby neprobudil i ostatní členy domácnosti. (Wolsey, Davis & Heslin, 1997)

V případě využití fotosenzorů je řízení osvětlení ovlivněno vnějšími zdroji světla, např. sluncem. Fotosenzory můžeme rozlišovat na spínací a stmívací. Spínací fotosenzor zapne osvětlení v případě, že světlo z externího zdroje klesne pod určený limit. Stmívací fotosenzor v případě poklesu intenzity externího zdroje navýší intenzitu osvětlení, a naopak v případě navýšení intenzity externího zdroje intenzitu osvětlení sníží. (Wolsey, Davis & Heslin, 1997)

5.1.2. Světelné scény

Světelné scény představují kombinaci několika provozních stavů spotřebičů. Dříve představovalo tuto kombinaci především nastavení světel. V dnešní době do této kombinace spadají například: žaluzie, vytápění, klimatizace a různé domácí spotřebiče, jako je televizor. Například při vaření vám vyhovuje, když světla nad kuchyňskou linkou svítí na plný výkon a u ostatních světel vám stačí poloviční výkon. Uložíte si tuto scénu do ovládání jako „Vaření“ a pak se jedním kliknutím všechna světla v kuchyni přizpůsobí této světelné scéně. Případně jde spuštění světelné scény navázat na spuštění spotřebiče. Například při zapnutí televizoru se světla automaticky přizpůsobí světelné scéně, kterou jste si pro sledování televize nastavili. (Průcha, 2012)

5.1.3. Stmívání

Stmívání představuje změnu intenzity osvětlení. Při nižší intenzitě osvětlení dochází k menší spotřebě elektrické energie, a tím i ke snížení nákladů. Dalším kladem stmívání je navození příjemné atmosféry, např. při sledování televize. Změny intenzity osvětlení se dosáhne změnou hodnoty procházejícího proudu. Existují tři možnosti, jak toho dosáhnout: změnou amplitudy harmonického proudu, střídavým propouštěním a zadržováním vždy několika půlvln nebo deformací střídavého proudu. Nejvhodnější a nejčastěji využívanou variantou je deformace střídavého proudu. (Michalec, 2013)

Princip deformace střídavého proudu spočívá ve zdeformování původně harmonického průběhu napětí pomocí fázového řízení. Existují dva typy deformace střídavého proudu, první spočívá ve spínání na náběžné straně, kdy se polovodičový ventil otvírá v každé půlvlně spínacím pulsem a vypíná při průchodu nulou. Naopak u spínání na sestupné hraně se ventil otvírá při průchodu nulou a uzavírá spínacím pulsem. (Michalec, 2013)

Tento princip je však efektivní v případě klasických žárovek, které se od roku 2011 nesmějí vyrábět. Ty bývají nahrazovány LED zářivkami. Ovšem u těchto zářivek může

deformace napětí způsobit, že místo ztlumení světla začne zářivka blikat. To je dáno tím, že LED zářivka má zcela odlišnou konstrukci. Jedná se totiž o polovodič, navíc obsahující další elektroniku. Dalším důvodem tohoto nepředvídatelného chování je nízký výkonový stupeň. Ten se u LED žárovek pohybuje okolo 9 W, zatímco u klasických stmívačů je minimální zátěž v rozmezí 20-50 W. Proto výrobci přišli se speciálními LED zářivkami označenými jako „dimmable“. Tyto zářivky jsou pak uzpůsobeny pro stmívání. Velkou nevýhodou je, že ne všechny takto označené LED zářivky jsou kompatibilní se všemi stmívači. Nevýhodou je pak i vyšší pořizovací cena. Další řešení pak představuje stmívač, který je součástí elektroniky řídicí LED diody. (Michalec, 2013)

5.2. Vytápění

Nezbytnou součástí každé inteligentní domácnosti je bezpochyby takzvané inteligentní vytápění. Dá se říci, že se jedná o nejdůležitější prvek, a to proto, že vytápění má největší podíl na spotřebě energií. Množství energie využívané pro vytápění se dá snížit řadou způsobů, například omezením úniku tepla pomocí lepší izolace, využitím nízkoenergetických zdrojů a také právě pomocí inteligentního vytápění. (Kokeš, 2014)

Inteligentní vytápění umožňuje nejen nastavení teploty pro celou domácnost, ale i pro každou místnost zvlášť. Toto nastavení může být manuální, kdy si uživatelé sami nastaví preferovanou hodnotu jednotlivých topných těles, nebo automatické pomocí předem nastavených hodnot. (Kokeš, 2014)

Tyto systémy pak umožňují průběžné zaznamenávání teplot, a tím zpětné vyhodnocení, díky čemuž získává majitel objektu přehled o energetické, potažmo finanční nákladnosti vytápění. Vhodné je kombinovat inteligentní vytápění spolu se systémem větrání, kdy bude při otevření okna termostatické čidlo v daném místě blokováno, čímž se předejde tepelným ztrátám. (Kokeš, 2014)

5.2.1. Způsoby řízení

Existuje několik způsobů ovládání vytápění domácnosti. Mezi nejrozšířenější způsoby patří regulace hlavním termostatem. To znamená, že zde máme jediný termostat ovládající vytápění pro celou budovu. Hlavní nevýhodou tohoto způsobu vytápění je nerovnoměrnost teplot v místnostech, protože může docházet k přetápění jednotlivých místností, čímž dochází k neefektivnosti. (Kokeš, 2014)

Dalším způsobem je ovládání pomocí referenčních bodů, které již umožňuje vytápění jednotlivých prostor nezávisle na sobě. V každé místnosti musí být umístěn referenční

bod, což je ve své podstatě snímač teploty, spolu s jednotkou starající se o řízení vytápění. (Kokeš, 2014)

Dále je možné řízení pomocí více termostatů. Tento způsob se velmi podobá tomu předcházejícímu, kde se jedná o ovládání pomocí referenčních bodů. Rozdíl spočívá ve výměně referenčních bodů za termostaty, čímž docílíme možnosti manuálního nastavení teploty v jednotlivých místnostech. (Kokeš, 2014)

Poslední způsob představuje řízení pomocí nastavení několika úrovní topení. Tento způsob využívá inteligentní elektroinstalaci a umožňuje pro každý referenční bod či termostat nastavit několik úrovní teplot. Tím je umožněno vytápět jednotlivé místnosti na různé teploty. Výhodou tohoto typu vytápění je možnost ovládání topení z jednoho místa. (Kokeš, 2014)

5.3. Stínění

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím teplotu a osvětlení v domácnosti je sluneční svit. Ten můžeme regulovat například pomocí žaluzií, rolet nebo markýz. Ty se v případě napojení na systém můžou automaticky natačovat, a tím vpouštět přiměřené množství slunečního svitu do budovy, a tak přizpůsobovat teplotu v místnosti a snížit například potřebu klimatizace v letních měsících. Jednou z hlavních výhod automatického stínění je úspora energií, další výhodou je uživatelský komfort, jelikož uživatel nemusí obejít všechna stínící zařízení v domácnosti, ale může je ovládat dálkově. Další nespornou výhodou představuje ochrana oken před nepřízní počasí. Může se jednat například o situaci, kdy při bouřích systém stáhne rolety, čímž chrání okna před létajícími předměty či kroupami. Další výhodou je ochrana před zloději, ať už systém zaznamená zloděje ještě před vniknutím do budovy, kdy systém spustí rolety, a tím mu zamezí vstup, nebo poté, co se zloděj již do budovy dostal, kdy opět systém spustí rolety, a tím zamezí úniku zloděje a zároveň i vynášení majetku z objektu. (Kokeš, 2014)

5.4. Zabezpečení

Neméně důležitou součástí automatizace budovy je její zabezpečení. Jeho primární funkcí je zabezpečení domácnosti proti vniknutí cizí osoby, případně takovéto vniknutí zaznamenat, například pomocí kamerového systému, a informovat konkrétní osobu například pomocí SMS zprávy. Jednou z činností je pak správa přístupů do objektu pomocí identifikace osob prostřednictvím různých zařízení jako identifikačních čipů nebo karet, biometrických údajů či zadání číselného kódu. Další činností, kterou pomáhá

zamezit vniknutí osoby, je simulace pohybu v objektu, kdy se může jednat o náhodné rozsvěcování světel, pouštění hudby či nahrávek nebo zapnutí televize. Mimo zabezpečení objektu před vnikem cizí osoby slouží zabezpečovací systém rovněž k detekci požárů pomocí detektorů kouře nebo zaznamenáním rapidního zvýšení teploty a následnému vyhlášení poplachu. (Michálek, 2011)

5.4.1. Elektronický zabezpečovací systém

Elektronický zabezpečovací systém, zkráceně EZS, představuje soubor čidel, detektorů, hlásičů, prostředků poplachové signalizace, ovládacích zařízení a ústředí. Celý tento systém má pak za úkol zamezit vniknutí cizích osob, případně informovat, že k takovému narušení došlo. (Michálek, 2011)

Jednotlivé prvky EZS pak můžeme rozdělit do kategorií:

- Prvky pro plášťovou ochranu
- Prvky pro prostorovou ochranu
- Prvky tísňové ochrany
- Prvky předmětové ochrany
- Poplachové ústředny EZS
- Ovládací zařízení
- Signalizační zařízení
- Speciální čidla

5.4.2. Elektrická požární signalizace

Jedná se o systém určený k detekci požáru a následnému přivolání pomoci. Jeho hlavním cílem je tedy zamezit vzniku škod jak na majetku, tak i na životech. Toho je dosaženo časným rozpoznáním ohniska požáru a přivoláním pomoci. Dále pak může být součástí systému protipožární ochrana v podobě hasicího zařízení nebo kouřových klapek. Pomoc lze rozlišit na aktivní a pasivní. Aktivní pomoc představuje kontaktování hasičského sboru a spuštění automatického hasicího systému. Pasivní pomoc pak představuje jen informování okolí a majitele. (Kokeš, 2014)

Ústředna představuje řídicí centrum systému. Její úlohou je vyhodnocování informací o stavu hlásičů, a tím včasné detekování ohniska požáru a informování obsluhy. Dále pak slouží k napájení systému EPS. (Kokeš, 2014)

Hlásiče můžeme dělit do dvou skupin, na manuální a automatické. Manuální hlásiče slouží k vyhlášení poplachu osobou, která požár zaznamená dříve než automatický systém. Automatické systémy pak reagují na typické jevy požáru v podobě kouře, ohně nebo nadměrného zvýšení teploty. Rozmístění hlásičů je pak určeno normou. (Kokeš, 2014)

5.4.3. CCTV

Jedná se o systém kamer a záznamových zařízení ke sledování prostor. Dále umožňuje provádět záznam snímaného obrazu, který je možné později přehrát k vyhodnocení poplachu. Skládá se z kamer, monitorů, kamerového přepínače, záznamového zařízení, dále využívá kamerové kryty, systém dálkového ovládání, mikrofony a reproduktory. (Michálek, 2011)

Kamery představují stěžejní prvek celého systému. Kamera zaznamenává obraz, který je přenášen pomocí média, jež může být optickým nebo metalickým kabelem, na místo, kde je dále zpracováván. Kamery můžeme rozlišit podle snímaného obrazu na černobílé a barevné, podle zpracování obrazu na analogové a digitální, dále na standardní nebo s vysokou rozlišovací schopností, podle způsobu napájení nebo na pevné a otočné. (Michálek, 2011)

Kamerové přepínače můžeme rozdělit na:

Sekvenční přepínač, ten v postupných sekvencích zobrazuje na monitoru všechny kamery. Přepojování mezi kamerami může být automatické či manuální. Některé přepínače mohou být propojeny i s jinými, kdy například po signálu z EZS automaticky přepnou na kameru sledující prostor, kde byl spuštěn poplach. (Michálek, 2011)

Dělič obrazu a kvadrantové selektory slouží k současnému zobrazení více kamer na jednom počítači. Vyšší stupeň pak představují videomatice, které umožňují zobrazit kameru nebo sekvenci kamer na libovolném monitoru ze všech připojených. Obsluha, tedy může mít jeden monitor, na kterém budou zobrazeny všechny kamery, a několik dalších, na nichž se přepíná mezi jednotlivými kamerami. (Michálek, 2011)

Multiplexery jsou zařízení schopná zaznamenávat všechny připojené kamery současně. Multiplexer je přímo propojen s videorekordérem a spolupracuje s ním jak při záznamu, tak při jeho zpětném přehrávání. Dále pak má integrovanou elektronickou paměť snímku umožňující zvětšení snímku. (Michálek, 2011)

