

Realizace vybraných komponent Inteligentního domu

Martin Kolaja

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Kolaja**
Osobní číslo: **A15277**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Realizace vybraných komponent Inteligentního domu**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Zhodnoťte moderní měřicí, řídicí, monitorovací a komunikační technické prvky, vhodné pro využití inteligentního řízení bytových prostor.
3. Variantně navrhnete řešení pro vybrané komponenty související s inteligentním domem, zvažte řešení prostřednictvím bezpečného dálkového ovládání, prostudujte možnosti zahrnutí chytrých přístrojů a spotřebičů.
4. Pro zvolenou variantu řešení navrhnete technické řešení řídicího a monitorovacího hardware.
5. Zpracujte programové vybavení pro navržený řídicí systém.
6. Zpracujte technicko-ekonomické zhodnocení projektu.

Forma zpracování bakalářské práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. HASKELL, R. E. Desing of Embedded Systems Using 68HC12/11 Microcontrollers. Prentice-Hall, Inc., USA, 2000. ISBN 0-13-083208-1
2. VAŠEK, V. Elektronická pomůcka pro přednášky z předmětu Mikropočítače, interní stránky FAI, UTB ve Zlíně.
3. Dufka Jaroslav: Vytápění domů a bytů: (2., zcela přepracované vydání), Grada Publishing a.s., 2004, ISBN 8024764199, 9788024764191.
4. Miroslav Valeš: Inteligentní dům. Nakladatelství Era – vydavatelství. 2006, ISBN: 80-7366-062-8.
5. <https://www.arm.com>
6. <https://www.arduino.cc>
7. GSM regulace topení. Dostupné z: <https://www.jabloshop.cz/dalkova-regulace-topeni>.
8. GD-04 DAVID Přenos do sítě GSM Jablotron. Dostupné z: <https://www.jabloshop.cz/gd-04-david-prenos-do-site-gsm?search=DAVID>.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.**
Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **21. prosince 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2020**



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne

Martin Kolaja, v.r.
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Předkládaná bakalářská práce se zabývá realizací vybraných komponent inteligentního domu na starší rodinný dům. Obsahuje teoretickou část, seznamující s technickými možnostmi a nabídkou trhu, praktickou část zabývající se realizací vybraných komponent a ekonomickou rozvahou zhodnocující celý projekt.

Klíčová slova:

inteligentní dům, Tecomat, Loxone, osvětlení, vytápění, realizace, náklady, automatizace, klimatizace

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the implementation of selected components of an intelligent house for an older family house. It contains a theoretical part, familiarizing with technical possibilities and market offer, practical part dealing with implementation of selected components and economic balance sheet evaluating the whole project.

Keywords:

smart house, Tecomat, Loxone, lighting, heating, realization, cost, automation, air conditioning

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce, prof. Ing. Vladimíru Vaškovi, CSc. za vedení při práci. Dále děkuji rodině, přátelům a zaměstnavatelům za jejich podporu při studiu.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 CHARAKTERISTIKA INTELIGENTNÍHO DOMU	11
1.1 MĚŘICÍ PRVKY.....	11
1.1.1 Teplotní senzor.....	11
1.1.2 Světelný senzor	12
1.1.3 Pohybový senzor	14
1.1.4 Meteorologické senzory	15
1.1.5 Detektor kouře a kvality vzduchu	16
1.1.6 Senzor zaplavení	16
1.1.7 Okenní a dveřní kontakt.....	17
1.1.8 Měření spotřeby vody	17
1.1.9 Měření spotřeby elektrické energie.....	17
1.2 KOMUNIKAČNÍ PRVKY PRO INTELIGENTNÍ DŮM.....	18
1.2.1 Řídicí jednotky	18
1.2.2 IP kamera	18
1.2.3 Internetová komunikace	18
1.2.4 Softwarové řešení.....	19
1.3 KOMUNIKAČNÍ SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY	19
1.3.1 Sběrnice.....	19
1.3.2 Hvězda.....	20
1.3.3 Hybridní systémy	20
1.4 VYTÁPĚNÍ, OHŘEV TEPLÉ VODY.....	21
1.4.1 Vytápění a ohřev teplé vody	21
1.4.2 Topný faktor a koeficient energetické účinnosti.....	21
1.5 KLIMATIZACE.....	21
1.6 ZÁVĚR REŠERŠE.....	21
1.6.1 Volba termohlavice	22
1.6.1.1 Termohlavice Loxone Hlavice.....	22
1.6.1.2 Termohlavice Teco C-HC-0201F-E	22
1.6.1.3 Vlastní volba	22
1.6.2 Volba světelného senzoru	22
1.6.3 Volba meteorologického senzoru.....	23
1.6.3.1 Mobile Alerts MA10660.....	23
1.6.3.2 WindRS.....	23
1.6.3.3 Kaiser Nienhaus Wind 336000	23
1.6.3.4 Vlastní volba	23
1.6.4 Volba detektoru kouře.....	23
1.6.4.1 Detektor kouře SD94	23
1.6.4.2 Somogyi Elektronik detektor kouře s relé.....	24
1.6.4.3 AS-YY700	24
1.6.4.4 Vlastní volba	25
1.6.5 Volba senzoru zaplavení	25
1.6.5.1 Záplavový detektor Jablotron LD-12.....	25
1.6.5.2 Záplavový senzor Secutek LSTC02	25

1.6.5.3	Podlahový senzor hladiny Finder 072.11	25
1.6.5.4	Vlastní volba	25
1.6.6	Volba průtokoměru	25
1.6.7	Volba magnetického detektoru	26
1.6.8	Volba řídicí jednotky	26
1.6.8.1	TECO	26
1.6.8.2	Loxone	26
1.6.8.3	Vlastní volba	27
1.6.9	Volba pro vytápění a ohřev teplé vody	27
1.6.9.1	Dimplex WI 14ME	27
1.6.9.2	MasterTherm Trend GSW036	28
1.6.9.3	Vlastní volba	28
1.6.10	Volba klimatizace	28
1.7	SHRnutí	29
II	PRAKTICKÁ ČÁST	30
2	POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU	31
2.1	CHARAKTERISTIKA	31
2.2	PŮDORYSY	31
3	NÁVRH ŘEŠENÍ PRO VYBRANÉ KOMPONENTY	36
3.1	ŘÍDICÍ SYSTÉM	36
3.2	TOPENÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY	38
3.2.1	Topení a ohřev teplé vody	38
3.2.2	Klimatizace	40
3.2.3	Osvětlení	41
3.2.4	Ovládací panel	42
3.2.5	Zabezpečení proti živelným nehodám	43
3.2.5.1	Měření síly větru	43
3.2.5.2	Detekce kouře jako požární ochrana	43
3.2.6	Čidla a senzory	44
3.3	PŮDORYSY PO INSTALACI NOVÝCH PRVKŮ	46
3.3.1	Sklep	46
3.3.2	Přízemí	47
3.3.3	Patro	50
3.3.4	Podkroví	51
3.3.5	Střecha	52
3.4	SOFTWARE	53
3.4.1	Mosaic	53
3.4.2	WebMaker	54
3.4.3	Vzdálená správa	54
4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	57
4.1	SEZNAM VŠECH POUŽITÝCH KOMPONENT	57
4.2	DOSAVADNÍ PLATBY ZA INKASO	58
4.3	VÝPOČET ÚSPOR	58
4.3.1	Úspory vytápění a ohřevu vody tepelným čerpadlem	58
4.3.2	Úspory díky termohlavicím	60
4.3.3	Úspory osvětlení	61

4.4 SROVNÁNÍ.....	61
ZÁVĚR	63
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	64
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	67
SEZNAM OBRÁZKŮ	68
SEZNAM TABULEK.....	69

ÚVOD

Téma inteligentních domů je již několik let diskutováno i u laické veřejnosti, a to především díky všeobecné hospodárnosti tohoto systému.

Inteligentní domy se vyznačují především sofistikovaným systémem kontroly a automatizace vytápění, klimatizace a osvětlovacích soustav, kombinující moderní materiály a technologické postupy, energii získávanou z různých forem obnovitelných zdrojů a v neposlední řadě uživatelsky přívětivým softwarem, zajišťujícím jednoduché a spolehlivé nastavení automatizačního procesu všech ovládaných prvků. Nedílnou součástí je také možnost vzdáleného ovládání domu, umožňujícího další optimalizaci, jako například posunutí času řízení intenzity topení apod.

Na trhu existuje mnoho renomovaných značek zabývajících se nejen výrobou a distribucí jednotlivých prvků, ale i kompletních systémů pro inteligentní domy. Doposud byly tyto komplexní systémy určeny především pro movitější klientelu, ale díky masovější výrobě se i tyto systémy stávají běžným vybavením obytných domů.

Cílem bakalářské práce je zjistit, zda se vyplatí instalovat vybrané inteligentní prvky i na starší, „neinteligentní“ dům a navrhnout tak možnou variantu sestavy komponent pro moderní bydlení střední finanční náročnosti dostupné pro standartní životní podmínky¹.

Instalace technologií do nových nebo již stávajících staveb je perspektivně rostoucím oborem již několik let. Propojením a integrací různých systémů budovy pak získáme dům, který můžeme po právu nazývat inteligentní. Že se tento obor velice dynamicky rozvíjí, potvrzují nejen ekonomické ukazatele, ale i množství a úroveň instalací. Inteligentní dům již není pouze záležitostí moderních komerčních center, ale stále více se komplexní instalace uplatňují v rodinných domech. [43]

¹ Nižší střední třída existuje spíše v zahraničí, podle definice britského sociologa Anthonyho Giddense. [1]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA INTELIGENTNÍHO DOMU

Historie prvního inteligentního domu sahá až do roku 1950 do amerického Michiganu, do Evropy pronikl tento segment trhu až na přelomu 80. a 90. let 20. století. Pro Českou republiku se pak stal přelomovým až rok 2009, kdy Jan Průcha, majitel společnosti Insight Home, postavil svůj dům, který je považován za první rezidenční inteligentní dům v České republice. V této době se Průchovi a poté i problematice inteligentních domů obecně začala věnovat i média. Kolem roku 2009 pak i na českém trhu začaly fungovat společnosti věnující se oblasti inteligentních domů.[2]

Pro inteligentní dům jsou nejcharakterističtějšími rysy především úspora a hospodárnost provozu všech tepelných, klimatických, vodních a světelných zdrojů, optimalizace užívání a ovládání těchto prvků, vysoká míra zabezpečení celého domu a vzdálené ovládání a správa domu. Podrobnější rozpis by obsahoval také řešení multimediálních audio a video systémů, chytré přístroje v kuchyni, tepelné ovládání bazénu, sauny, smart zrcadlo v koupelně, automatizované ovládání vrat garáže, zavlažování trávníku a mnoho dalšího. Míra modularity domu závisí na nárocích jeho obyvatel a na jejich finančních možnostech.

1.1 Měřicí prvky

Měřicí prvky jsou nutnou součástí každého řídicího prvku, jelikož na základě jimi změřených dat jsou korigovány veškeré automatizační a řídicí úkony. Data z moderních čidel jsou přímo interpretována řídicímu prvku, který předává povely konkrétnímu aktuátoru, jenž převádí informaci na konkrétní povel.