Videodetektory slouží k detekování narušení snímaného prostoru pomocí porovnávání snímaného obrazu v klidu a při narušení. V poli kamery se pak definuje sledovaný prostor a při jeho narušení je vyhlášen poplach. (Michálek, 2011)

Záznamová zařízení slouží k uchovávání snímaného obrazu. V současné době se využívají digitální záznamová zařízení, ta můžeme dělit do tří skupin: na PC s rozhraním, hardwarová záznamová zařízení na bázi PC a čistě hardwarová záznamová zařízení. (Michálek, 2011)

5.4.4. Elektronická kontrola vstupu

Elektronická kontrola vstupu představuje systém řídicí přístup k hlídaným prostorům, zařízením a informacím. Dále umožňuje sledování pohybu osob v hlídaném prostoru či vybavení nadstavbou pro docházkový systém. Můžeme zde rozlišovat čtyři základní entity. První je žadatel, osoba žádající o přístup, druhá je autentizátor, zařízení ověřující identitu žadatele, třetí kontrolér, zařízení zjišťující práva žadatele, a čtvrtou brána, zařízení umožňující vstup. (Michálek, 2011)

Žadatel musí vždy při vstupu provést autentizaci, a to buď pomocí znalostí, předmětem nebo biometrickými parametry. Ověření identity znalostí je založeno na znalosti hesla či PINu. Autentizace předmětem spočívá v prokázání vlastnictví nějakého předmětu, může se jednat například o kartu s čárovým kódem či magnetické kontaktní čipy nebo bezkontaktní karty. A autentizace pomocí biometrických údajů rozpoznává uživatele podle prvků těla. Může se jednat o otisk prstu, morfologii ruky, rozpoznání obličeje, oční duhovky či sítnice. Dále je možné jednotlivé druhy autentizací zkombinovat, a tím vznikne dvoufaktorová autentizace. (Michálek, 2011)

5.5. Integrace s domácími spotřebiči

Integrace domácích spotřebičů spolu s automatizací budov přináší obyvatelům domácnosti v první řadě zvýšení komfortu, ale také i úsporu energií. Vzhledem k tomu, že domácí spotřebiče mají třetí největší vliv na spotřebu energií po vytápění a ohřevu vody, může být tato úspora velmi znatelná, a vyvážit tak nutnost investice do nových technologií. Aby bylo možné spotřebiče integrovat, musí jít o takzvané inteligentní spotřebiče. Takové spotřebiče jsou vybaveny mikročipem, protože umožňují využít správný režim pro zadanou činnost. (Kokeš, 2014)

5.5.1. Chladničky a mrazničky

Chladničky a mrazničky představují energeticky nejnáročnější běžné domácí spotřebiče. Moderní chladničky jsou pak vybaveny šestým smyslem a řadou teplotních snímačů pro detekci teploty uvnitř chladničky. Informace z těchto senzorů jsou zpracovávány v kontrolním centru. Takovéto chladničky umožňují několik teplotních zón s různou teplotou a vlhkostí ideálních pro různé druhy potravin. (Kokeš, 2014)

U modernějších chladniček již není výjimkou, že dokážou sledovat obsah a uživatele případně upozornit, že je potřeba nějaké potraviny doplnit, přenést pak tyto informace do telefonu uživatele, aby cestou domů nezapomněl nakoupit suroviny, které docházejí. Dále mohou být chladničky vybaveny dotykovými obrazovkami, na kterých si může uživatel pustit televizi či při vaření najít nějaký recept. (Kokeš, 2014)

5.5.2. Pračky a sušičky

Stejně jako chladničky jsou moderní pračky vybaveny technologií šestého smyslu. Inteligentní pračka tak dokáže nejen sama dávkovat přiměřené množství pracího prostředku podle hmotnosti prádla, ale přizpůsobit tomu i rychlost otáček pracího bubnu, teplotu vody a čas. Podle vloženého množství a druhu prádla tak zvolí optimální spotřebu vody a elektrické energie. K úspoře energií může vést i speciální program, kdy pračka prádlo osvěží a zbaví ho nepříjemného zápachu bez nutnosti praní. (Kokeš, 2014)

Sušičky se pak stejně jako pračky přizpůsobí množství vloženého prádla, a tak optimalizují sušicí program pro maximální úsporu energií. (Kokeš, 2014)

5.5.3. Myčky

Dalším častým inteligentním spotřebičem jsou myčky. Ty dokážou pomocí různých senzorů zjistit množství a druh mytého nádobí a tomu dále přizpůsobit mycí program z pohledu vody, energie, mycího prostředku a leštidla. Další zdroj úspory představuje fakt, že moderní myčky dokážou zhodnotit znečištění vody a rozhodnout, zdali se může použít pro další mycí cyklus, nebo již ne. Moderní myčky jsou pak dále vybaveny displeji, které informují uživatele o mycím procesu, tedy v jaké mycí fázi se nachází a za jak dlouho program skončí. (Kokeš, 2014)

5.5.4. Varné desky a trouby

Moderní varné desky a trouby jsou schopné efektivně regulovat a řídit proces vaření. Jsou schopné snížit dobu vaření jídla, a tím i riziko spálení či rozvaření. Nejefektivnější formou vaření jsou pak indukční desky, kdy je pod plotnou umístěna měděná cívka. Teplo

přechází z cívky přímo do hrnce, čímž se eliminují úniky tepla do okolí. Nevýhodou je však nutnost využití nádobí s feromagnetickým dnem. Výhodou je pak možnost dálkového ovládání varné desky či výsuvné senzory pro měření teploty. (Kokeš, 2014)

Moderní trouby jsou pak často vybaveny mikroprocesorem, který umožňuje nastavení teploty a doby pečení poté, co zadáte typ pokrmu. Další možností je přednastavení pečících programů, kdy uživatel nastaví pečící programy a pak pouze z paměti spotřebiče vybírá ten pro daný pokrm vhodný. (Kokeš, 2014)

Velkou roli v dnešní době také hrají mikrovlnné a multifunkční trouby. Moderní verze pak dokážou detekovat teplotu pokrmu, jeho vlhkost, zda je pokrm zamražený či jeho citlivost na mikrovlny a podle toho nastavit vhodný způsob přípravy. Na displeji se pak ukáže předpokládaná doba přípravy, která se může změnit, jelikož během celé doby přípravy je jídlo monitorováno a je vyhodnocován jeho stav. (Kokeš, 2014)

5.5.5. Odsavače par

Nedílnou součástí moderních kuchyní jsou odsavače par. Jejich inteligentní verze detekují hladinu páry v místnosti a dle toho rozpoznají, zda začít ze vzduchu odsávat páru a další nečistoty s ní spojené, či nikoli. Dále pak samy nastavují výkon ventilátoru podle aktuálního množství páry. Některé moderní odsavače par lze pak využít k větrání, a tím i zkvalitnění vzduchu. (Kokeš, 2014)

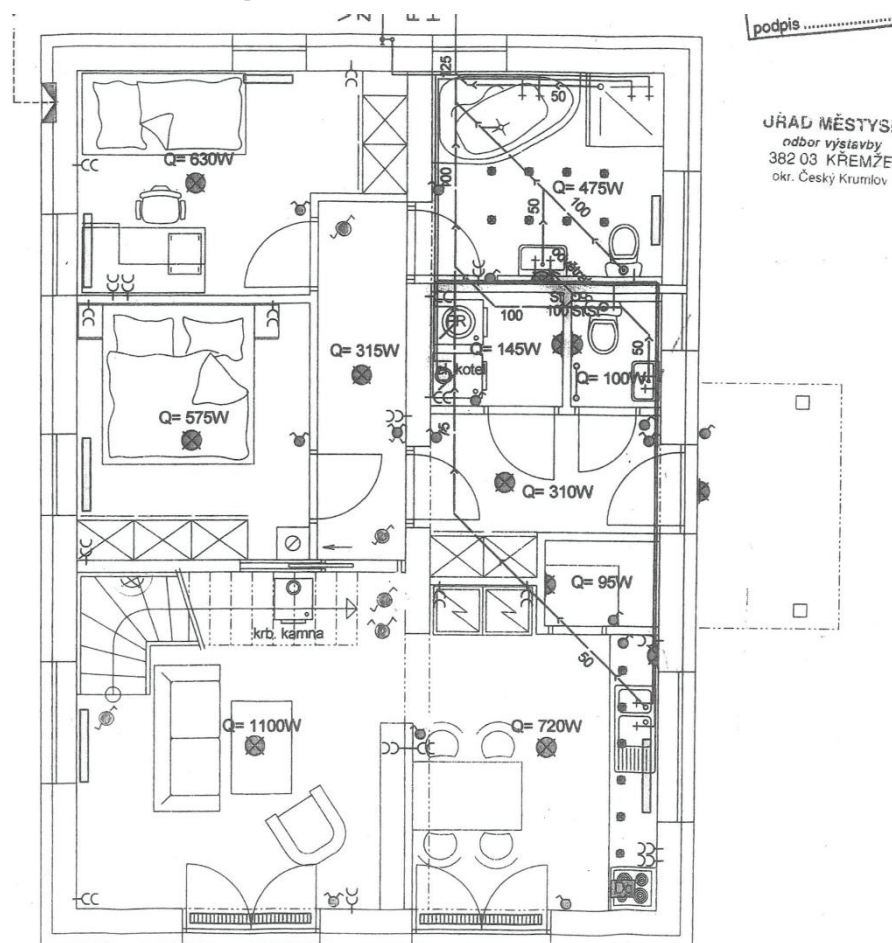
6. Základní popis objektu

6.1. Popis objektu

Systém jsem se rozhodl navrhnout pro novostavbu, která je plánována jako jednopodlažní, nepodsklepená, s využitím podkrovního podlaží. Jde o novostavbu zamýšlenou pro celoroční užívání čtyř až pětičlennou rodinnou.

Grafické znázornění 1. nadzemního podlaží můžeme vidět na Obrázek 14. Hlavní vstup do objektu je z východní strany hlavního komunikačního koridoru. Ten sestává ze zádveří a haly propojující vnitřní prostory. Ze zádveří je kromě haly přístup do technické místnosti a pohotovostního WC. V severní části budovy je umístěna koupelna a pokoj pro hosty. Na západní straně se nachází ložnice. Kuchyně s obývacím pokojem jsou pak situovány na jižní stranu. Jak v kuchyni, tak i v obývacím pokoji jsou francouzská okna vedoucí na zahradu. Poslední místností je pak spíž přístupná z kuchyně. V obývacím pokoji se nachází schody vedoucí do podkrovního podlaží, jehož vizualizaci můžeme vidět na Obrázek 15.

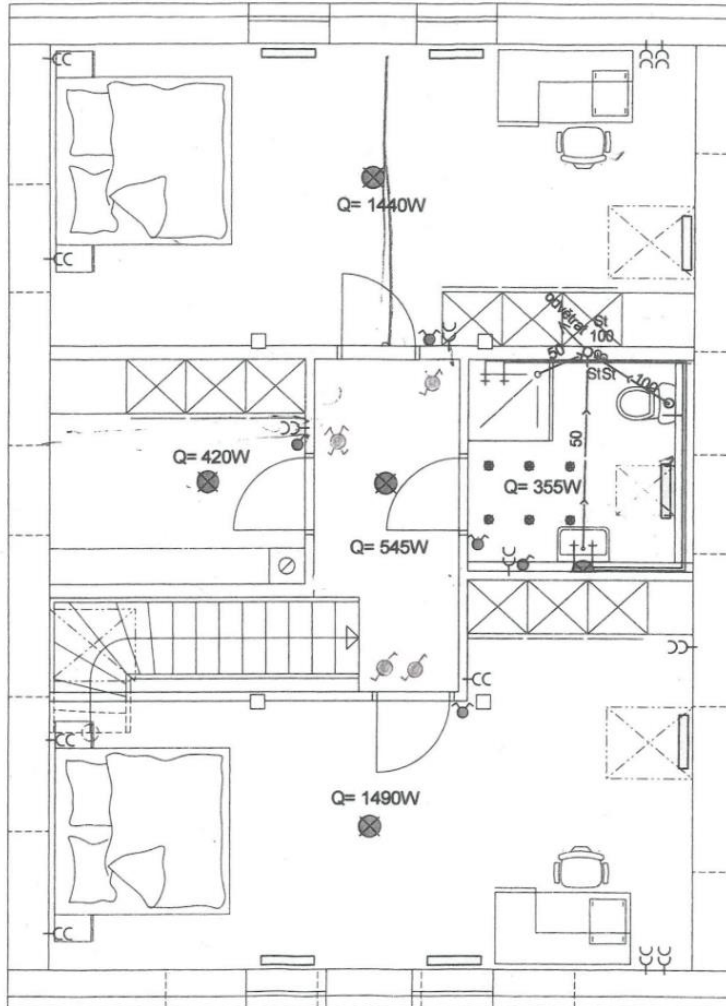
Obrázek 14 1. nadzemní podlaží



Zdroj: Vlastní

Podkrovní podlaží je přístupné schodištěm vedoucím z obývacího pokoje. Za výstupem ze schodiště najdeme propojovací chodbu. V severní a jižní části patra jsou umístěny dva dětské pokoje. V západní části se nachází šatna. Na východ je pak situována hygienická buňka.