Za nejdůležitější čidla inteligentního domu lze považovat teplotní, světelná, pohybová, meteorologická, detektor kouře, vlhkosti, zaplavení, okenní a dveřní kontakt, měření spotřeby vody a energie. Existuje mnoho dalších senzorů, jejichž rozmanitost se odvíjí od technické náročnosti a propracovanosti projektu, přičemž více čidel může být součástí jednoho komplexního systému.

1.1.1 Teplotní senzor

Teplotní senzory se používají pro měření vnitřní, a venkovní teploty. Naměřené hodnoty z teplotních senzorů slouží zpravidla pro regulaci teploty v jednotlivých místnostech. Naměřené hodnoty z teplotních senzorů se využívají také v letním období, pro automatické stahování předokenních žaluzií v případě, že by mohlo dojít k přehřátí interiéru vlivem slunečního

záření. Existuje mnoho různých typů teplotních senzorů, například teplotní senzory v kombinaci se senzorem vlhkosti, které najdou své využití zejména v saunách, nebo také senzory teploty vody, které najdou své využití třeba pro měření teploty vody v bazénech, či výřivkách.

Teplotní senzory v kombinaci s dalšími typy senzorů a systémem chytrého domu mají mnoho dalších využití:

- Po otevření okna dojde k vypnutí topení/chlazení
- Po zatopení v krbu, či krbových kamnech se topení automaticky vypne, nebo se výkon topení upraví tak, aby teplota v místnosti dosahovala nastavené komfortní teploty
- Pokud nedojde k pohybu v místnosti po nastavený čas, teplota v místnosti se automaticky sníží
- Po zapnutí alarmu se teplota v místnostech sníží, a naopak po vypnutí alarmu se topení zapne na plný výkon, dokud teploty v jednotlivých místnostech nedosáhnou nastavených hodnot, které senzory teplot zaznamenají a předají dál systému chytrého domu. [4]

Teplotní senzory mohou být také součástí termohlavic, které přímo řídí topení.

Základní rozdělení je na senzory venkovní, interiérové, bezdrátové, v kombinaci se snímači vlhkosti, tyčový senzor.

Principem práce snímačů je vyhodnocení změny odporu polovodičové součástky na vstupu. Odpor se mění vlivem teploty. Dle použitého polovodiče se snímače dále dělí na

- odporové kovové
- odporové polovodičové
- termoelektrické
- polovodičové s PN přechodem (diodové, tranzistorové)

1.1.2 Světelný senzor

Světelný senzor zajišťuje měření intenzity světla jak v interiéru, tak exteriéru. Údaje, které senzor naměří, následně zpracovává příslušná řídicí jednotka, která ovládá připojené aktuátory. V noci se může například jednat o tyto funkce:

- automatické osvětlení okolí domu a přístupových cest po soumraku

- rozsvícení automatického osvětlení schodiště
- po příchodu domů může systém automaticky rozsvítit interiérová světla
- kontrola, případně uzavření otevřených garážových vrat po soumraku
- automatické stažení předokenní žaluzie
- vypnutí video telefonu na vstupní brance pro zamezení bezdůvodného buzení [4]

Svítilna s pohybovým čidlem, neboli pohybová čidla, slouží k úspornému osvětlení. Tato čidla snímají, zdali dochází v určité vzdálenosti k pohybu osob. V případě, že čidlo zaznamená pohyb, sepne a jednoduše rozsvítí připojený světelný zdroj. Po uplynutí časového limitu zase světelný zdroj vypne. Z tohoto důvodu jsou pohybová čidla vhodná do prostorů, kde se zdržujete jenom krátkou dobu. Typickými příklady jsou vstupy do domu, schodiště, chodby, toalety aj.

Čidla jsou vyráběna několika technologiemi, s pasivním infračerveným detektorem (PIR), a vysokofrekvenčními čidly.

PIR pohybové čidlo snímá teplotu a v případě, že zaznamená rozdíl teplot, sepne a rozsvítí světelný zdroj.

Vysokofrekvenční čidla pracují na principu vysílání vysokofrekvenčních elektromagnetických vln. V případě, že je pole narušeno pohybem, spínací povel je vyslán a světelný zdroj se rozsvítí.

Svítilna se senzory přítomnosti fungují na odlišném principu. Tyto detektory udržují hladinu osvětlení na konstantní úrovni v závislosti na denním světle. Sledují, jak se mění denní světlo v průběhu dne a přizpůsobují tomu intenzitu světla. Senzor přítomnosti je citlivější než pohybové čidlo, proto není potřeba se neustále pohybovat, světelný zdroj zůstane stále svítit. Senzory přítomnosti jsou ve většině případů doplněny pohybovým čidlem, který po zaznamenání pohybu rozsvítí světelný zdroj a senzor ho pak udržuje v závislosti na denním světle rozsvícen. Senzory přítomnosti jsou proto instalovány do místností, kde se pohybujeme delší dobu. Typickými prostory jsou kanceláře, učebny, sklady aj.

Kromě toho existují také soumrakové spínače. Tyto spínače automaticky zapnou nebo vypnou osvětlení podle úrovně intenzity světla. Z tohoto důvodu není nutné nastavovat čas sepnutí. [8]

1.1.3 Pohybový senzor

Pohybové senzory neboli senzory přítomnosti, můžou v chytrém domě zastávat několik funkcí najednou:

- alarm při vniknutí cizích osob
- automatické rozsvěcení světel při nočním pohybu po domě a naopak jejich zhasnutí v případě, že není zaznamenán žádný pohyb po místnosti
- spouštění různých multimediálních aktivit při ranním vstupu do koupelny, jako například oblíbená hudba, rádio stanice či zobrazení informací na chytrém zrcadle
- dozor probuzení dětí
- regulace topení v době nepřítomnosti [4]

Detektor pohybu (často značen PIR) ve většině případů funguje na principu snímání pohybujícího se objektu o teplotě lidského těla. Detekce funguje tak, že hlídaná oblast je rozdělena na několik zón a v každé zóně je měřena teplota. Pokud dojde ke změně teploty mezi zónami, což je způsobeno přechodem z jedné zóny do druhé, je detekován pohyb. Z tohoto důvodu nejsou detekovány osoby pouze stojící.

Nejčastěji se používají analogové detektory pohybu a digitální detektory pohybu.

Analogové detektory pohybu se často používají pro rozsvěcení na chodbách a u levnějších alarmů a minialarmů. Nejsou tak odolné proti falešným poplachům, ale při správné instalaci fungují velmi spolehlivě.

Digitální detektory pohybu zpracovávají pohyb před sebou kvalitněji a dokáží efektivněji čelit falešným detekcím. Často se používají v místě, kde analogový detektor selže a vyhledá falešné detekce. Odolnost ale silně závisí na výrobci a jeho kvalitě digitálního zpracování.

Dle detekční oblasti lze rozdělit detektory na několik typů.

- Prostorové detektory (běžný detektor): nejběžnější detektor s možností detekce v úhlu v rozmezí až 120stupňů horizontálně. Při montáži do rohu bezpečně pokryje celou místnost.
- Detektor typu záclona: detektor tvoří pouze úzký detekční pásek (plochu v prostoru). Lze tak hlídat vystavené obrazy na stěně nebo pouze část místnosti.

- Stropní detektor pohybu: jedná se o variantu prostorového detektoru přizpůsobenou k montáži na strop místnosti. Často se používá v případě nemožnosti montáže běžného detektoru, nebo pokud je místnost příliš malá pro běžný detektor pohybu.
- Venkovní detektor pohybu: detektor určený k montáži do venkovních prostor. Je vybaven mnohem složitější technikou a často i několika detektory pro zajištění maximální odolnosti proti falešným detekcím a ke zvýšení citlivosti se klesající teplotou. Jsou však vhodné spíše pro hlídání nevytápěných prostor, než k hlídání venkovních prostor a zahrad. [9]

1.1.4 Meteorologické senzory

Jedná se o soustavu senzorů pro změření základních meteorologických údajů a následné zabezpečení či ochranu instalovaných technologií před nežádoucími povětrnostními vlivy.

- Senzor větru se využívá především při silném větru, kdy na základě naměřených údajů dokáže automaticky vytáhnout předokenní žaluzie nebo markýzu a tím je ochránit před poškozením
- Dešťový senzor lze využít pro automatické zavírání střešních oken, ochranu markýz před poškozením nahromaděnou vodou, vypnutí zavlažování, zakrytím bazénu. Také informuje o dešti na telefon majitele [4] [5]

Senzor větru (anemometr) je přístroj pro měření rychlosti proudění anebo rychlosti a směru proudění. K měření rychlosti větru bylo vyvinuto mnoho způsobů a přístrojů pracujících na různých principech.

- Mechanické anemometry: Energie větru se přenáší na konstrukci, kterou vítr otáčí, rotuje či vychyluje z ustálené polohy. Mezi mechanické anemometry patří miskové anemometry (Robinsonův kříž), lopatkové anemometry, anemometry s výkyvnou deskou (Wildova korouhev, Dalozův kyvadlový anemometr).
- Aerodynamické anemometry: Tlak proudícího vzduchu je přenášen a porovnáván s tlakem statickým .
- Zchlazovací/termické anemometry: Čidlo tvořené drátkem („hot wire“) je vystaveno zchlazujícímu účinku větru, přičemž můžeme určit rychlost zchlazování nebo energii potřebnou k náhradě (kompenzaci) odejmuté energie. Z obojího lze vyvodit rychlost větru (nikoli však směr).

- Značkovací anemometry: Pomocí tepelného a chemického značkování se určuje rychlost ale i směr větru.
- Akustické anemometry: Akustické anemometry měří nebo odvozují rychlost, ale i směr větru, ze změn šíření zvuku v atmosféře.
- Ostatní anemometry: K dispozici jsou dnes i anemometry založené na Dopplerově principu, takto lze rychlost větru odhadovat pomocí meteorologických radarů. [10]

1.1.5 Detektor kouře a kvality vzduchu

Senzor kvality vzduchu slouží k měření hodnot a následné automatické řízení výkonu ventilace pouze podle znečištění vzduchu. V případě pasivních domů je tento typ senzoru zcela nepostradatelný. [4]

Senzor CO₂ je senzor oxidu uhličitého a slouží k detekci a prevenci požárů, popřípadě k přivolání hasičů. [5] Může vytáhnout žaluzie, otevřít garážová vrata apod.

Historicky se používaly dva technické principy pro rozpoznání kouře. Jednak šlo o ionizační detektory obsahující radioaktivní prvek, typicky americium-241, který ionizuje vzduch jednak v referenční uzavřené komoře a jednak v komoře otevřené. Kouř změnil elektrickou vodivost v otevřené komoře, což lze snadno elektricky rozpoznat. Použití radioaktivního prvku, byť v poměrně zdravotně bezpečném množství a zapouzdření, je ale problematické z hlediska pravidel a tak se stávají běžnějšími optické detektory obsahující svítivou diodu a fotodiodu a detekující horší prostupnost světla skrz kouř než skrz čistý vzduch. [14]

Požární hlásiče se v zásadě dělí na autonomní, které fungují zcela samostatně a na hlásiče se spínaným relé, které může aktivovat další možnosti, jako je GSM modul řídicí jednotky pro přivolání pomoci. Pro inteligentní instalaci je logická varianta se spínaným relé.