Obrázek 15 2. nadzemní podlaží



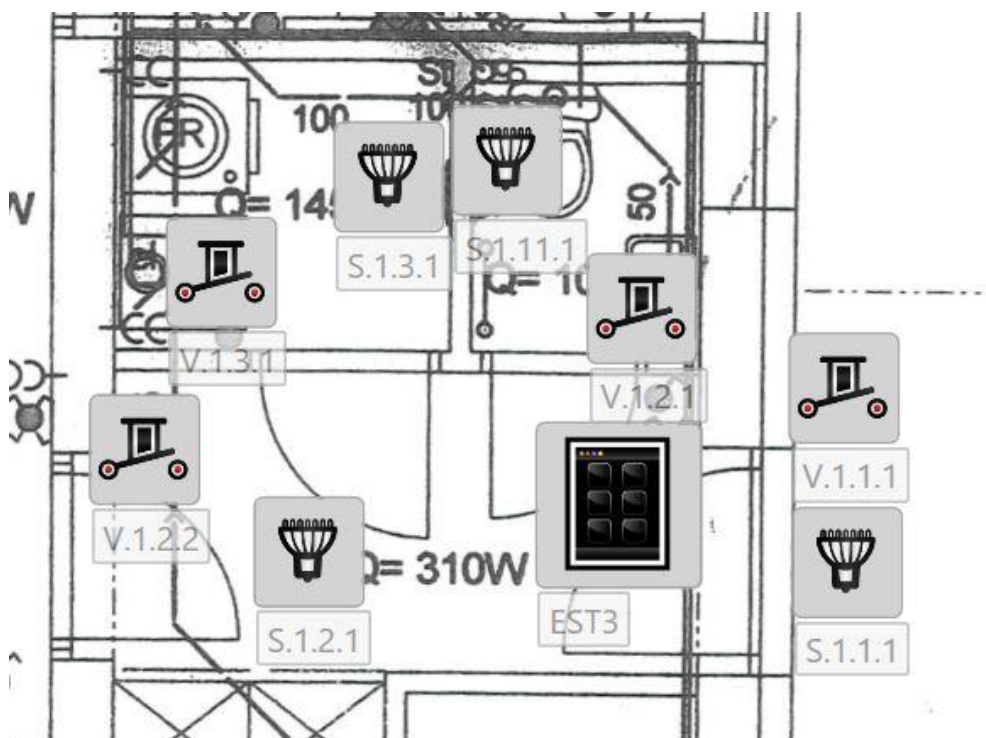
Zdroj: Vlastní

6.2. Popis systému

Systém byl navržen spolu s investorem novostavby a to tak, aby uměl provádět základní funkce, tedy ruční ovládání osvětlení, automatické vytápění s možností manuálního nastavení a ovládání rolet ve francouzských oknech. Tato minimální forma byla zvolena z důvodu snížení počátečních nákladů na pořízení systému. Do budoucna by bylo počítáno i s rozšířením systému, například o automatické ovládání rolet, automatické řízení osvětlení, ovládání systému přes mobilní aplikaci nebo dálkové ovládání vstupní brány.

Jak můžeme vidět na Obrázek 16, při vstupních dveřích se nachází zářivka a k ní přiřazené tlačítko, kterým se rozsvěcuje a zhasíná. V zádveří můžeme najít další zářivku a několik vypínačů, spolu s EST3 dotykovou obrazovkou. Tuto zářivku ovládá tlačítko u dveří do haly a EST3 obrazovka. Ta také umožňuje vypnout všechna světla v systému a ovládat topení. Tlačítko u dveří k pohotovostnímu WC ovládá zářivku umístěnou v pohotovostní WC místnosti. V technické místnosti je pak umístěna jedna zářivka spolu s tlačítkem, které ji ovládá.

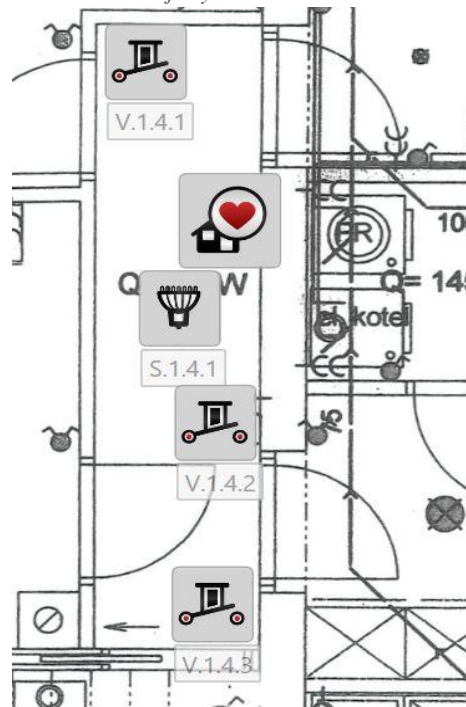
Obrázek 16 Objekty - vstup



Zdroj: Vlastní

V hale rovněž se nachází jedna zářivka, kterou ovládají tři tlačítka, konkrétně jedno u dveří do zádveří, u pokoje pro hosty a u obývacího pokoje. V hale se dále nachází rozvaděč s centrální jednotkou spolu s napájením, spínáním vstupů a jednotkami binárních vstupů, jak můžeme vidět na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

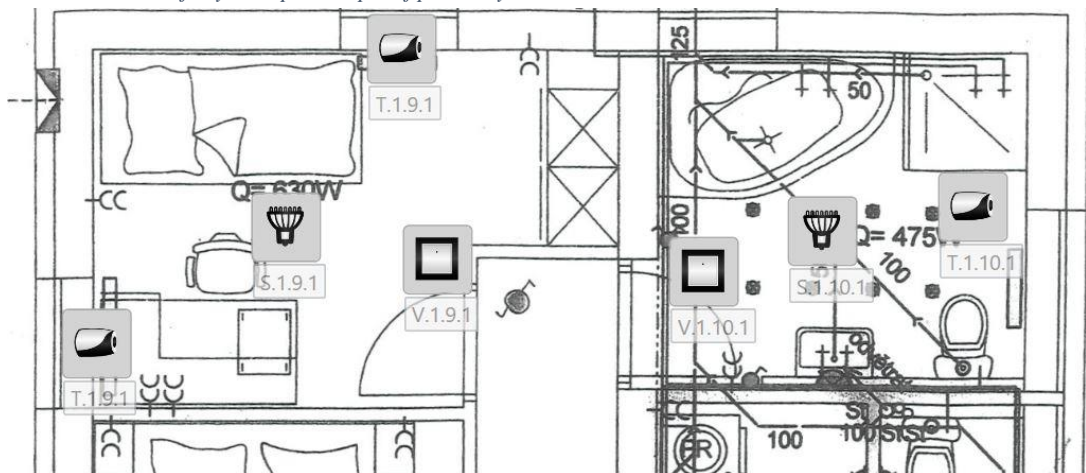
Obrázek 17 Objekty - hala



Zdroj: Vlastní

Jak můžeme vidět na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**, v koupelně i v pokoji pro hosty je pak vždy jedna zářivka, nástěnný ovladač WSB3-20 a termopohon, kdy jeden je umístěn v koupelně a v pokoji pro hosty pak najdeme dva termopohony. V ložnici se nachází jedna stmívatelná zářivka, nástěnný ovladač WSB3-20 a termohlavice.

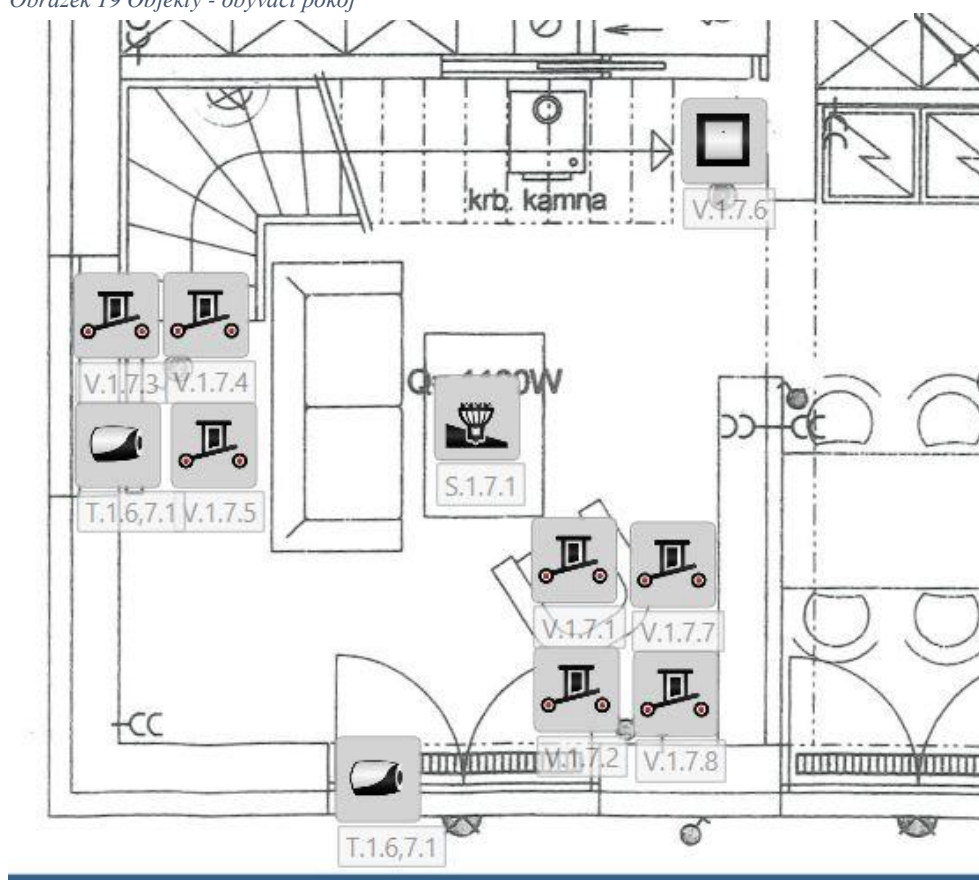
Obrázek 18 Objekty - koupelna a pokoj pro hosty



Zdroj: Vlastní

Jak můžeme vidět na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, v obývacím pokoji u dveří do haly je umístěn nástěnný ovladač WSB3-20, sloužící k ovládání stmívatelného světla v daném pokoji a zároveň jako teplotní senzor pro termopohony pro obývací pokoj a kuchyni. U francouzského okna vedoucího na zahradu je situován čtyřpólový vypínač, jehož dvě tlačítka slouží k ovládání světla a zbylá tlačítka jsou určena k ovládání rolet. U schodiště je umístěn další čtyřpólový vypínač, jehož dvě tlačítka slouží k ovládání stmívatelného světla v obývacím pokoji a jedno k ovládání schodišťového světla. Jsou zde také dva termopohony, jeden se nachází na radiátoru pod západním oknem a druhý pak na podlahovém konvektoru u francouzského okna.