1.1.6 Senzor zaplavení

Je navržen pro okamžité informování o nepředvídatelných událostech, jako jsou silné bouřky s přívalovými dešti, lokální záplavy, nebo poruchy zařízení připojených na vodovodní síť v domě, jako jsou pračky, myčky na nádobí nebo zásobníky teplé vody, čímž může výrazně zmírnit následky. [5]

Senzor zaplavení je zpravidla instalován ve sklepě, ve kterém se nachází tepelné čerpadlo, pračka a je zde nejpravděpodobnější možnost výskytu zaplavení vodou.

Senzory pracují na principu spínání nebo rozpínání kontaktů, mohou tak být snadno instalovány ke GSM modulu řídicí jednotky, který odešle informaci prostřednictvím mobilu (SMS, volání). Funguje tedy jako vodivostní sonda - po dosažení hladiny změní vodivost mezi dvěma elektrodami.

1.1.7 Okenní a dveřní kontakt

Okenní kontakt může informaci o otevřeném okně předat prostřednictvím systému chytrého domu regulátoru topení, který topení zavře, čímž můžete snížit náklady za vytápění. Dveřní kontakt může najít uplatnění třeba u sauny pro zamezení vzdálenému zapnutí sauny v případě otevřených dveří. Oba kontakty zároveň slouží jako součást alarmu proti neoprávněnému vniknutí. [5]

Nejjednodušší realizace je magnetickými detektory. Jedná se o spínač bez mechanických částí, impuls dodá permanentní magnet, který je nainstalován na protilehlé straně (rámu dveří, okna). Magnet přiblížený k senzoru (zavřené dveře a okna) uzavírá obvod, při jeho oddálení od senzoru dojde k rozepnutí obvodu (otevření dveří, oken).

1.1.8 Měření spotřeby vody

Měření spotřeby vody v inteligentním domě lze provést ultrazvukovým průtokoměrem, jenž vzdáleně komunikuje s dalšími prvky a lze na něm dálkově, okamžitě a přesně odečítat průtok. Inteligentní alarmy z vodoměru umožní rychle a efektivně detekovat úniky a prasklé potrubí nebo jiné nepravdivosti, například pokusy o neoprávněnou manipulaci či zpětný tok. Tím se omezují ztráty vody i jakákoli nepřímá poškození. [6]

1.1.9 Měření spotřeby elektrické energie

Připojení elektroměru, který je schopen dodat data do našeho systému lze vyčítat výkon, aktuální spotřebu a dlouhodobou spotřebu. Lze měřit jak 3-fázové tak 1-fázové okruhy. 1-fázové okruhy se používají primárně na zjištění spotřeby daného spotřebiče nebo pro součinnost, zda je spotřebič v chodu. Měření se provádí inteligentními elektroměry, tzv. Smart Meters. [5]

1.2 Komunikační prvky pro inteligentní dům

1.2.1 Řídicí jednotky

Řídicí jednotka v inteligentní elektroinstalaci propojuje všechny prvky na sběrnici. Sbírá data ze senzorů, vyhodnocuje je a posílá dále do aktuátorů, komunikuje se všemi prvky v síti. Jednotkou je PLC automat, který zpracovává program cyklicky. Obsahuje digitální vstupy a digitální výstupy pro zpracování diskrétních signálů, analogové vstupy a analogové výstupy pro zpracování spojitých signálů, moduly napájení, paměťový modul a modul ethernetové komunikace. Pro možnost rozšíření ukládání dat slouží slot pro SD kartu.

1.2.2 IP kamera

Kamera připojená přímo na internet, umožňuje díky velké kapacitě úložného disku zaznamenávat velké množství časového záznamu ve vysoké kvalitě. Díky online přístupu lze dům kontrolovat z jakéhokoliv místa na světě, kde je přístup k internetu, pomocí počítače nebo i mobilního telefonu. Zpravidla se propojuje s domovním telefonem se zvonkem, kde lze přímo z obývacího pokoje sledovat na televizi příchozí návštěvníky.

Kamery v domě umožňují dále bezpečný dohled na dítě a jsou součástí zabezpečovacího systému domu. Zároveň ale znamenají určité riziko v případě nabourání se do systému ze třetí strany, kdy by pak takový účastník měl dokonalý přehled o tom, zda-li je někdo uvnitř domu nebo ne, případně by se mohl dostat k mnoha citlivým záznamům či informacím. Firmy, zabývající se výrobou či instalací inteligentních komponent sice vždy garantují vysokou míru zabezpečení, z filozofického hlediska však žádný existující systém na světě není neprolomitelný.

1.2.3 Internetová komunikace

Samozřejmostí a nutnou podmínkou chytré instalace je veškerá správa domu pomocí osobního počítače přes internet. V současné době je defacto také každý prodáváný smartphone i nejnižší cenové kategorie schopen provozovat aplikaci určenou pro ovládání domu. Složitost a intuitivnost ovládání je pak individuální záležitostí každé aplikace, respektive je dána jejím dodavatelem.

Protože je komunikační instalace prováděna pomocí standardizovaných FTP kabelů s koncovkami RJ-45, je zaručena kompatibilita s klasickými síťovými rozvody.

1.2.4 Softwarové řešení

Jak již bylo zmíněno výše, veškeré inteligentní prvky musí být plně, bezpečně a spolehlivě ovladatelné na dálku. Použitý software proto musí být kompatibilní napříč platformami, ať už přes webové rozhraní, nebo skrz aplikace. Vzhledem k faktu, že se současné mobilní telefony de facto rovnají počítačům, je ovládání přes ně nejen naprostou samozřejmostí, ale i nutností a upřednostnění, nad jinými způsoby komunikace, jelikož mobilní telefon má u sebe člověk daleko častěji než jakýkoliv klasický nebo přenosný počítač.

1.3 Komunikační sběrnicevé systémy

Spojovacím prvkem inteligentního domu je komunikace celého systému. Ta může být trojího druhu, a to podle topologie rozložení kabeláže:

- Sběrnice (decentralizovaný)
- Hvězda (centralizovaný)
- Kombinace obou

1.3.1 Sběrnice

Při sběrnicevé zapojení vede mezi jednotlivými řídicími prvky pouze zemnicí a komunikační kabel, po kterém spolu sekvenčně komunikují všechny prvky. Komunikace je tedy aplikována z každého jednotlivého členu a není potřeba nadřazené centrální jednotky.

Decentralizovaný systém v budoucnu umožňuje postupné rozšiřování dalších řídicích komponent a díky nezávislosti na centrále nehrozí při výpadku ochrnutí celého systému, ale na druhou stranu je systém ohrožen přerušením kabelu, oproti centralizovanému systému, kde přerušení jednoho kabelu zpravidla vyřadí jen jeden prvek.

Zlevňování komponent, vyšší ekonomická efektivita a jednodušší instalace umožňují v současné době vyšší rozšířenost decentralizovaných systémů. [2] [3]

Výhody systému sběrnice

- rozdělení podle úkolů
- jednodušší řešení problémů, při poruše je ihned jasné, který komponent je vadný
- jednoduchá instalace
- jednoduché a málo nákladné pozdější změny či rozšíření
- decentralizovaný systém, při výpadku jednoho zařízení funguje jako celek dál
- úspora energie a nákladů použitím nižšího počtu kabelů

Nevýhody systému sběrnice

- vyšší cena
- sdílení komunikační cesty
- při řízení větších celků je ohrožen během výpadku celý řízený systém

1.3.2 Hvězda

Centrální systém má jako základní charakteristiku společnou centrální, řídicí jednotku, která je propojena s každým prvkem samostatně. Tato jednotka vykonává veškeré povely, komunikuje s prvky samostatně a její porucha vede k selhání celého systému.

Hlavní předností je možnost využití a vyhodnocování dat o dění v objektu, nevýhodou pak použití velkého množství kabelů

Topologii centralizovaného systému hvězda také využívá anténní rozvod a strukturovaná kabeláž – počítačová a telefonní síť. [3]

Výhody systému hvězda

- všechny programy jsou na jednom místě
- systémové problémy se lépe řeší
- řídicí elektroniku je možné osazovat až dodatečně

Nevýhody systému hvězda

- závada centrální jednotky znamená kolaps systému
- velké programy
- velké nároky na množství použité kabeláže

1.3.3 Hybridní systémy

Kombinace obou předchozích systémů. Například řídicí jednotka pro ovládání světel a rolet je připojena sběrnice ke zbytku systému, ale samotné motory a světla jsou připojeny hvězdově. Výhodou je snížení nákladů, jelikož sdružená jednotka vyjde levněji než několik samostatných pro každý prvek. [3]

1.4 Vytápění, ohřev teplé vody

1.4.1 Vytápění a ohřev teplé vody

Pro tento systém je přírodním zdrojem povrchová, podzemní nebo spodní voda. Ze zdroje (většinou ze studny) odebíráme vodu, necháme ji projít výměníkem tepelného čerpadla (výparníkem), který z ní odebere část tepla a zase ji vrátíme zpět do země druhou (vsakovací) studnou. Vzdálenost mezi vrty by měla být minimálně 10m, nejlépe ve směru podzemních proudů ze zdrojové do vsakovací studny. [23]

1.4.2 Topný faktor a koeficient energetické účinnosti

Pojmy COP (topný faktor) a EER (koeficient energetické účinnosti) popisují účinnost vytápění a chlazení systémů klimatizace. Udávají poměr topného nebo chladicího výkonu relativně k množství elektrické energie na vstupu, která je potřeba k vygenerování tohoto výkonu. Pokud například klimatizace z 1 kW elektrické energie na vstupu vygeneruje 5 kW tepla, má její topný faktor COP hodnotu 5,0. Obdobně, pokud klimatizace z 1 kW elektrické energie na vstupu vygeneruje chladicí výkon 5 kW, má její koeficient EER hodnotu 5,0. Čím vyšší je COP a EER, tím je dané zařízení energeticky účinnější. [24]

1.5 Klimatizace

Inteligentní klimatizace pomáhá šetřit náklady pomocí senzorů teploty a magnetického detektoru. Lze ji ovládat na dálku a přednastavit si tak optimální teplotu před návratem domů. Umí vytvořit harmonogramy každého obyvatele domu v průběhu dne a kontrolovat kvalitu vzduchu.

1.6 ZÁVĚR REŠERŠE

Všechny prvky pro realizaci byly vybrány na základě srovnávání nabídek na internetu s důrazem na kvalitu a co nejnižší cenu.

1.6.1 Volba termohlavice

1.6.1.1 Termohlavice Loxone Hlavice

Termohlavice Loxone Hlavice je ideální pro inteligentní ovládání teploty v místnosti, pro přesné řízení teploty v pokoji, má velmi tichý chod díky krokovému motorku.

Stavová LED indikující stav hlavice a polohu ventilu. Díky revoluční technologii Loxone Air (bezdrátový způsob propojení inteligentních prvků) a Tree (kabelážový systém firmy Loxone) je uvedení do provozu otázkou několika okamžiků. [7]

1.6.1.2 Termohlavice Teco C-HC-0201F-E

Termohlavice Teco C-HC-0201F-E je modul termostatické hlavice na sběrnici CIB určený pro ovládání radiátorových ventilů ústředního vytápění. Hlavice má dva externí analogové vstupy, které budou využity pro připojení magnetických senzorů. Tyto senzory budou indikovat otevření oken a dveří a budou tak sledovat zabezpečení domu a eliminovat případné tepelné ztráty způsobené otevřeným oknem.

1.6.1.3 Vlastní volba

Tato práce se bude zabývat termo hlavicí Teco C-HC-0201F-E, kvůli podpoře zvoleného systému CIB (Common Installation Bus).

1.6.2 Volba světelného senzoru

V této práci bude použito pouze noční osvětlení schodišť, které nebude napojeno na řídicí systém domu. Nebude třeba věnovat pozornost pohybovým senzorům kvůli zabezpečení domu.

Na trhu je obrovské množství svítidel, které se liší nejen designem, barvou světla, provedením napájení, ale především způsobem instalace, kdy lze aplikovat flexibilní LED pásky a nainstalovat je libovolným způsobem. Toto řešení je vhodné u novostaveb. V případě menší rekonstrukce, je vhodnější použít osvětlení bez nutnosti dodávat další kabely, tedy bateriové řešení.

Osram - LED Schodišťové svítidlo se senzorem NIGHTLUX LED/0,25W/3xAAA IP54, ke kterému není potřeba dobudovat napájecí síť, jelikož běží na baterie bude instalováno na patřičná místa dle schémat.

1.6.3 Volba meteorologického senzoru

Pro naše řešení bude zvolen pouze senzor větru, který upozorní majitele v případě otevřených oken a dveří. Těchto senzorů na trhu mnoho není.

1.6.3.1 Mobile Alerts MA10660

Mobile Alerts MA10660 je doplňkové čidlo pro domácí monitorovací systém Mobile Alerts. Toto čidlo umožňuje monitorování rychlosti a směru větru a větrných poryvů. Pro správné fungování MA 10660 je potřeba aplikace Mobile Alerts (zdarma dostupná pro iOS a Android) a základní stanice Gateway MA 10000. [11]

1.6.3.2 WindRS

WindRS je anemometr, který umí měřit směr a rychlost větru. Aktuální údaje z anemometru jsou dostupné digitálně komunikačními linkami RS232 nebo RS485. Pro sledování a průběžné ukládání hodnot je k dispozici program Wix. Anemometr lze snadno začlenit také do stávajících systémů díky protokolům Spinel nebo Modbus RTU. [12]

1.6.3.3 Kaiser Nienhaus Wind 336000

Tento přepínač mezních hodnot pro sledování rychlosti větru je univerzálně použitelný. Ve spojení se senzorem rychlosti větru může být použit pro rychlosti větru od 2 do 8. Překročení nastavené mezní hodnoty je indikováno LED. Nastavitelný doběh zaručí stabilní provoz i při nízkých mezích.

1.6.3.4 Vlastní volba

Použit bude nejvíce populární Spínací relé se senzorem větru Kaiser Nienhaus Wind 336000. Je také ze všech možností nejlevnější. [13]

1.6.4 Volba detektoru kouře

1.6.4.1 Detektor kouře SD94

Tento detektor je ideální pro spojení s GSM komunikátory. V případě požáru pak odešle informaci prostřednictvím mobilu (SMS, volání). [15]

1.6.4.2 Somogyi Elektronick detektor kouře s relé

- Zvuková a optická signalizace
- Test tlačítko
- Elektrochemická detekce
- Úroveň signalizace: 100PPM
- Hlasitost signalizace: 70dB/ u vzdálenosti 1m
- Signalizace poruchy přístroje
- Napájení: 230 V AC
- Provozní teploty: 0 až +55°C
- Vlhkosti: < 95 RH
- Příkon: < 1W [16]

1.6.4.3 AS-YY700

Tento drátový kouřový detektor pracuje na tzv. fotoelektronickém principu rozptýleného světla a díky této fotoelektronické technologii detekce, reaguje hlásič rychleji na požár, tzn. již v první fázi, kdy je produkováno velké množství viditelného kouře, bez otevřeného ohně, jako je např. kouř z doutnajících předmětů . V případě nebezpečí vzniku požáru se automaticky spustí akustický signál 85 dB, přičemž zařízení signalizuje alarm i opticky (indikací červené LED diody), a hlásič vyšle signál ovládacímu panelu (ústředně) pro vyhlášení požárního poplachu.

Kouřový hlásič AS-YY700 je vybaven také testovacím tlačítkem pro kontrolu správného fungování zařízení.

Detektor kouře je vhodné použít ve všech obytných částech domu a v prostorách se zvýšeným nebezpečím požáru. Zvláště se doporučuje montáž v místnostech, kde lidé spí, v obyvacích místnostech, chodbách, komorách, dřevěných stavbách a všude tam, kde jsou užívány elektrické spotřebiče a topidla všech druhů.

- Drátový detektor kouře
- Detekce požáru
- Testovací tlačítko funkčnosti
- Červená LED dioda pro indikaci stavu provozu
- Hlasitá akustická signalizace 85dB
- Nárazuvzdorný, prachuvzdorný

Určeno pro všechny běžné drátové zabezpečovací systémy. Při aktivaci rozpojí smyčku centrální jednotky. [17]

1.6.4.4 Vlastní volba

Z hlediska ceny bude instalován hlásič AS-YY700 a to na chodbě v přízemí a v podkrovní části domu.

1.6.5 Volba senzoru zaplavení

1.6.5.1 Záplavový detektor Jablotron LD-12

Detektor slouží pro indikaci zaplavení prostor (sklep, koupelna apod.) vodou. Detektor LD-12 je možno připojit do drátových vstupů zabezpečovacích ústředěn a GSM hlásičů. Napájení +12V se připojuje na červený vodič a GND na černý vodič. Při propojení elektrod (zaplavením vodou) detektor propojí modrý vodič s GND a rozpojí žlutý vodič od GND. Pokud propojení elektrod zmizí, je modrý vodič odpojen od GND a žlutý spojen s GND. [18]

1.6.5.2 Záplavový senzor Secutek LSTC02

Záplavový detektor slouží k indikaci zaplavení prostor (sklep, koupelna, atp.) vodou. Senzor se aktivuje ve chvíli, kdy dojde k propojení elektrod (zaplavení vodou), a odešle signál, který dále zpracuje hlavní jednotka alarmu. [19]

1.6.5.3 Podlahový senzor hladiny Finder 072.11

Senzor pro detekci kondenzátu v olejích, únik vody nebo zatopení podlahy. Vhodné pro relé na kontrolu hladiny. [20]

1.6.5.4 Vlastní volba

Instalován bude záplavový detektor Jablotron LD-12 vzhledem k ceně a ke skutečnosti, že není potřeba kontrolovat další tekutiny, jako oleje apod.

1.6.6 Volba průtokoměru

Průtokoměr Taconova AV23 je zvolen s ohledem na kompatibilitu systému, jelikož je doporučen výrobcem.

1.6.7 Volba magnetického detektoru

Nejsou zde tedy kladeny žádné zvláštní kvalitativní nároky a může být zvolen nejlevnější produkt, magnetické drátové detektory AS-DSS01.

1.6.8 Volba řídicí jednotky

Mezi rozšířené firmy na českém trhu s PLC programovacími automaty pro inteligentní domy patří firmy Teco a.s. a Loxone.

1.6.8.1 *TECO*

Společnost Teco a.s. je přední český výrobce průmyslových PLC řídicích systémů.

Tecomat Foxtrot je osvědčený, kompaktní, modulární řídicí a regulační systém pro malé a střední aplikace s montáží do rozvaděčů a na DIN lištu. Základní verze CP-1000 je vybaven čtyřmi víceúčelovými vstupy, z nichž každý je využitelný buď jako analogový nebo jako binární, dvěma binárními vstupy pro napětí 230 V AC a dvěma samostatnými reléovými výstupy. Modul obsahuje zálohovanou paměť CMOS RAM pro uživatelské programy, tabulky, uživatelské registry a DataBox, paměť Flash pro zálohování uživatelského programu, slot pro MMC/SD/SDHC paměťovou kartu, obvod reálného času, rozhraní Ethernet, dva sériové kanály (jeden s pevným rozhraním RS-232, druhý s pozicí pro volitelné submoduly), dva komunikační kanály s rozhraním CIB pro připojení externích periférií a systémové rozhraní TCL2 určené pro připojení rozšiřovacích modulů, které zvyšují počet I/O systému. [21]

1.6.8.2 *Loxone*

Společnost Loxone nabízí řídicí jednotku Miniserver. Miniserver je vybaven mnoha digitálními i analogovými vstupy a výstupy, tudíž lze ovládat a pracovat s velkým množstvím senzorů a zařízení. Obsahuje 8 spínaných výstupů (relé) pro připojení např. 4 žaluzií nebo 8 světelných okruhů, 8 digitálních vstupů pro připojení tlačítek, dveřních a okenních kontaktů atp., 4 analogové vstupy pro připojení snímačů teploty, vlhkosti atp., 4 analogové výstupy pro připojení pohonů atp, LAN rozhraní pro ovládání síťových zařízení, jako je TV atp. Rozšíření až o 30 extensionů přes Loxone Link. [22]

1.6.8.3 *Vlastní volba*

Zvolena jednotka Tecomat Foxtrot, pro jeho všestrannost, rozšířenost a silnému servisnímu zázemí na českém trhu.

Řídicí systém Tecomat Foxtrot je na trhu výjimečný kombinací centrálního řídicího systému mezinárodního standardu PLC dle ČSN EN 61131, vlastní proprietární dvou vodičové instalační sběrnici CIB – Common Installation Bus, integrovaného ethernet portu, sériových portů a integrovanou velkokapacitní paměť až 32GB pro ukládání velkého množství dat a uživatelských WEB stránek. Integrovaný WEB server a volně programovatelné vlastní vestavěné WEB stránky přímo spojené se všemi měřenými a ovládanými veličinami.

Technologie přístupu přes WEB stránky dělá systém Foxtrot nadčasový, protože je kompatibilní s téměř všemi platformami PC, smartphone, tabletů, chytrých TV s webovými prohlížeči a dalšími. [42]

1.6.9 **Volba pro vytápění a ohřev teplé vody**

1.6.9.1 *Dimplex WI 14ME*

Topné tepelné čerpadlo pro vnitřní instalaci s integrovanou regulací WPM 2007 plus. Variabilní možnosti připojení pro přípojky podzemní vody a topení na zadní stěně krytu. Optimalizováno proti hluku izolovaným kovovým krytem a kompresoru dvojité izolovanému od vibrací. Economizer pro vysoké topné faktory. Integrovaný spirálovitý výparník s optimalizovaným pro ochranu proti korozi a zamrznutí. Univerzální provedení s ohřevem teplé vody a flexibilními možnostmi rozšíření pro:

- Bivalentní nebo bivalentní regenerační provozní režim
- Rozdělovací systémy s nesměšovanými a směšovanými topnými okruhy

Jemný spouštěč, spínač průtoku a stykač pro čerpadlo na studnovou vodu jsou integrovány, čidlo topné vody, čidlo vratné vody, venkovní čidlo (norma NTC-2) a lapač nečistot pro podzemní vodu součástí rozsahu dodávky.