Obrázek 19 Objekty - obývací pokoj

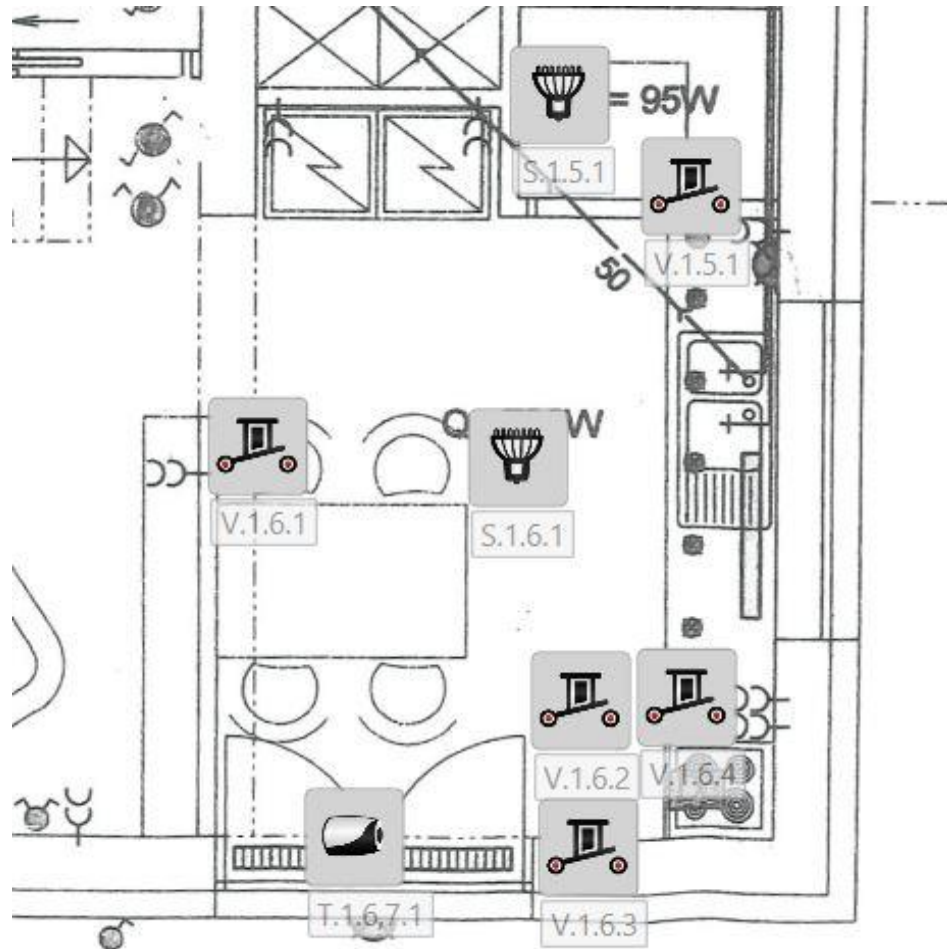


Zdroj: Vlastní

V kuchyni je umístěna jedna zářivka, kterou lze ovládat pomocí tlačítka u vstupu do obývacího pokoje a jedním z tlačítek na čtyřpólovém vypínači, další dvě jsou pak určena pro ovládání rolet ve francouzském okně, jak můžeme vidět na Obrázek 20. Dále

je zde umístěna termohlavice na podlahovém konvektoru. Ve spíži najdeme jednu zářivku spolu s tlačítkem ji ovládajícím.

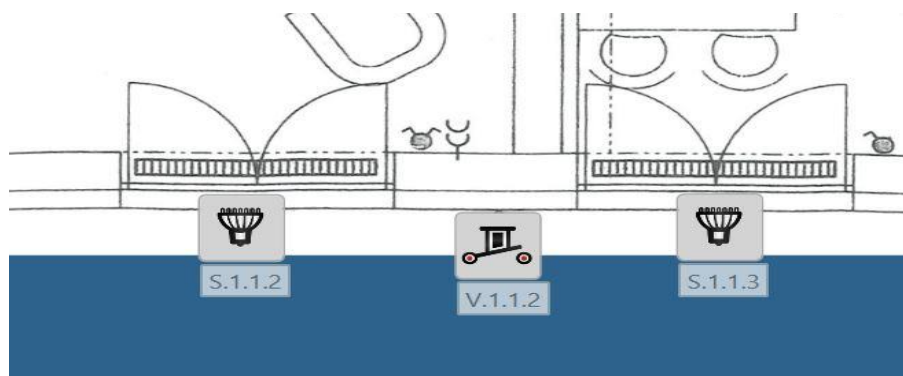
Obrázek 20 Objekty - kuchyně



Zdroj: Vlastní

Na zahradě je pak umístěno jedno tlačítko spolu s dvěma zářivkami, jak můžeme vidět na Obrázek 21.

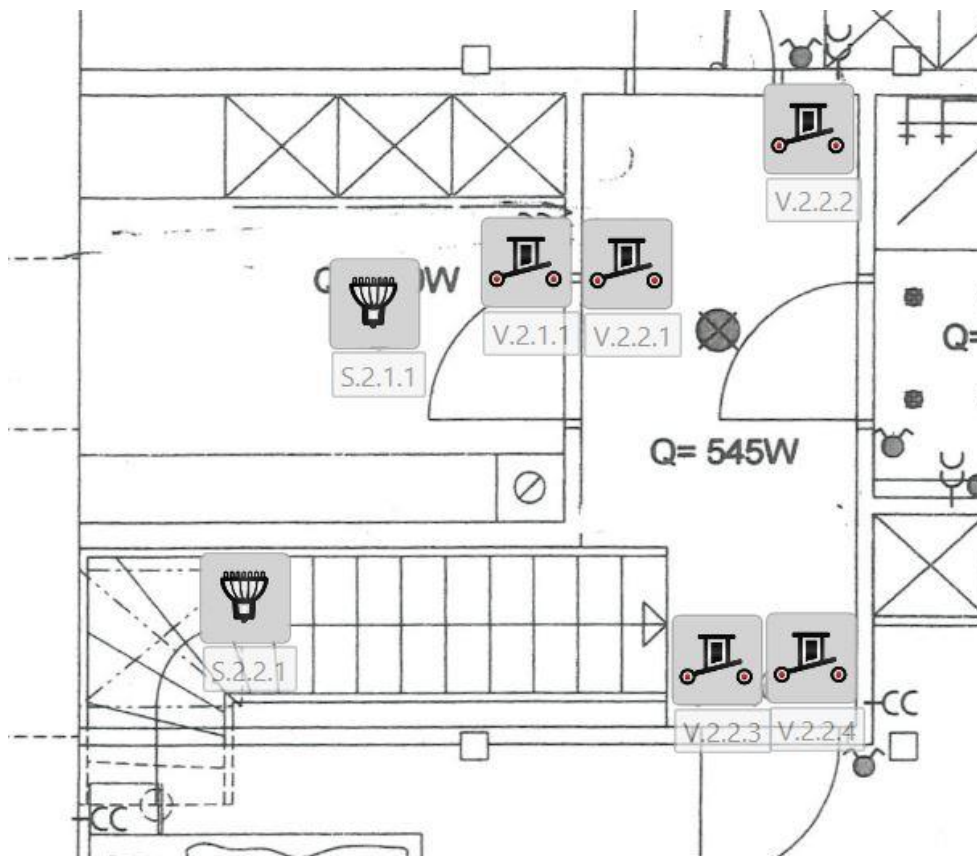
Obrázek 21 Objekty - zahrada



Zdroj: Vlastní

Ve druhém nadzemním patře je nad schody umístěno světlo, které je ovládáno jedním z tlačítek dvojtlačítkového vypínače umístěného v propojovací hale, u dveří do dětského pokoje situovaného na jih. Druhé tlačítko ovládá zářivku v propojovací hale, k čemuž slouží i dvě další tlačítka v této místnosti, jak můžeme vidět na obrázku. V šatně je situována jedna zářivka a tlačítko ji ovládající, jak můžeme vidět na Obrázek 22.

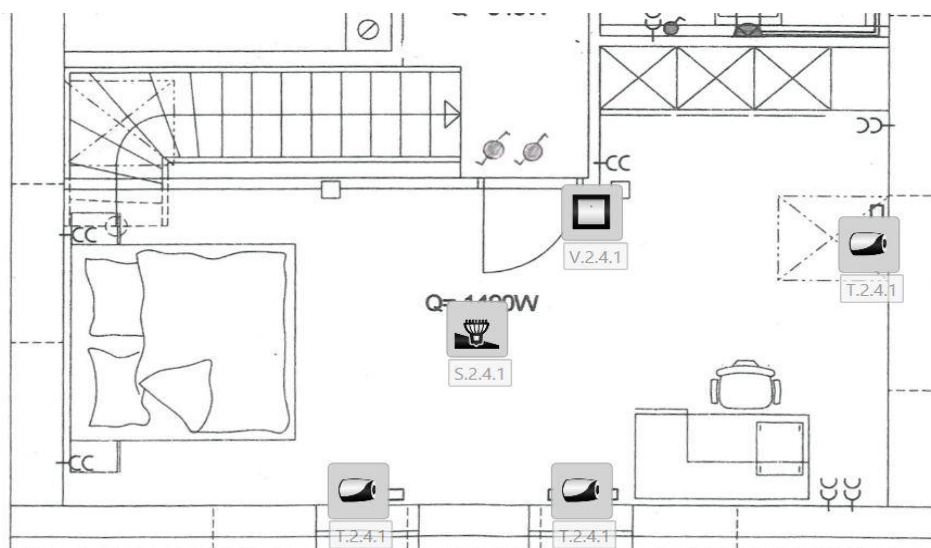
Obrázek 22 Objekty - hala 2. NP a šatna



Zdroj: Vlastní

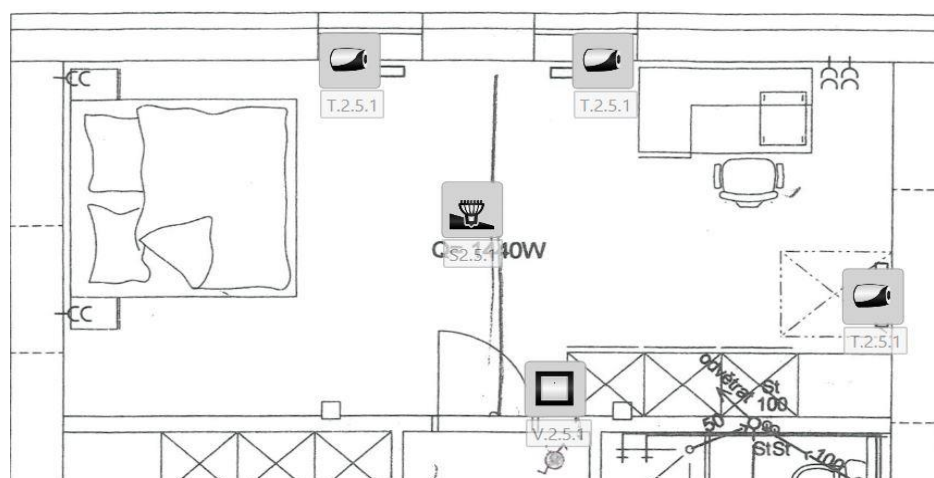
V obou dětských pokojích je vždy umístěn jeden nástěnný ovladač WSB3-20, jedna stmívatelná zářivka a tři termopohony, jak můžeme vidět na Obrázek 23 a Obrázek 24.

Obrázek 23 Objekty - dětský pokoj 1



Zdroj: Vlastní

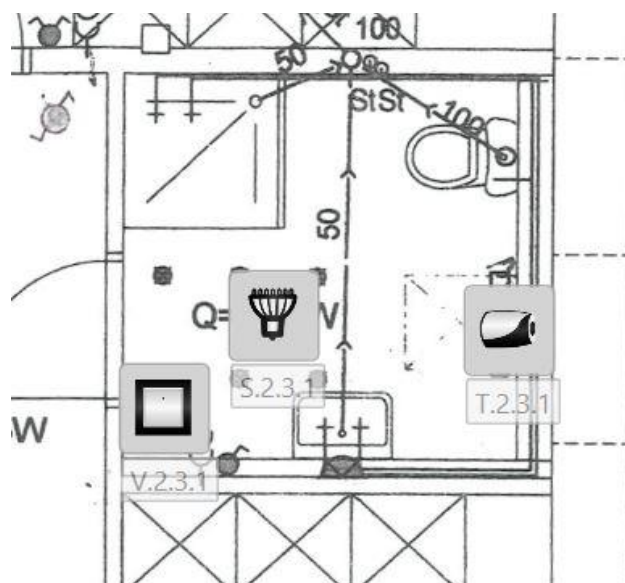
Obrázek 24 Objekty - dětský pokoj 2



Zdroj: Vlastní

V hygienické buňce se nachází nástěnný ovladač WSB3-20, zářivka, kterou ovládá, a termopohon, jak můžeme vidět na Obrázek 25.

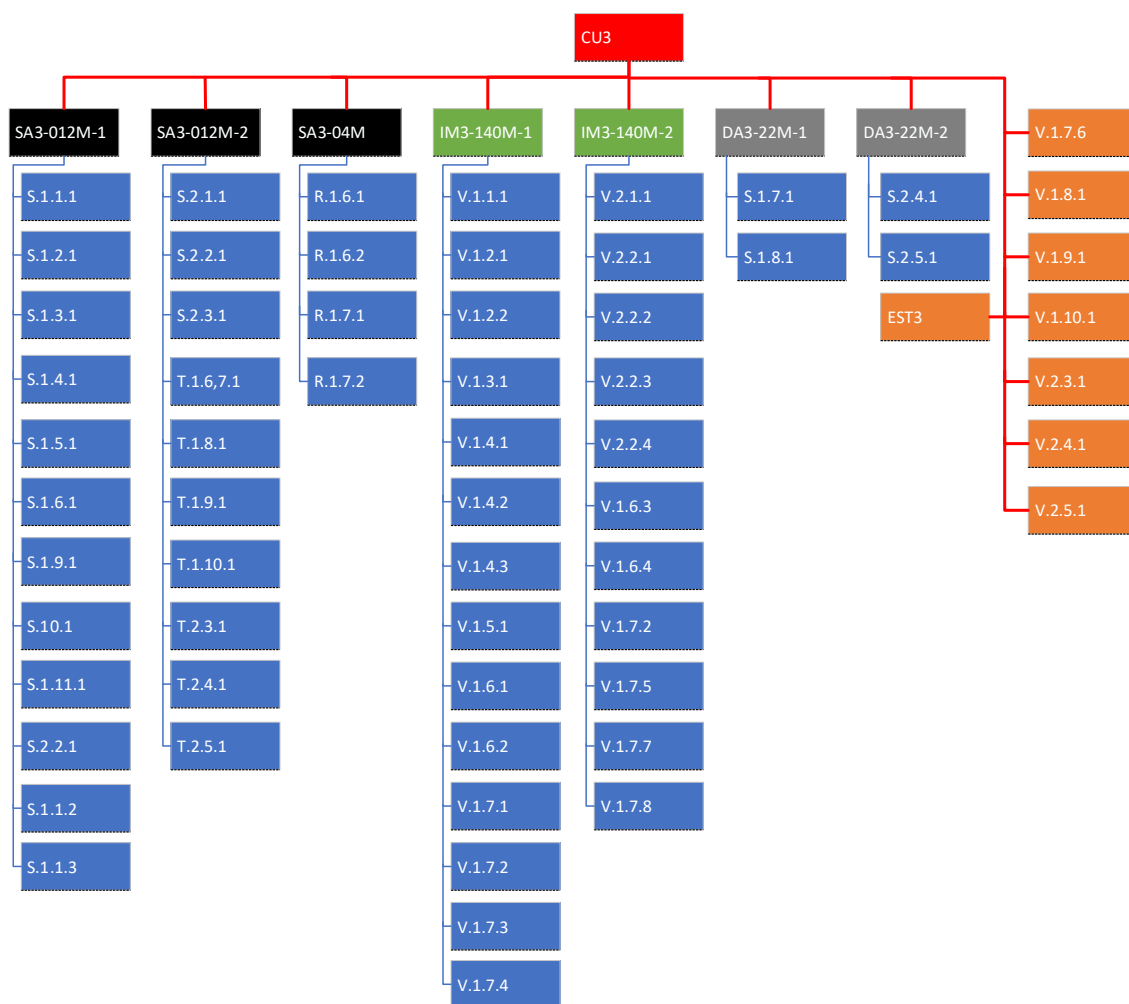
Obrázek 25 Objekty - hygienická buňka



Zdroj: Vlastní

Na Obrázek 26 poté můžeme vidět grafické znázornění hardwarového zapojení jednotlivých objektů na sběrnici. Sběrnice CIB je zde znázorněna červenou čarou. Jak můžeme vidět, spolu s centrální jednotkou jsou pomocí sběrnice připojeny dva spínací aktory SA3-012M a jeden spínací aktor SA3-04M. Ke spínacímu aktoru SA3-012M-1 jsou připojena nestmívatelná světla v prvním patře a schodišťové světlo S.2.2.1. K aktoru SA3-012M-2 jsou připojena nestmívatelná světla ve druhém patře a termopohony. Aktor SA3-04M slouží k ovládání rolet. Dále jsou ke sběrnici připojeny dva stmívací aktory DA3-22M, kdy stmívací aktor DA3-22M-1 slouží k ovládání stmívatelných světel na prvním podlaží, aktor DA3-22M-2 pak k ovládání světel na druhém podlaží. Další dvě jednotky připojené ke sběrnici jsou jednotky digitálních vstupů IM3-140M. Jednotka IM3-140M-1 slouží k ovládání tlačítkových vypínačů na prvním podlaží. Druhá jednotka IM3-140M-2 slouží k ovládání tlačítkových vypínačů na druhém podlaží a šesti tlačítkových vypínačů na prvním podlaží. Dále je ke sběrnici připojeno sedm systémových vypínačů WSB3-20 a jedna dotyková obrazovka EST3.

Obrázek 26 Grafické znázornění sběrnice



Zdroj: Vlastní

6.2.1. Návrh osvětlení

Ovládání osvětlení můžeme ve své podstatě rozlišit na dva druhy. Ovládání stmívatelných světel a ovládání nestmívatelných světel. Případ nestmívatelných světel je jednoduchý. Tam pouze zářivku přiřadíme ke konkrétnímu relé jednoho ze spínacích aktorů digitálních vstupů a poté pomocí drátu propojíme s konkrétním vypínačem. Tomuto spojení pak přiřadíme funkci Digital – Přepnutí. Ta zajišťuje, že se po zmáčknutí tlačítka konkrétní relé sepne či rozezne na základě jeho současného stavu.

V případě stmívatelných světel je situace již trochu komplikovanější. Tam nejdříve musíme zářivku přiřadit k určitému výstupu stmívacího aktoru. Poté ji propojíme s dvěma tlačítky, z nichž jedno bude sloužit k rozsvěcování a druhé k zhasínání. U každého tlačítka budou dvě rozdílné akce. První akce je krátké stisknutí, kdy se při krátkém stisku

tlačítka provede funkce Analog – Přepnutí na ON nebo Analog – Přepnutí na OFF. Druhou akcí je dlouhé stisknutí, kdy se přibližně po tří vteřinovém zmáčknutí tlačítka spustí funkce Analog – Přepnutí na ON rampou nebo Analog Přepnutí na OFF s rampou. Tyto funkce po dobu stisknutí tlačítka postupně navyšují nebo snižují výstupní napětí, a tím i svítivost zářivky. Veškerá propojení týkající se osvětlení pak můžeme vidět v Tabulka 4 a v Tabulka 5

Tabulka 4 Propojení - osvětlení 1. NP

Objekt	Aktor	Konzumer	Akce	Funkce
V.1.1.1	Vypínač/světlo/vstup	Světlo/vstup	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.2.1	Vypínač/světlo/pohotovostní WC	Světlo/zá dveří	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.2.2	Vypínač/světlo/zá dveří	Světlo/pohotovostní WC	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.3.1	Vypínač/světlo/technická místnost	Světlo/technická místnost	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.4.1	Vypínač/světlo/hala/pokoj pro hosty	Světlo/hala	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.4.2	Vypínač/světlo/hala/zá dveří	Světlo/hala	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.4.3	Vypínač/světlo/hala/obývací pokoj	Světlo/hala	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.5.1	Vypínač/světlo/spíž	Světlo/spíž	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.6.1	Vypínač/světlo/kuchyně/obývací pokoj	Světlo/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.6.2	Vypínač/světlo/kuchyně/zahrada	Světlo/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.7.1	Vypínač/světlo/up/obývací pokoj/zahrada	Světlo/obývací pokoj	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na ON
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na ON s rampou
V.1.7.2	Vypínač/světlo/down/obývací pokoj/zahrada	Světlo/obývací pokoj	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na OFF s rampou
V.1.7.3	Vypínač/světlo/obývací pokoj/schody	Světlo/schody	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.1.2	Vypínač/světlo/zahrada	Světlo/zahrada/obývací pokoj	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
		Světlo/zahrada/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.7.4	Vypínač/světlo/up/obývací pokoj/schody	Světlo/obývací pokoj	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na ON
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na ON s rampou
V.1.7.5	Vypínač/světlo/down/obývací pokoj/schody	Světlo/obývací pokoj	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na OFF s rampou
V.1.8.1	Vypínač ložnice/up	Světlo/ložnice	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na ON
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na ON s rampou
V.1.8.1	Vypínač ložnice/down	Světlo/ložnice	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na OFF s rampou
V.1.9.1	Vypínač pokoj pro hosty/up	Světlo/pokoj pro hosty	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.10.1	Vypínač koupelna 1. NP/up	Světlo/koupelna	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.1.7.6	Vypínač obývací pokoj/up	Světlo/obývací pokoj	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na ON
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na ON s rampou
V.1.7.6	Vypínač obývací pokoj/down	Světlo/obývací pokoj	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na OFF s rampou
EST3	EST3 tlačítko 1	Světlo/zá dveří	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
EST3	EST3 tlačítko 2	Všechna nestmívatelná světla	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF
		Všechna stmívatelná světla	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF

Zdroj: Vlastní

Tabulka 5 Propojení - osvětlení 2. NP

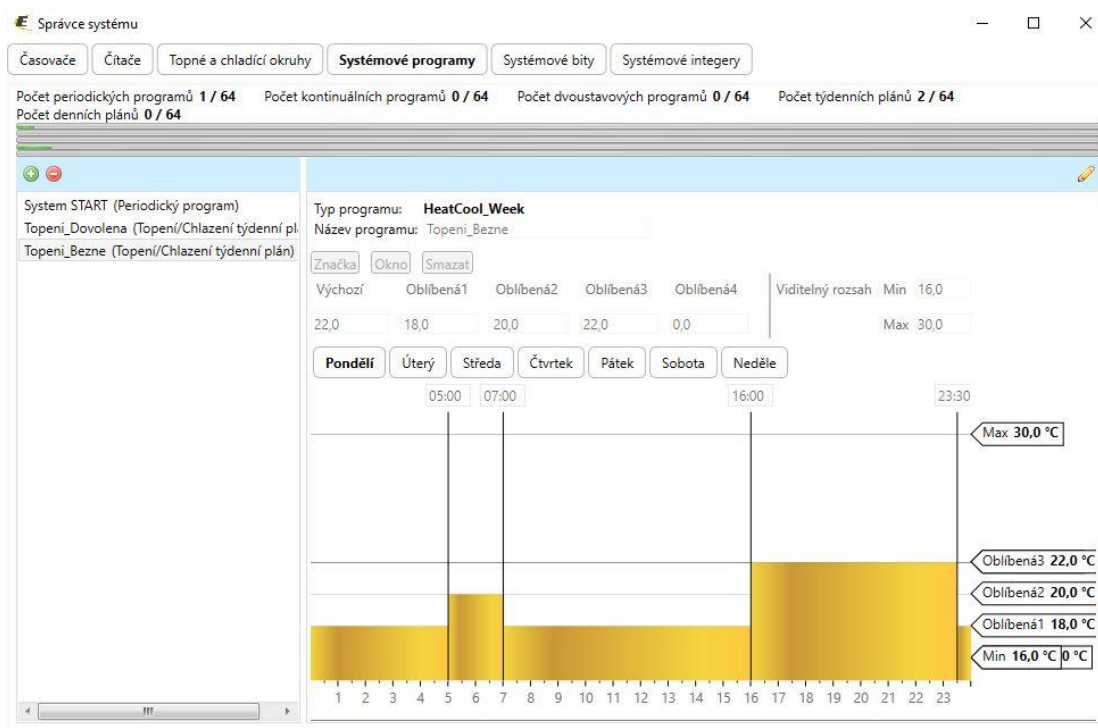
Objekt	Aktor	Konzumer	Akce	Funkce
V.2.1.1	Vypínač/světlo/šatna	Světlo/šatna	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.2.2.1	Vypínač/světlo/hala 2. NP/dětský pokoj 2	Světlo/hala 2. NP	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.2.2.2	Vypínač/světlo/hala 2. NP/šatna	Světlo/hala 2. NP	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.2.2.3	Vypínač/světlo/hala 2. NP/schody	Světlo/schody	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.2.2.4	Vypínač/světlo/hala 2. NP/dětský pokoj 1	Světlo/hala 2. NP	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.2.3.1	Vypínač hygienická buňka/up	Světlo/hygienická buňka	Krátký stisk	Digital-Přepnutí
V.2.4.1	Vypínač dětský pokoj 1/up	Světlo/dětský pokoj 1	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na ON
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na ON s rampou
V.2.4.1	Vypínač dětský pokoj 1/down	Světlo/dětský pokoj 1	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na OFF s rampou
V.2.5.1	Vypínač dětský pokoj 2/up	Světlo/dětský pokoj 2	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na ON
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na ON s rampou
V.2.5.1	Vypínač dětský pokoj 2/down	Světlo/dětský pokoj 2	Krátký stisk	Analog-Přepnutí na OFF
			Dlouhý stisk	Analog-Přepnutí na OFF s rampou