Má výkon 13,4 kW, při spotřebě kompresoru 2,87 kW je jeho topný faktor (neboli COP) 3,8. [25]

1.6.9.2 *MasterTherm Trend GSW036*

Čerpadlo má vlastnost jednoduché a spolehlivé konstrukce, s dobrou účinností, ekvitermní regulací vytápění a ohřevem teplé vody pro domácnost, s vynikajícím poměrem pořizovací ceny a užité hodnoty. Má výkon 10,3kW, při spotřebě kompresoru 1,9kW je jeho topný faktor (neboli COP) 5,5. [26]

1.6.9.3 *Vlastní volba*

Zvoleno čerpadlo MasterTherm Trend GSW036 pro jeho vynikající poměr cena/výkon (topný faktor).

1.6.10 **Volba klimatizace**

Hlavní klimatizační, venkovní jednotka je zvolena, díky kompatibilitě s řídicí jednotkou Foxtrot, a to pomocí přídatného modulu PMNFP14.

Vnitřní jednotky budou LG DM09RP, Deluxe.

Základní vlastnosti venkovní klimatizační jednotky:

- Výkon chlazení: 2,5 kW
- Výkon topení: 3,2 kW
- Energetická třída: A++/A++
- EER: 4,5
- COP: 4,5
- Vhodná do prostor: do 65 m³

Základní vlastnosti vnitřní klimatizační jednotky:

- Chladicí výkon (Min/Nom/Max) kW: 0,89 / 2,5 / 3,7
- Topný výkon (Min/Nom/Max) kW: 0,89 / 3,2 / 5
- Příkon - chlazení (kW): 0,56
- Příkon - topení (kW) 0,71
- Smart Inverter: Ano

- Energická třída (chlazení / topení): A++ / A++ [27]

1.7 Shrnutí

Teoretická část představila velkou rozmanitost použitelných prvků, z nichž ne všechny jsou nezbytně nutné pro praktickou část.

Přesycenost trhu s inteligentními prvky bude v budoucnu narůstat a je filosofickou otázkou, zda bude člověk schopen všechny inteligentní prvky zvládat obsluhovat (kontrolovat, regulovat, programovat) tak, aby mu reálně spořili čas a finance.

Praktická část se zabývá úzkým profilem těch nejzákladnějších prvků (topení, ohřev teplé vody, klimatizace, zabezpečení a vzdálená správa), které jsou v domácnosti nutné a zkoumá, zda je ekonomicky výhodné je aplikovat na starší dům, v případě rekonstrukce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU

Následující text blíže představí objekt samotný.



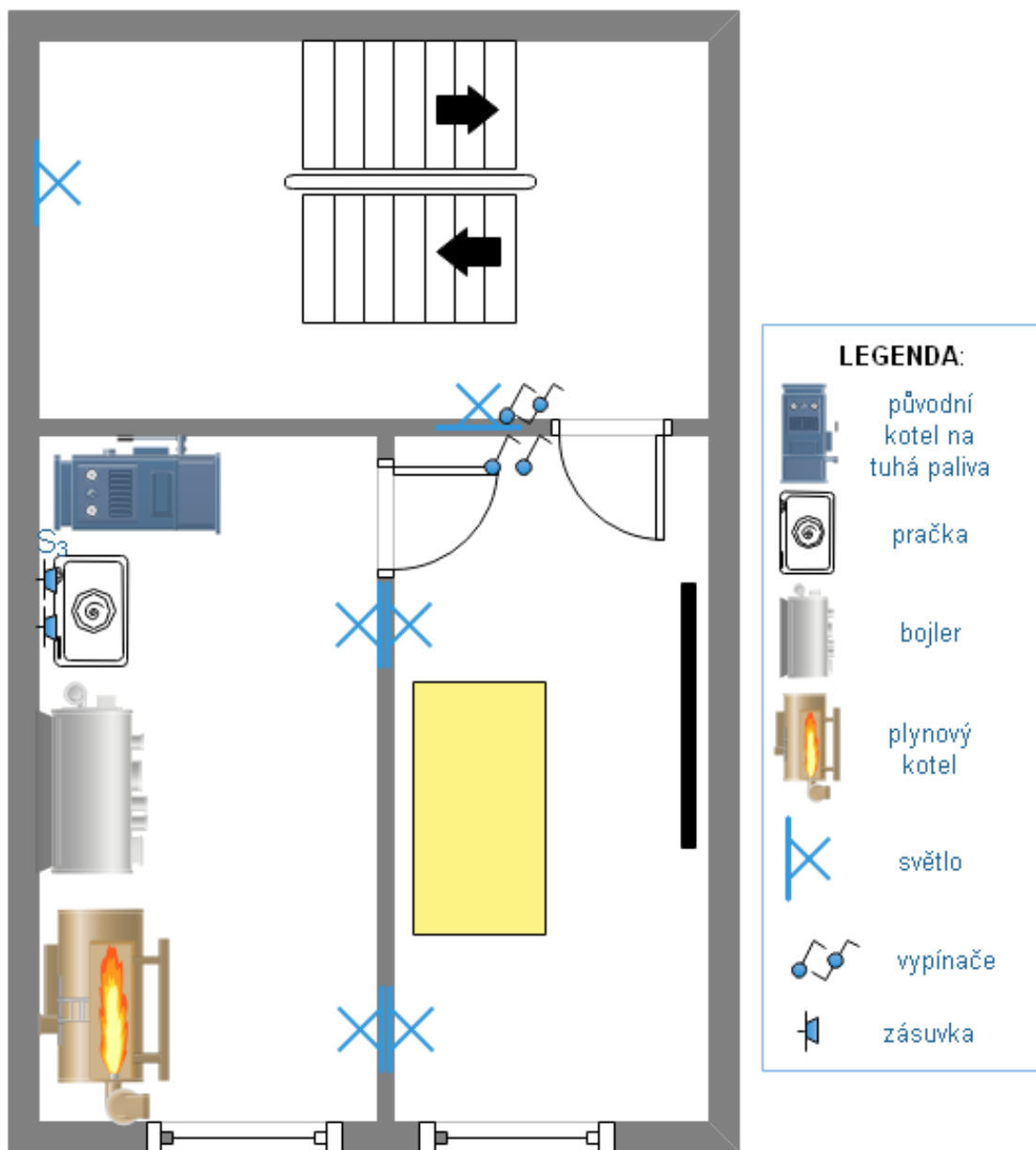
Obrázek 1 Řešený objekt

2.1 Charakteristika

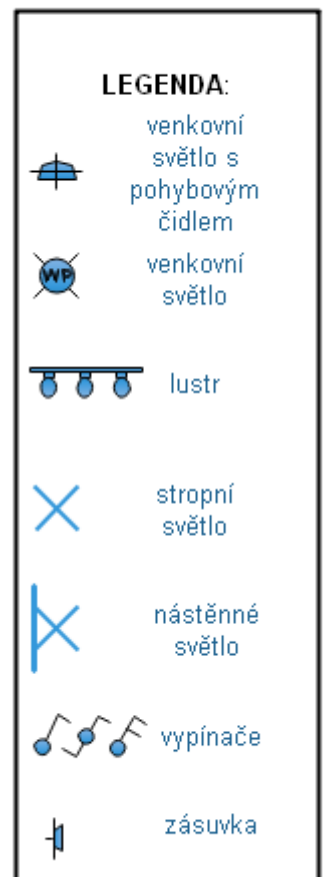
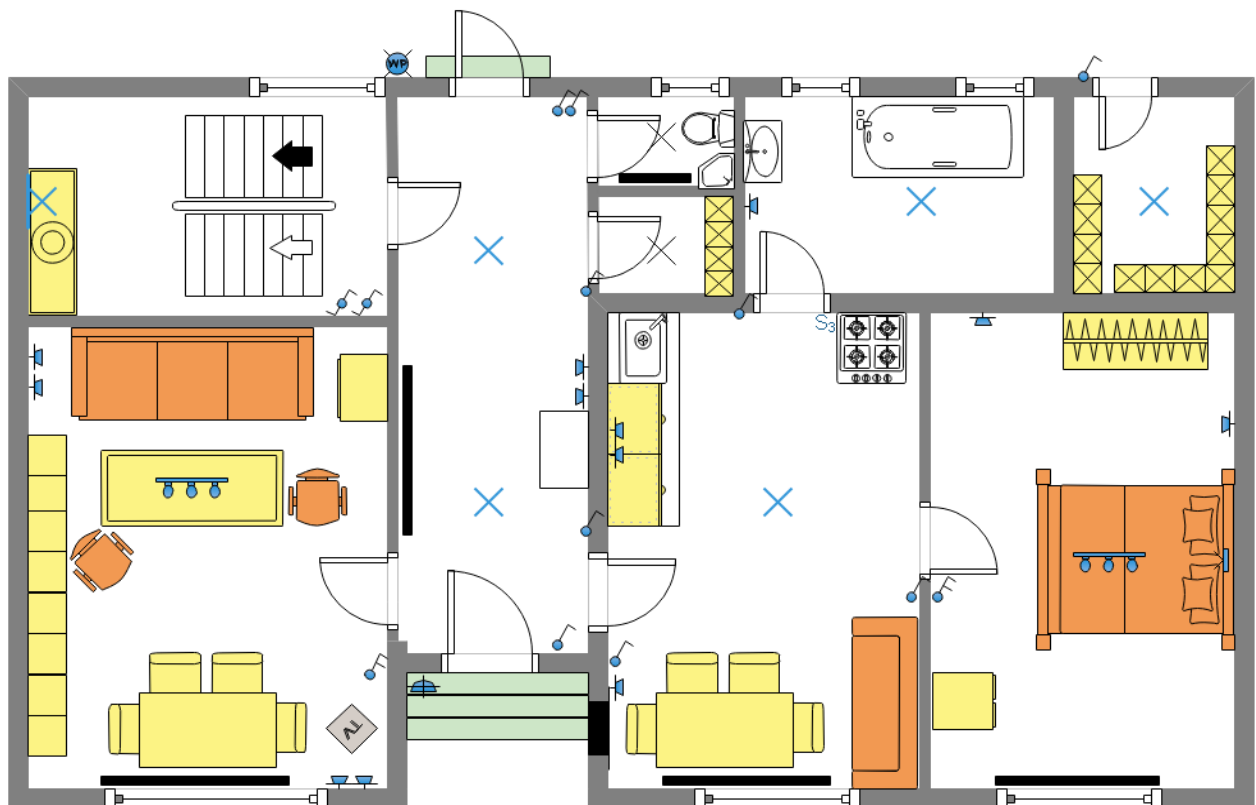
Jedná se o dvougenerační, podsklepený, patrový dům s podkrovím. K původní, přízemní stavbě z roku 1959, přibylo postupně nejprve patro nad levým křídlem v roce 1973 a podkroví této přístavby v roce 2005. Dům má vlastní dvorek a zahradu. Nemá garáž a do domu se vstupuje přímo z ulice, nemá tudíž žádný přidaný prostor před vchodem.