Zdroj: Vlastní

6.2.2. Návrh vytápění

Při návrhu vytápění je potřeba vytvořit topicí plán. To se dělá v dialogovém okně Správce systému, kde si otevřeme záložku Systémové programy. Zde klikneme na tlačítko Vytvořit nový program a zvolíme typ programu Topení/chlazení týdenní program. Zde pak můžeme nastavit různé teploty pro časové úseky v konkrétní dny. To lze vidět na Obrázek 27. A v Tabulka 6 Týdenní topný plán můžeme vidět nastavení vytápění pro jednotlivé dny při vytápění v režimu „Běžné“. Z toho vyplývá, že v pracovní dny je v noci a v době, kdy jsou obyvatelé domu v práci, nastavena teplota 18 °C. Ráno mezi dobou, kdy vstávají a jdou do práce, je nastavena teplota 20 °C a od okamžiku, kdy přijdou domů, až do doby, než jdou spát, je nastavena teplota 22 °C. O víkendech je noční teplota nastavena na 18 °C a denní na 22 °C.

Obrázek 27 Týdenní topný plán



Zdroj: Vlastní

Dalším krokem je vytvoření topných okruhů, kdy pro každou místnost vytvoříme vlastní topný okruh. Pro každý z nich je potřeba nastavit konkrétní topicí plán, ovládací jednotku a teplotní senzor, v mém případě to budou zabudované teplotní senzory v nástěnných ovladačích WSB3-20 a relé, kterým se ovládají příslušné termopohony.

Tabulka 6 Týdenní topný plán

	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
0:00-5:00	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C
5:00-7:00	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	18 °C	18 °C
7:00-8:30	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C
8:30-16:00	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	22 °C	22 °C
16:00-23:30	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C
23:30-0:00	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C	18 °C

Zdroj: Vlastní

Dále je nutné jednotlivým hlavicím přiřadit příslušné relé a propojit ovládací jednotku s controllerem ovládajícím daný topný okruh. Nejdříve propojíme konkrétní tlačítko EST3 obrazovky se zařízením Control-IN controlleru a zvolíme funkci Topení/Chlazení – Zapnutí. Tímto tlačítkem bude spouštěno topení. Obdobné je vypínání topení, kdy pouze vybereme rozdílnou funkci, a to Topení/Chlazení – Vypnutí.

Následuje nastavení přepínání mezi topnými plány. Toho jsem docílil propojením tlačítka se zařízením Control-Plan-In, kdy jsem při akci krátké stisknutí zvolil funkci Topení/Chlazení – Přepnutí na plán Běžný, která po krátkém stisknutí tlačítka přepnula na topicí plán Běžný. Obdobně jsem postupoval při přepínání na topicí plán Dovolena, kdy jsem pro stejné propojení nastavil akci dlouhé stisknutí a funkci Topení/Chlazení – Přepnutí na plán Dovolena. Další krok představovala možnost přepínání mezi oblíbenými teplotami. Toho se docílí propojením tlačítka se zařízením Control-Manual-In, kdy se pro nastavení teploty Oblíbená 1 zvolí akce krátký stisk a nastaví funkce Topení/Chlazení – Nastavení Oblíbená 1. Pro zrušení manuálního výběru teploty se pak na stejné propojení přidá akce dlouhý stisk a nastaví funkce Topení/Chlazení – Zrušení Manuální teploty.

Dále bylo potřeba přidat kopírování hodnot ze zařízení Manual-Thermal-AIN do zařízení Actual-Therm-AIN. Po jejich vzájemném propojení se nastaví akce Permanentní akce a funkce Analog – Kopírování vstupu/výstupu, která tento přenos zajistí. Veškerá propojení týkající se vytápění můžeme vidět v Tabulka 7

Tabulka 7 Propojení - vytápění

Aktor	Konzumer	Akce	Funkce
EST3 tlačítko 3	Control-IN	Krátký stisk	Topení/Chlazení - Zapnutí
EST3 tlačítko 4	Control-IN	Krátký stisk	Topení/Chlazení - Vypnutí
EST3 tlačítko 5	Control-Plan-IN	Krátký stisk	Topení/Chlazení - Přepnutí plánu na BĚŽNÝ
		Dlouhý stisk	Topení/Chlazení - Přepnutí plánu na DOVOLENÁ
EST3 tlačítko 6	Control-Manual-IN	Krátký stisk	Topení/Chlazení - Nastavení OBLÍBENÁ 1
		Dlouhý stisk	Topení/Chlazení - Zrušení MANUÁLNÍ teploty
EST3 tlačítko 7	Control-Manual-IN	Krátký stisk	Topení/Chlazení - Nastavení OBLÍBENÁ 2
		Dlouhý stisk	Topení/Chlazení - Zrušení MANUÁLNÍ teploty
EST3 tlačítko 8	Control-Manual-IN	Krátký stisk	Topení/Chlazení - Nastavení OBLÍBENÁ 3
		Dlouhý stisk	Topení/Chlazení - Zrušení MANUÁLNÍ teploty
Actual-Therm-In	Manual-Therm-In	Permanentní akce	Analog - Kopírování vstupu/výstupu

Zdroj: Vlastní

6.2.3. Návrh rolet

Při návrhu systému se počítá pouze se dvěma roletami, a to konkrétně ve francouzských oknech v obývacím pokoji a v kuchyni. Pro řízení jedné rolety budeme

potřebovat dvě relé. V případě sepnutí prvního relé budou rolety vyjíždět nahoru, v případě sepnutí druhého relé budou sjíždět dolů. Zároveň budeme potřebovat i dvě tlačítka, první pro vytahování rolet, druhé pro spouštění.

Nejdříve propojíme tlačítko pro vytahování rolet s relé pro spouštění rolet. Zde nastavíme funkci Digital – Přepnutí na OFF. Tím docílíme toho, že pokud při spouštění rolet dolů krátce zmáčkne tlačítko pro vytahování rolet, spouštění rolet se zastaví. Dále spojíme tlačítko pro vytahování rolet s relé pro jejich vytahování. Pro akci krátký stisk nastavíme funkci Digital – Přepnutí na OFF s podmínkou relé nahoru = 1, a tak, je-li relé nahoru sepnuto, jej tato funkce rozpojí, a tím zastaví rolety. Pro akci dlouhý stisk pak nastavíme funkci Digital – Impuls na ON s délkou pět sekund, která na pět sekund sepne relé. Zde budou dvě podmínky, a to relé nahoru = 0 a relé dolů = 0, jež zabraňují vyslání impulsu v případě, že je jedno z relé již sepnuto, čímž zabraňují poškození motoru rolet.

Pro spouštění rolet je to velmi podobné, jen obráceně, tedy tlačítko pro spouštění rolet propojíme s relé pro vytahování rolet a nastavíme funkci Digital – Přepnutí na OFF. Poté propojíme toto tlačítko s relé pro spouštění rolet a pro akci krátký stisk nastavíme funkci Digital – Přepnutí na OFF s podmínkou relé dolů = 1. Pro akci dlouhý stisk pak nastavíme funkci Digital – Impuls na ON s délkou impulsu pět sekund. A podmínky jsou opět relé dolů = 0 a relé nahoru = 0. Veškerá propojení týkající se ovládání rolet můžeme vidět v Tabulka 8.

Tabulka 8 Propojení - rolety

Aktor	Konzumer	Akce	Funkce	Podmínka
Vypínač/rolety/up/obývací pokoj/zahrada	Rolety/up/obývací pokoj	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/up/obývací pokoj = 1
		Dlouhý stisk	Digital-Impuls na ON 5s	Rolety/up/obývací pokoj = 0 A Rolety/down/obývací pokoj = 0
	Rolety/down/obývací pokoj	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/down/obývací pokoj = 1
Vypínač/rolety/down/obývací pokoj/zahrada	Rolety/down/obývací pokoj	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/down/obývací pokoj = 1
		Dlouhý stisk	Digital-Impuls na ON 5s	Rolety/up/obývací pokoj = 0 A Rolety/down/obývací pokoj = 0
	Rolety/up/obývací pokoj	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/up/obývací pokoj = 1
Vypínač/rolety/up/kuchyně/zahrada	Rolety/up/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/up/kuchyně = 1
		Dlouhý stisk	Digital-Impuls na ON 5s	Rolety/up/kuchyně = 0 A Rolety/down/kuchyně = 0
	Rolety/down/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/down/kuchyně = 1
Vypínač/rolety/down/kuchyně/zahrada	Rolety/down/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/down/kuchyně = 1
		Dlouhý stisk	Digital-Impuls na ON 5s	Rolety/up/kuchyně = 0 A Rolety/down/kuchyně = 0
	Rolety/up/kuchyně	Krátký stisk	Digital-Přepnutí na OFF	Rolety/up/kuchyně = 1

Zdroj: Vlastní

6.3. Prvky systému

6.3.1. Systémové jednotky

iNels je centralizovaný systém, celý systém je tedy řízen jedním počítačem, jenž je jeho mozkem. V mém případě se jedná o jednotku CU3-01M, kterou můžeme vidět na Obrázek 28. Tato jednotka je uzpůsobena pro montáž na DIN lištu a má velikost šest modulů. Veškeré projekty, ale i například logy, se ukládají na SD kartu uloženou pod krytem jednotky. K centrální jednotce je možné připojit až dvě CIB sběrnice, kdy každá sběrnice umožňuje připojení 32 jednotek. Dále je možné k centrální jednotce připojit EBM sběrnici sloužící výhradně pro propojení centrální jednotky s externími mastery

umožňujícími připojení dalších CIB sběrnic. EBM sběrnice dále slouží pro propojení s GSM komunikátorem a převodníkem pro DALI. Centrální jednotka taktéž umožňuje přímé připojení čtyř binárních vstupů a dvou analogových vstupů o napětí nula až třicet voltů. Nedílnou součástí centrální jednotky je také OLED displej, zobrazující aktuální stav jednotky. Programování jednotky pak probíhá přes Ethernetové připojení pomocí softwaru iNELS Designer & Manager, zkráceně iDM.

Obrázek 28 CU3-01M



Zdroj: ElkoEP - Výrobce elektronických

Centrální jednotka, ale i celý sběrnicový systém je napájen pomocí spínaného stabilizovaného zdroje napětí PS3-100/iNELS o příkonu 100 W. Tento zdroj má dva napěťové výstupy: jeden o napětí 27,6 V s maximální zátěží 3,6 A, určený pro centrální jednotku, a druhý o napětí 12,2 V s maximální zátěží 0,35 A, určený pro pomocné napájení čidel a jiných zařízení. Dále umožňuje připojení až dvou dvanáctivoltových baterií, které umožňují napájet systém i v případě krátkodobého výpadku elektrické energie. Zdroj je také vybaven ochranou proti přepětí, zkratu a výkonovému a teplotnímu přetížení.

Vždy je však nutné využít impedanční oddělovač sběrnice CIB od zdroje napětí. Tento oddělovač je nutný použít jak ke každé centrální jednotce, tak k externímu masterovi. Existují dvě verze BPS3-01M, z nichž první je oddělovač s jedním výstupem pro napájení CIB sběrnic a druhou pak oddělovač BPS3-02M určený pro napájení dvou sběrnic.

6.3.2. Spínání digitálních výstupů

V mém návrhu systému využívám dva modely spínacích aktorů. Oba tyto aktory mají výstupní kontakty samostatně ovladatelné i adresovatelné. Stav každého výstupu signalizuje LED dioda na přední straně aktoru, kde jsou také umístěna tlačítka pro manuální spínání relé. Oba modely jsou určeny pro připojení na DIN lištu. Modely se pak liší především množstvím relé, maximální zátěží kontaktů a jmenovitým proudem. Já využívám model SA3-04M, který obsahuje čtyři na sobě nezávislá relé s maximální zátěží 16 A/4000 VA a jmenovitým proudem 35 mA při 27 V. Tento model využívám pro ovládání rolet. Druhým modelem je SA3-012M, jaký můžeme vidět na Obrázek 29, s dvanácti na sobě nezávislými relé s maximální zátěží 8 A/2000 VA, napájený ze sítě napětím 230 V/20 mA, který využívám pro ovládání nestmívatelných žárovek a termohlavic.

Obrázek 29 SA3-012M



Zdroj: ElkoEP - Výrobce

6.3.3. Spínání analogových výstupů

Pro ovládání stmívatelných zářivek využívám stmívací aktor DA3-22M. Jednotka je přizpůsobena pro přichycení na DIN lištu. Umožňuje ovládání dvou nezávislých kanálů, kdy si lze pro každý kanál zvolit mezi typy zářivek LED, ESL a RLC. Na přední straně je možné manuálně nastavit typ připojené zátěže a minimální jas pro eliminaci blikání. Jsou zde také umístěna tlačítka pro manuální ovládání výstupů. Jednotka je vybavena dvěma vstupy 230 V AC. Dále je vybavena dvěma polovodičovými výstupy 230 V AC s maximální zátěží 400 VA pro každý výstup. Z důvodu chlazení se pak doporučuje nechávat mezi jednotkami mezeru.

6.3.4. Jednotky binárních vstupů

V mém návrhu využívám čtrnáctikanálovou jednotku binárních vstupů IM3-140M, jež umožňuje připojení až čtrnácti bezpotenciálových vstupů, jako jsou spínače, tlačítka, přepínač a detektory EZS a EPS. Jednotka generuje napájecí napětí 12 V DC při jmenovitém proudu 150 mA, které slouží pro napájení externích detektorů EZS.

6.3.5. Ovládací prvky

Jako hlavní ovládací prvek využívám ovládací dotykovou jednotku EST3/B/RGB. EST3 má 3,5“ dotykový, aktivně podsvícený displej a umožňuje přepínat mezi třemi obrazovkami. První obrazovka je tlačítková, kde může být umístěno od čtyř do dvanácti tlačítek, přičemž mohou být jednotlivým tlačítkům nastaveny symboly pro intuitivnější ovládání. Druhá obrazovka slouží pro ovládání teploty. Třetí obrazovka pak slouží pro ovládání RGB. Jednotka je napájena 27 V při jmenovitém proudu 150 mA.

V každé místnosti s vytápěním bude umístěn vždy jeden nástěnný ovladač WSB3-20. Jedná se o krátkocestný dvoukanálový ovladač s dvoubarevnou LED diodou zobrazující stav akтору. Tento druh ovladačů má v sobě zabudovaný teplotní senzor typu NTC s rozsahem 0 až +55 °C, s možností zapojit teplotní senzor TC/TZ s rozsahem -20 až +100 °C nebo dva bezpotenciální kontakty. Jednotka je napájena ze sběrnice napájecím napětím 27 V DC při jmenovitém proudu 25 mA.

6.3.6. Termopohon

Ve své práci jsem využil termopohon TELVA, který slouží k regulaci podlahového a radiátorového teplovodního vytápění, jak můžeme vidět na Obrázek 30. Tento typ termopohonu se vyznačuje tichým provozem a běžně se dodává s ventil-adaptérem VA použitelným pro široký okruh termostatických ventilů. Má zabudovaný indikátor polohy ventilu a dodává se v provedení bez napětí otevřeno nebo bez napětí zavřeno. Napájecí napětí může být 230 V AC nebo 24 V AC. Provozní příkon je 1,8 W/300 mA po maximální dobu dvou minut.

Obrázek 30 Termopohon Telva



Zdroj: ElkoEP - Výrobce

7. Ekonomické zhodnocení

Při návrhu systému je kvůli vysokým pořizovacím nákladům inteligentního systému potřeba počítat kromě navýšení komfortu také s finanční návratností celého systému. Počítá se především s úsporou za vytápění objektu a dále pak s nasazením stmívacích zářivek v nejčastěji využívaných místnostech.

Podíváme-li se na Tabulka 9, můžeme vidět, že většinu nákladů tvoří vybavení rozvaděče, tedy centrální jednotka spolu se spínacími jednotkami a jednotkami vstupů. Další cenově významnou položkou jsou ovládací prvky, konkrétně EST3 obrazovka a nástěnné ovladače ESM3-20. Do tabulky byly zahrnuty pouze takové náklady, které nespádají do rámce běžné instalace. Nebyly tedy zahrnuty náklady například na trubky pro rozvod vody, na vytápění, kotel, silnoproudé vedení nebo zářivky. Dále nebyla započítána cena práce, pouze cena materiálu, a to proto, že cena práce se u různých firem velmi liší.

Tabulka 9 Tabulka nákladů iNELS

Název	Cena	Cena po slevě	Počet kusů	Cena po slevě
BPS3-02M	577	462	1	462
CU3-01M	12 437	11 193	1	11 193
DA3-22M	5 018	4 014	2	8 029
EST3_bílá/bílá	6 278	5 022	1	5 022
IM3-140M	4 077	3 262	2	6 523
PS3-100/iNELS	2 924	2 339	1	2 339
SA3-012M	6 904	5 523	2	11 046
SA3-04M	3 874	3 099	1	3 099
WSB3-20	1 466	1 173	7	8 210
TELVA 230V, NC + adaptér VA80	523	497	14	6 956
Dvojitě tlačítko	155	93	1	93
Čtyřtlačítko	259	155	2	311
Jednoduché tlačítko	85	51	13	663
kabel J-Y(St)Y1x2x08	7	7	294	2 058
Celkem				66 004

Zdroj: ElkoEP - Výrobce elektronických přístrojů, 2016

Porovnáme-li pak náklady pro iNELS systém s obdobným systémem Loxone, jehož vyčíslení nákladů můžeme vidět v Tabulka 10 Tabulka nákladů Loxone, vidíme, že systém iNELS vyjde výrazně výhodněji. Drobným snížením finanční nákladnosti, může být absence tabletu Lenovo Tab M10, který zde nahrazuje dotykovou obrazovku EST3, kdy může být využit i tablet jiný, pokud již investor nějaký vlastní. Další nevýhodou systému Loxone oproti iNELS, je snížení komfortu, které je dáno snížením ovládacích tlačítek. Jedná se například o tlačítko v šatně nebo tlačítka v hale v 1. podlaží. Toto snížení bylo zapříčiněno snahou co možná nejvíce snížit náklady na pořizovací cenu systému.

Tabulka 10 Tabulka nákladů Loxone

Kód	Název	Cena	Počet kusů	Cena
100335	Loxone Miniserver	13 558	1	13 558
200002	Zdroj 24 V, 4,2 A	1 536	1	1 536
100029	Dimmer Extension	10 213	1	10 213
100038	Relay Extension	7 514	2	15 028
100218	Tree Extension	2 295	1	2 295
100221	Loxone Touch	1 147	15	17 205
	Lenovo Tab M10, 3GB/32GB	4 290	1	4 290
100225	Loxone hlavice	1 313	14	18 382
100394	Loxone Tree kabel (200 m)	6 360	2	12 720
	Celkem			95 227

Zdroj: ElkoEP - Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt | Loxone

Jak můžeme vidět, i přes drobné snížení komfortu, u systému Loxone, kvůli tlaku na snížení pořizovacích nákladů vyjde stále výhodněji systém iNELS, a to i v případě absence tabletu Lenovo Tab M10.

8. Závěr

Moje diplomová práce se zabývá výběrem rezidenčního inteligentního systému. V její první části se zabývám jednotlivými systémy, kdy jsem nejdříve provedl rozdělení systémů do několika kategorií na základě jejich vlastností a následně jsem porovnal několik u nás nejběžnějších systémů. Druhou částí tvoří popsání jednotlivých oblastí automatizace, tedy oblastí využívajících inteligentní systémy.

V další části jsem se věnoval návrhu konkrétního systému. I přes ten nedostatek, že je systém uzavřený, a byl jsem tedy při výběru jednotlivých komponent vázán na jednoho výrobce, jsem si zvolil ovládací systém od společnosti ELKO EP, konkrétně systém iNELS. Pro tento systém jsem se nakonec rozhodl z několika důvodů. Prvním byla jeho relativně nižší pořizovací cena. Dalším neméně důležitý faktor představovala možnost zapůjčení testovacího kufru iNELS, díky čemuž jsem si mohl osobně vyzkoušet jednotlivé funkcionality, a tím si ověřit, že mnou navržený systém funguje. Jako objekt, pro nějž jsem tvořil inteligentní domácnost, jsem si zvolil novostavbu v obci Mříč. Jedná se o dvoupatrovou stavbu o zastavěné ploše 94 m². Tento objekt jsem si vybral kvůli známosti s investorem, tudíž jsem s ním mohl přímo konzultovat návrh systému. Další nespornou výhodou představoval přístup k projektové dokumentaci stavby.

Poslední část práce se zabývá ekonomickým zhodnocením systému.

Navržený systém je velmi minimalistický, a to z důvodu co možná nejvyššího snížení prvopočáteční ceny nákladů na celý systém. S tím, že by bylo počítáno s následným rozšířením systému o další funkce. Jednou z těchto funkcí by bylo ovládání vstupní brány na pozemek. Dalšími pak například automatické ovládání rolet, ovládání systému pomocí mobilní aplikace nebo propojení domácnosti s inteligentními spotřebiči.

Přes veškerá možná vylepšení stávajícího systému se mi podařilo zadání práce splnit.

I. Summary and keywords

This diploma thesis deals with the selection of a suitable control system for a family house and its subsequent design. In the theoretical part of the diploma thesis I first deal with the concept of building automation and the differences between automation of commercial and residential buildings. I also deal with the theory of dividing systems into several groups according to their structure and functionality. In the following part of the theoretical part I deal with a brief description of the most used systems. From the open systems it is the KNX / EIB, LONWORKS and BACnet system. From closed systems, the Czech system iNELS, which I chose as a system for project. The last described system is DALI used for lighting control. The last part of the theoretical part is a description of the areas of automation themselves, such as lighting, heating or integration with home appliances. In the practical part, I describe the building for which I design the system, which is a new building, specifically a two-storey family house. I also deal with the design of a selected system for a two-storey family house, specifically the design of heating lighting and control of blinds. When I program the entire system in addition to the design and whose functionality I also verified on the iNELS test case. The conclusion of the diploma thesis is a financial comparison with a similar system Loxone.

Key words: Building automation, intelligent home, bus system, centralized system, iNELS

II. Seznam použitých zdrojů

BACnet Website [online]. Atlanta: ASHRAE. Available at:
<http://www.bacnet.org/index.html>

ElkoEP - Výrobce elektronických přístrojů [online]. 2016. Holešov: ElkoEp.
Available at: <https://www.elkoep.cz/homepage>

GARLÍK, Bohumír. 2013. Inteligentní Budovy: Komunikace na sběrnici KNX, tvorba telegramů KNX, protokol LonTalk a komunikace v síti - sběrnice LonWorks. *ELEKTRO [online]. 68(2), 10-12. Available at:*
http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/Elektro/2013/02/Elektro_02_2013_output/web/Elektro_02_2013_opf_files/WebSearch/page0012.html

HORÁK, Otakar. 2016. *Řízení domácností a budov pomocí KNX standardu [online]. Plzeň. Available at:* https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/22938/1/DP-Otakar_Horak-E14N0010P.pdf. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, fakulta elektrotechnická.

Intoducition to the LonWorks® Platform. 2009. *Adesto Embedded IoT [online]. Santa Clara: Echelon. Available at:*
https://www.echelon.com/assets/blt893a8b319e8ec8c7/078-0183-01B_Intro_to_LonWorks_Rev_2.pdf

KNX Basics. Knx.fi [online]. Available at: http://knx.fi/doc/esitteet/KNX-Basics_en.pdf

KOKEŠ, Vojtěch. 2014. *Inteligentní dům s chytrou domácností [online]. České Budějovice. Available at:* https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/22938/1/DP-Otakar_Horak-E14N0010P.pdf. Bakalářská práce. Jihočeská universita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra informatiky.