2.2 Půdorysy

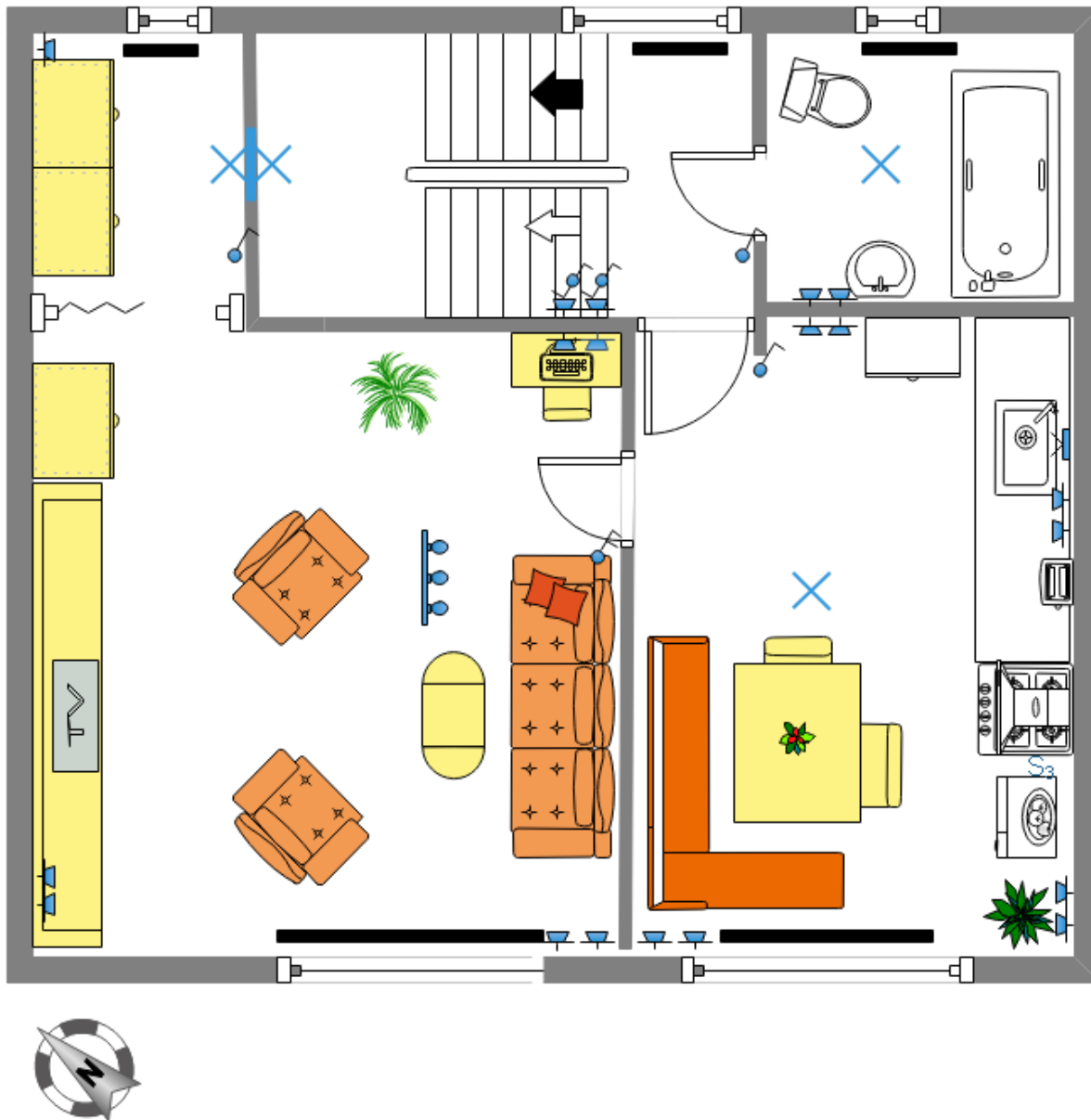
Následují půdorysy s původním rozložením hlavních a podstatných prvků.



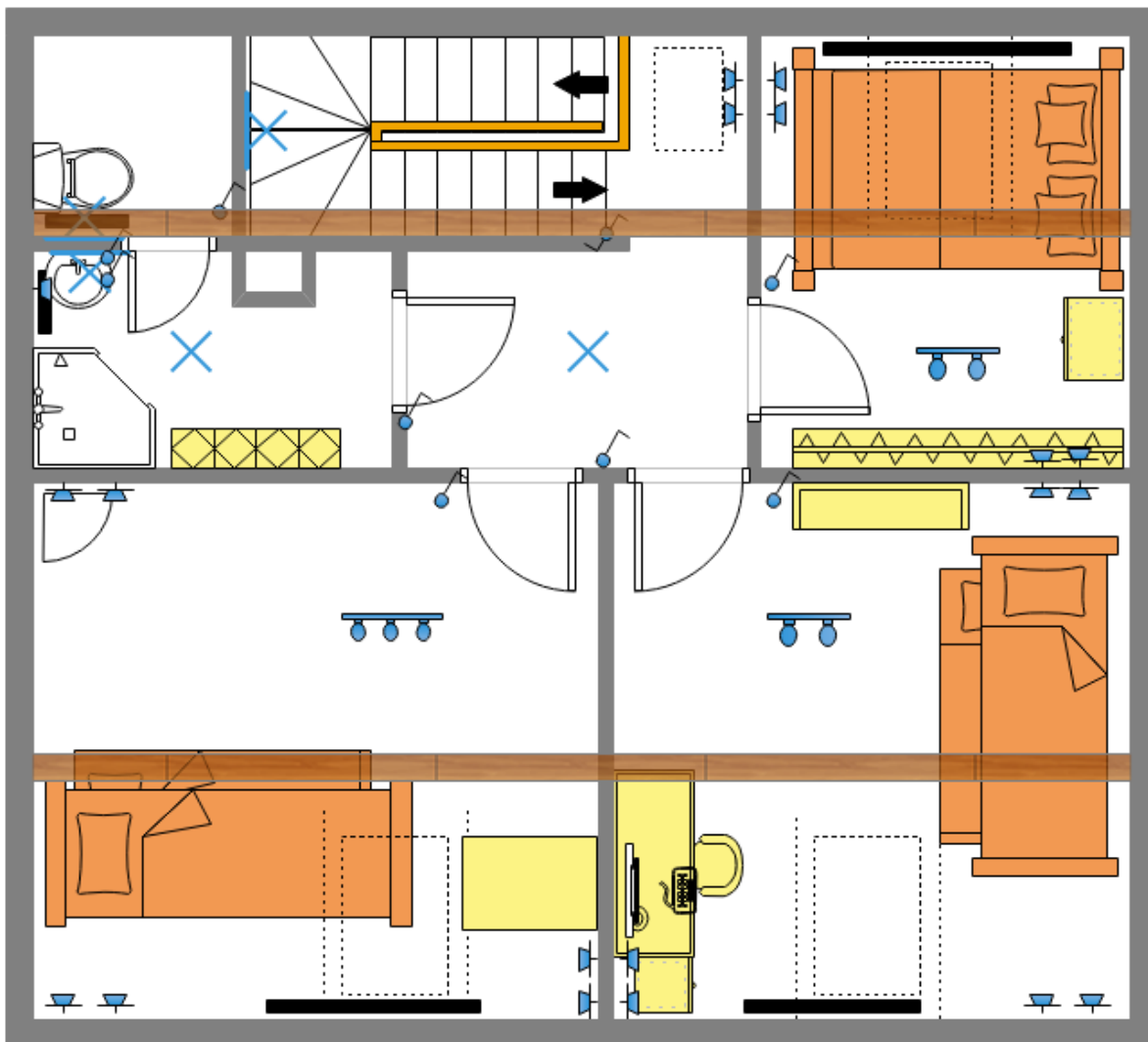
Obrázek 2 Půdorys podsklepené části



Obrázek 3 Půdorys přízemí



Obrázek 4 Půdorys patra



Obrázek 5 Půdorys podkrovní

3 NÁVRH ŘEŠENÍ PRO VYBRANÉ KOMPONENTY

Následující návrh se dělí na ovládání topení, klimatizace, osvětlení, zabezpečení proti živelným nehodám, zabezpečení proti vniknutí a vzdálenou správu a komunikaci s domem.

3.1 Řídicí systém

Pro návrh řešení bude použit hybridní systém řízení, kvůli snížení nákladů a vzhledem ke skutečnosti, že se nejedná o náročnou průmyslovou budovu. Systém bude navržen podle standardu KNX².

Jako řídicí jednotka bude použit programovatelný automat Tecomat Foxtrot CP-1006.

Základní modul CP-1006 je vybaven třinácti víceúčelovými vstupy, z nichž každý je využitelný buď jako analogový nebo jako binární, jedním rychlým binárním vstupem, využitelným jako vstup čítače, jedním binárním vstupem pro napětí 230 V AC, dvěma polovodičovými výstupy, využitelnými jako výstupy PWM, dvěma analogovými výstupy 0 až 10V a deseti reléovými výstupy. Základní modul CP-1006 je osazen centrální jednotkou (CPU) řady K, která je určena pro aplikace s vysokými požadavky na výkon. Obsahuje zálohovanou paměť CMOS RAM pro uživatelské programy, data, tabulky, uživatelské registry a Data-Box, paměť Flash pro zálohování uživatelského programu, slot pro MMC/SD paměťovou kartu, obvod reálného času, rozhraní Ethernet, dva sériové kanály (jeden s pevným rozhraním RS-232, druhý s pozicí pro volitelné submoduly), jeden komunikační kanál s rozhraním CIB pro připojení externích periférií a systémové rozhraní TCL2 určené pro připojení rozšiřovacích modulů, které zvyšují počet I/O systému. [28]

K základní jednotce bude přidán modul pro měření průtoku vody, intenzity větru a detekce kouře a modul UC-1205 pro GSM komunikaci s anténou AO-AGSM-MG5S.