KREJZA, Pavel. 2010. *Demonstrátor automatizace budov [online]. Praha. Available at:* <https://docplayer.cz/92382470-Diplomova-prace-demonstrator-automatizace-budov-pavel-krejza.html>. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická.

Looking for a more intelligent heating control system? TheGreenAge [online]. TheGreenAge. Available at: <https://www.thegreenage.co.uk/intelligent-heating-control-systems-to-replace-traditional-thermostats/>

MERZ, Hermann, HANSEMANN Thomas and HÜBNER Christof. 2008. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. 2008. Praha: Grada. Stavitel.

MICHALEC, Libor. 2013. Jaké jsou možnosti stmívání LED světel. *Vývoj.HW.cz* | *Vše o elektronice a programování* [online]. Praha. Available at:

MICHÁLEK, Lubomír. 2011. *Kompletní zabezpečení objektů*[online]. Brno. Available at:

https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=40017.

Diplomová práce. Vysoké učení v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.

NÝVLT, Ondřej. 2011. Buses, Protocols and Systems for Home and Building Automation [online]. Praha. Available at:

<http://www.tecnolab.ws/pdf/Buses,%20Protocols%20and%20Systems%20for%20Home%20and%20Building%20Automation.pdf>. České vysoké učení technické v Praze,

fakulta elektrotechnická. PRŮCHA, Jan. 2012. *Chtré bydlení: Inteligentní dům* [online].

Available at: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/Chytre-bydleni.pdf>

WOLSEY, Robert and Robert DAVIS, HESLIN, Kevin (ed.). 1997. Controlling Lightning with Building Automation Systems. *LightningAnswers* [online]. 4(1).

Available at:

https://www.lightningassociates.org/i/u/2127806/f/tech_sheets/Lighting_Control.pdf

III. Seznam použitých obrázků a tabulek

Seznam Obrázků

Obrázek 1 Centralizovaný systém.....	8
Obrázek 2 Decentralizované systémy	8
Obrázek 3 Hybridní systém.....	9
Obrázek 4 Systém s využitím liniových opakovačů	10
Obrázek 5 Systém s využitím liniových spojek	11
Obrázek 6 Propojení oblastí pomocí páteřní linie	12
Obrázek 7 Doména.....	16
Obrázek 8 Vícevrstvý model BACnet.....	20
Obrázek 9 Zapouzdření dat v BACnet	21
Obrázek 10 Struktura datové jednotky síťové vrstvy	22
Obrázek 11 Základní obrazovka.....	24
Obrázek 12 Karta Kontrolky	25
Obrázek 13 Karta Dráty	25
Obrázek 14 1. nadzemní podlaží	37
Obrázek 15 2. nadzemní podlaží	38
Obrázek 16 Objekty - vstup.....	39
Obrázek 17 Objekty - hala.....	40
Obrázek 18 Objekty - koupelna a pokoj pro hosty.....	40
Obrázek 19 Objekty - obývací pokoj	41
Obrázek 20 Objekty - kuchyně.....	42
Obrázek 21 Objekty - zahrada.....	42
Obrázek 22 Objekty - hala 2. NP a šatna	43
Obrázek 23 Objekty - dětský pokoj 1	44
Obrázek 24 Objekty - dětský pokoj 2.....	44
Obrázek 25 Objekty - hygienická buňka	45
Obrázek 26 Grafické znázornění sběrnice.....	46
Obrázek 27 Týdenní topný plán	50
Obrázek 28 CU3-01M	54
Obrázek 29 SA3-012M	55
Obrázek 30 Termopohon Telva.....	57

Seznam Tabulek

Tabulka 1 Některé síťové proměnné a jejich reprezentace	15
Tabulka 2 Nejčastěji využívané transceivery	18
Tabulka 3 Znázornění objektu BACnet.....	23
Tabulka 4 Propojení - osvětlení 1. NP	48
Tabulka 5 Propojení - osvětlení 2. NP	49
Tabulka 6 Týdenní topný plán.....	50
Tabulka 7 Propojení - vytápění	51
Tabulka 8 Propojení - rolety.....	53
Tabulka 9 Tabulka nákladů iNELS	58
Tabulka 10 Tabulka nákladů Loxone	59

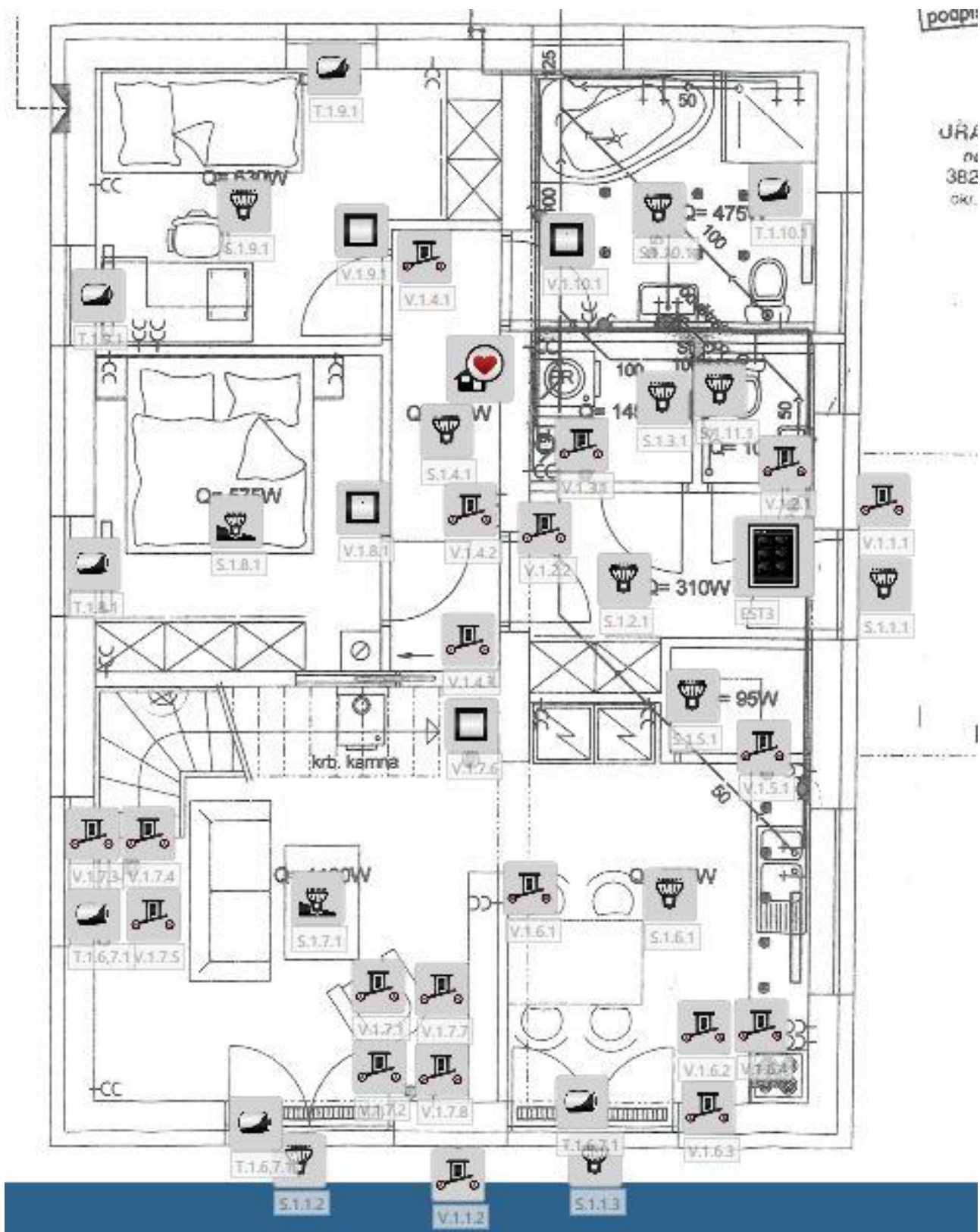
IV. Seznam příloh

Příloha č. 1: Objekty 1. NP

Příloha č. 2: Objekty 2. NP

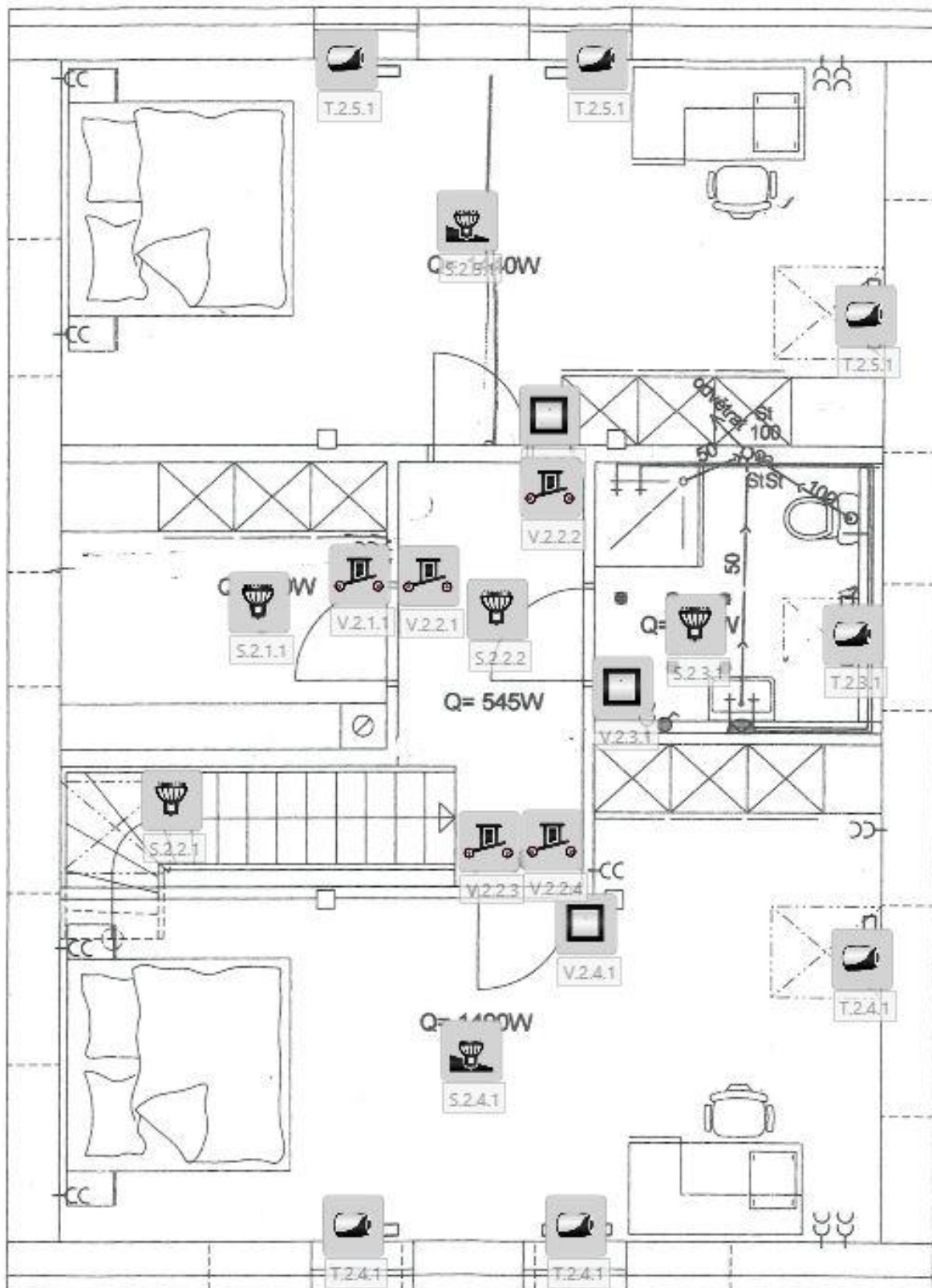
Příloha č. 3: Obsah přiloženého CD

V. Přílohy



Příloha č. 1: Objekty 1. NP

Příloha č. 2: Objekty 2. NP



Příloha č. 3: Obsah přiloženého CD

Diplomová práce.elp – Projekt navrhnutý v IDM3

Výběr rezidenčního řídicího systému.pdf – diplomová práce

Obsah.pdf – Obsah CD