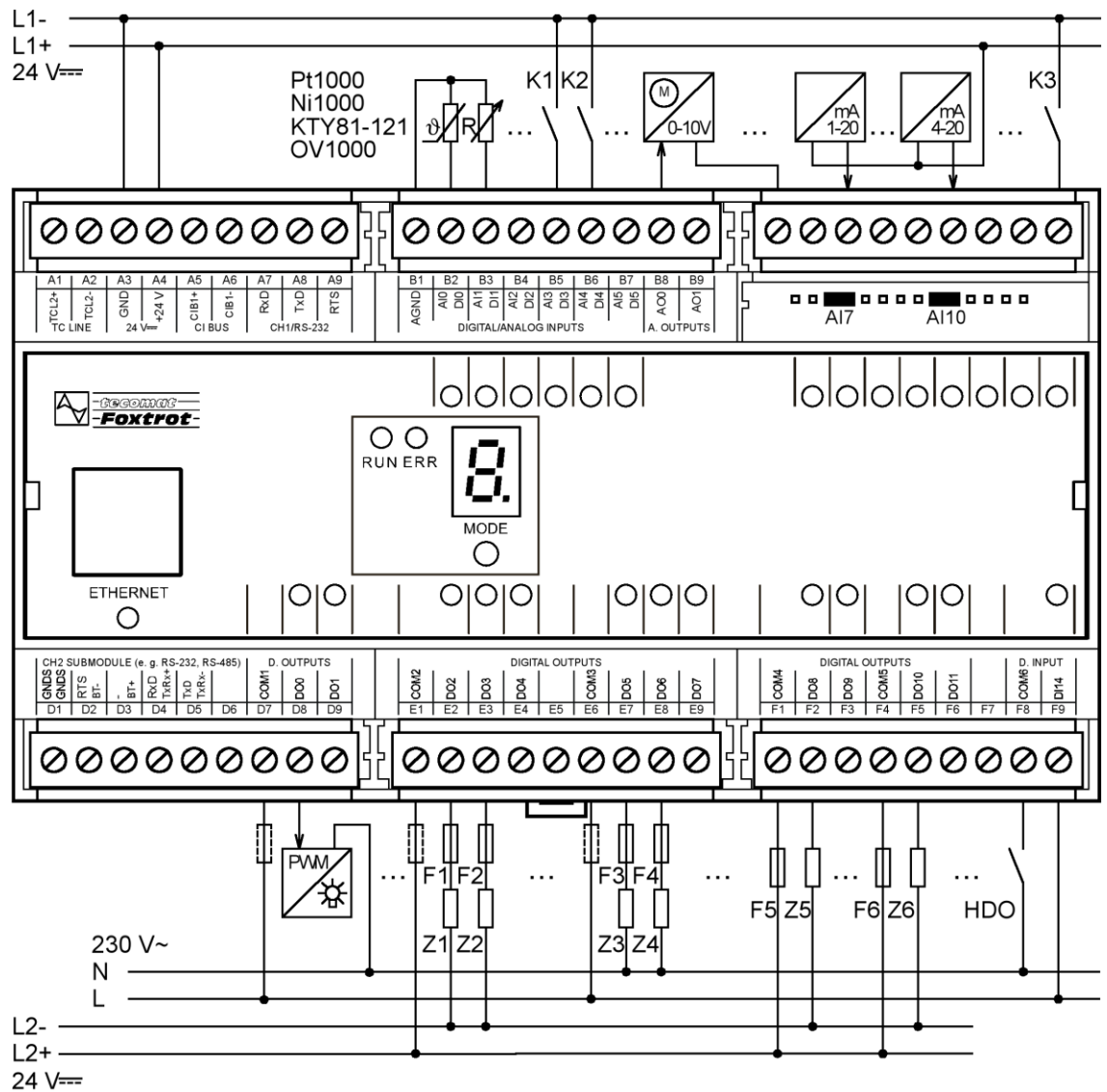
Propojení jednotlivých prvků bude provedeno stíněným kabelem FTP na sběrnici CIB.

K řídicí jednotce bude připojena záložní baterie Panasonic LC-R127R2PG1, 12V - 7.2Ah

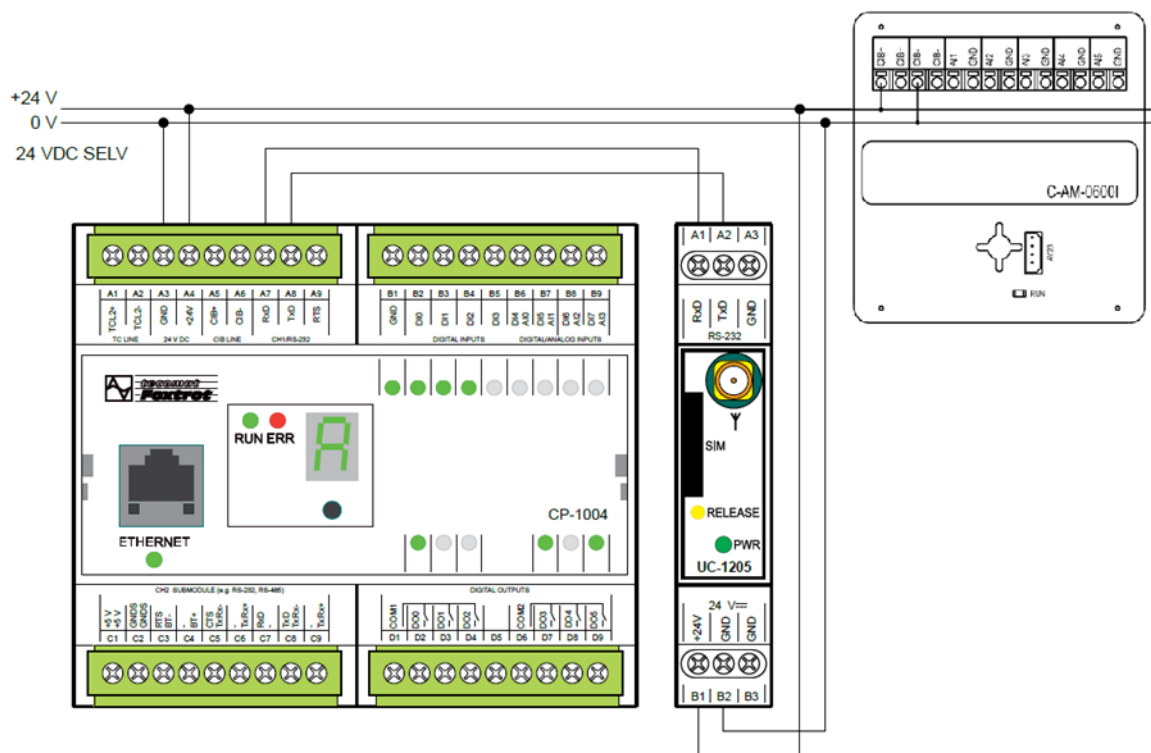
² KNX znamená mezinárodně normalizovaný systém programovatelných elektrických instalací. O jeho rozvoj se stará mezinárodní asociace KNX se sídlem v Bruselu. V systému KNX lze bezproblémově využívat přístroje s logem KNX – tedy prvky od více než 400 výrobců z celého světa.



Obrázek 6 Automat Tecomat Foxtrot CP-1006 [32]



Obrázek 7 Schéma základního zapojení [28]



Obrázek 8 Schéma zapojení modulů UC-1205 a C-AM-0600I [29]

3.2 Topení a ohřev teplé vody

Na dvoře za domem se nachází studna, bude proto na základě odborného posouzení zvážena varianta použití tepelného čerpadla typu voda-voda. Vsakovací studna bude vybudována na protilehlé straně dvora, kde jsou vhodné podmínky.

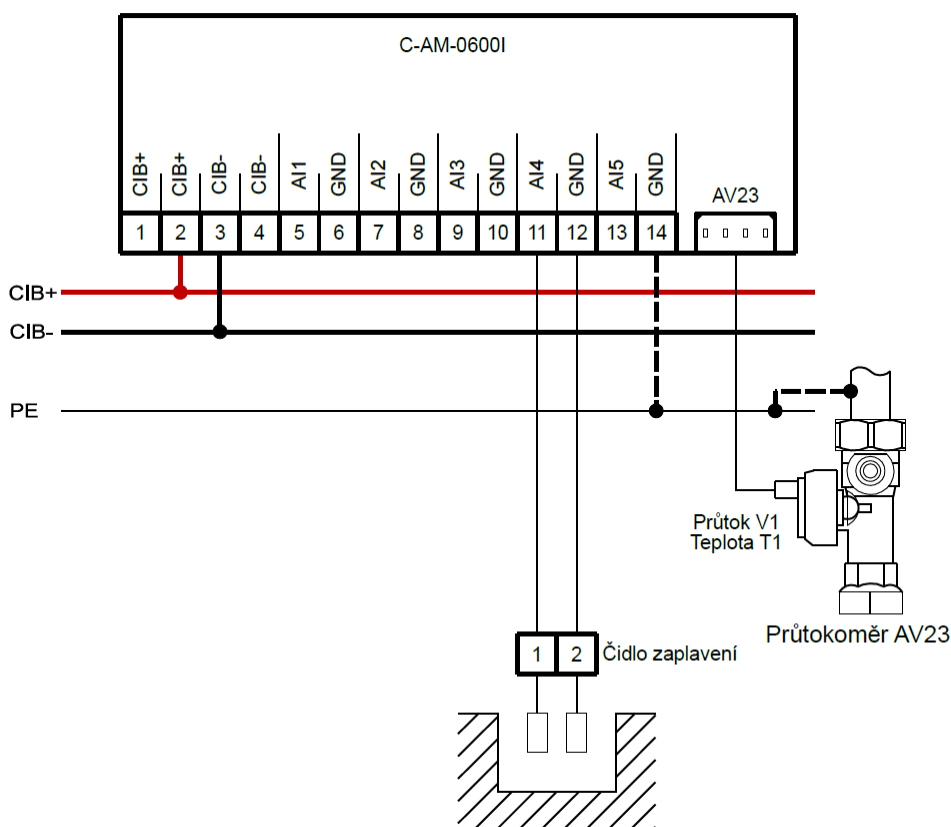
Před samotnou realizací proběhne důkladná analýza, která posoudí, je-li opravdu tepelné čerpadlo typu voda-voda nejlepší možná volba.

3.2.1 Topení a ohřev teplé vody

Pro topení a ohřev teplé vody bude použito tepelné čerpadlo MasterTherm Trend GSW036 voda-voda, které je kompatibilní s řídicí jednotkou Foxtrot. Čerpadlo má vlastnost jednoduché a spolehlivé konstrukce, s dobrou účinností, ekvitermní regulací vytápění a ohřevem teplé vody pro domácnost, s vynikajícím poměrem pořizovací ceny a užitné hodnoty. Má výkon 10,3kW, při spotřebě kompresoru 1,9kW je jeho topný faktor (neboli COP) 5,5.

Pojmy COP (topný faktor) a EER (koeficient energetické účinnosti) popisují účinnost vytápění a chlazení systémů klimatizace. Udávají poměr topného nebo chladicího výkonu relativně k množství elektrické energie na vstupu, která je potřeba k vygenerování tohoto výkonu. Pokud například klimatizace z 1 kW elektrické energie na vstupu vygeneruje 5 kW tepla, má její topný faktor COP hodnotu 5,0. Obdobně, pokud klimatizace z 1 kW elektrické energie na vstupu vygeneruje chladicí výkon 5 kW, má její koeficient EER hodnotu 5,0. Čím vyšší je COP a EER, tím je dané zařízení energeticky účinnější. [24]

Modul C-AM-0600I, který bude přidán k řídicí jednotce, je univerzální vstupní modul určený pro měření teplot, impulzních vstupů, průtokoměrů a vodoměrů, plynoměrů, elektroměrů s výstupem S0 (třída A, měřicí proud cca 10 mA). [30] Zároveň modul umožňuje připojit integrovaný průtokoměr s teploměrem AV23 a záplavový detektor (Jablotron LD-12, tento záplavový detektor náleží do vodivostních typů snímačů. Při spojení elektrod vyhodnotí modul jako stav zaplavení a přenesení jej do řídicího systému).



Obrázek 9 Schéma zapojení modulu C-AM-0600I [30]

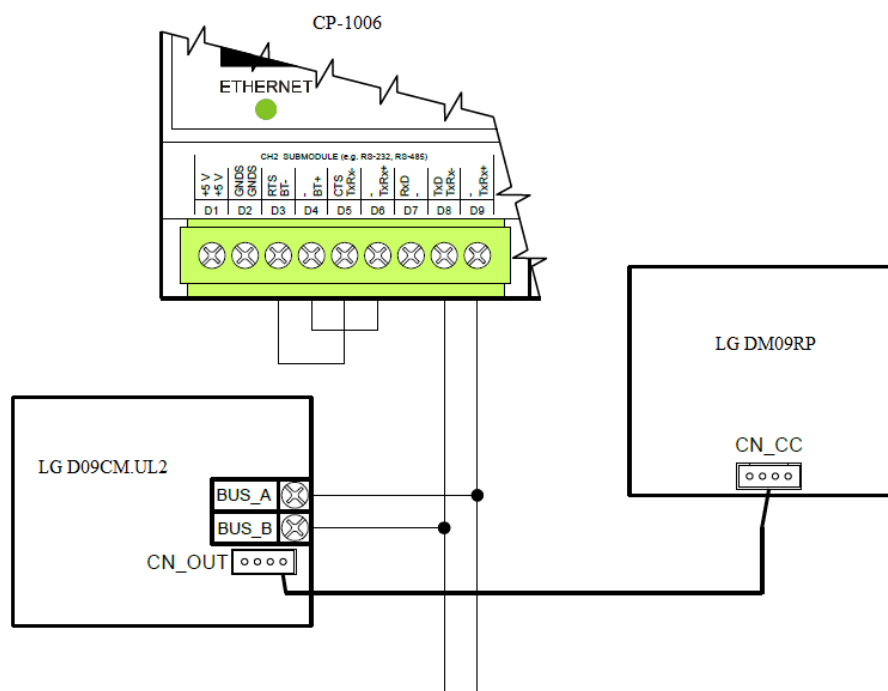
3.2.2 Klimatizace

Klimatizace bude realizována pouze v podkrovní části domu, vzhledem k mnohaletým zkušenostem obyvatel, ze kterých plyne, že v přízemní části a patře, je díky orientaci z hlediska světových stran a svažitému terénu za domem, i v horkých letních dnech optimální teplota. Naopak v podkrovní části je nutné teplotu snížit, jelikož na střechu dopadá větší část dne sluneční světlo, a to až do samotného západu, protože je střecha právě tímto směrem orientována. Místnosti jsou navíc malé a mají každá pouze jedno střešní okno, takže vzduch je rychle zahřátý a špatně se odvětrává.

Vnitřní jednotky budou tedy tři, pro tři podkrovní místnosti, a to LG DM09RP, Deluxe.

Pro připojení klimatizačních jednotek LG bude využito komunikační rozhraní PMNFP14, osazené do venkovní klimatizační jednotky LG D09CM.UL2, připojené na komunikační kanál CH2 základního modulu Foxtrot.

Funkce v systému Foxtrot umožňují monitorování jednotek (chyby vnitřní jednotky, stav filtru, teploty, otáčky ventilátoru, režim zámeček tlačítek místního termostatu, plazmový filtr atd...) a ovládání jednotek (otáčky ventilátoru, provozní režim, požadovaná teplota, nucené zapínání termostatu, zámeček tlačítek termostatu atd...).



Obrázek 10 Schéma zapojení klimatizačních jednotek do řídicí jednotky [30]



Obrázek 11 Kompletní sada pro klimatizační systém LG [27]

3.2.3 Osvětlení

Bude použito moderního LED osvětlení, z úsporných a ekologických důvodů (viz srovnání níže). Hlavní žárovky na všech chodbách a místnostech budou Solight LED žárovka klasický tvar E27 3000K 270° 1010lm (příkon bude individuální pro každou místnost). Ovládání pomocí klasických vypínačů.

Na dvorku bude zrušeno klasické venkovní světlo a přibudou zde dvě venkovní nástěnná svítidla s čidlem Philips 17319/30/16 - LED EAGLE 1xLED/3W IP44.

Na chodbě pod schodištěm přibude nástěnné LED světlo s pohybovým čidlem Ned-LCL421M

3.2.4 Ovládací panel

V přízemí a prvním patře bude nainstalován jeden ovládací panel Teco ID-32, dotykový panel vestavný, rezistivní 4.3" TFT 480x272 pxl, Ethernet 10/100Base, RS-485, který je nutno kompletovat s rámečkem.



Obrázek 12 Ovládací panel Teco ID-32 [33]

Uživatelské obrazovky se vytvářejí v programovacím prostředí Mosaic nástrojem WebMaker a jsou tedy totožné se stránkami, které jsou totožné se stránkami, které jsou dostupné přes webový server. Panel má podsvícený LCD displej s rozlišením 480x272 bodů.

Po zapnutí se na displeji zobrazí výchozí stránka. Pokud je navázána komunikace s PLC a PLC je v režimu RUN, začne panel automaticky z PLC nahrávat definice uživatelských obrazovek. Když je PLC v režimu HALT nebo není dostupné, zůstanena panelu zobrazena výchozí stránka s nápisem "HALT" nebo "Connecting to PLC...". Protože panel komunikuje s PLC protokolem EPSNET, není uveden v HW konfiguraci PLC a jeho odpojení nemá na stav PLC vliv. V pravém dolním rohu výchozí stránky je umístěno tlačítko "Setup". Stiskem tohoto tlačítka se vyvolá dialog pro nastavení parametrů, jako např. typ připojení k PLC, IP adresa PLC, IP adresa panelu, doba pro zhasnutí displeje, výchozí motiv vzhledu a další. Je zde také zobrazena velikost projektových souborů, které jsou v panelu uloženy. Pokud by vlivem častého střídání projektů došlo k vyčerpání místa (do ID-3x lze uložit cca 40 MB dat) nebo by se snížila rychlost vyhledávání souborů, je možné tyto soubory tlačítkem "Clear" odstranit (soubory projektu, které panel ke své činnosti potřebuje, si automaticky stáhne z PLC znovu). [31]

3.2.5 Zabezpečení proti živelným nehodám

3.2.5.1 Měření síly větru

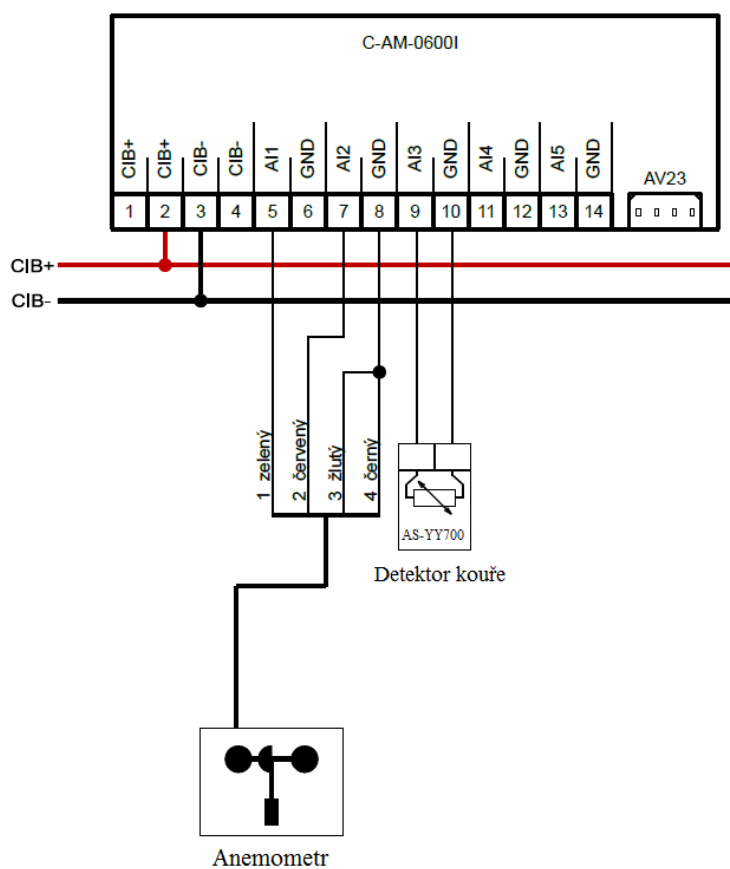
Pro měření rychlosti větru můžeme použít jakýkoliv anemometr s impulzním výstupem, který dále zpracováváme podobně, jako jiné, impulzní měřidla (průtokoměr apod.). Musíme znát konstantu anemometru, kterou zadáme do FB v Mosaicu a získáme tak okamžitou rychlost větru a další meteorologické veličiny.

Jako spouštěč akcí při nezvykle silném větru je použito spínací relé se senzorem větru Kaiser Nienhaus Wind, 336000.

3.2.5.2 Detekce kouře jako požární ochrana

Detekce kouře bude řešena přes hlásič se spínaným relé. Pokud dojde k sepnutí relé, vyhodnotí systém jako stav požáru a předá jej systému.

Jako detektor kouře bude instalován hlásič AS-YY700 a to na chodbě v přízemí a v podkrovní části domu.



Obrázek 13 Schéma zapojení detektorů větru a kouře. [30]



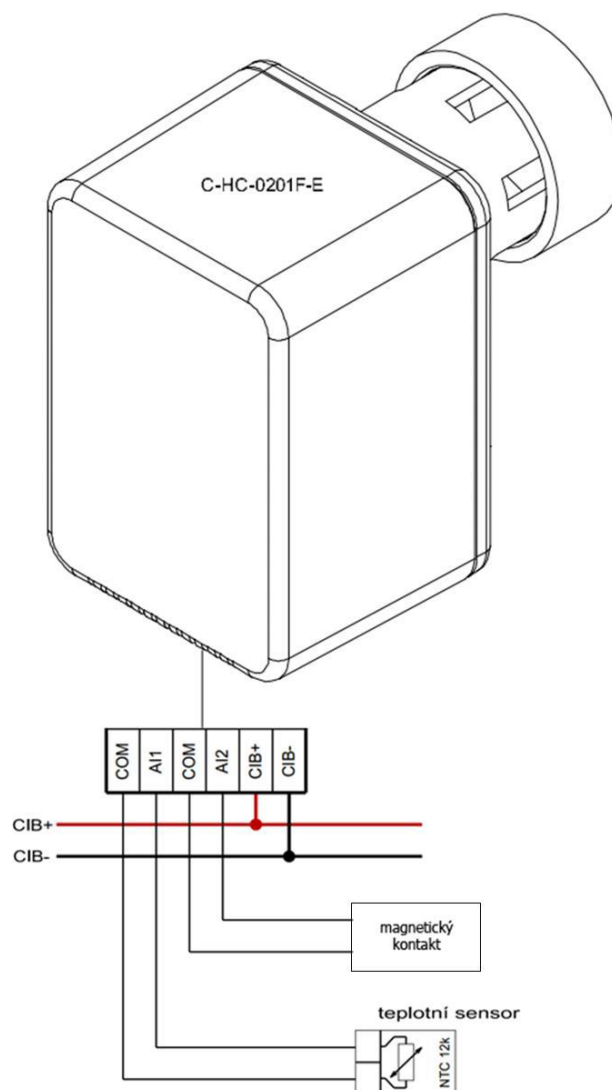
Obrázek 14 Senzor větru Kaiser Nienhaus Wind, 336000 [13]

3.2.6 Čidla a senzory

Na okna a vstupní dveře budou instalovány magnetické drátové detektory AS-DSS01, která budou sloužit také jako bezpečnostní prvky proti nežádoucímu vniknutí a řízení radiátorů. Kromě řídicí jednotky budou proto připojeny i na termohlavice.

Na některé místa na chodbě a schodištích bude přidáno Osram - LED Schodišťové svítidlo se senzorem NIGHTLUX LED/0,25W/3xAAA IP54, ke kterému není potřeba dobudovat napájecí síť, jelikož běží na baterie.

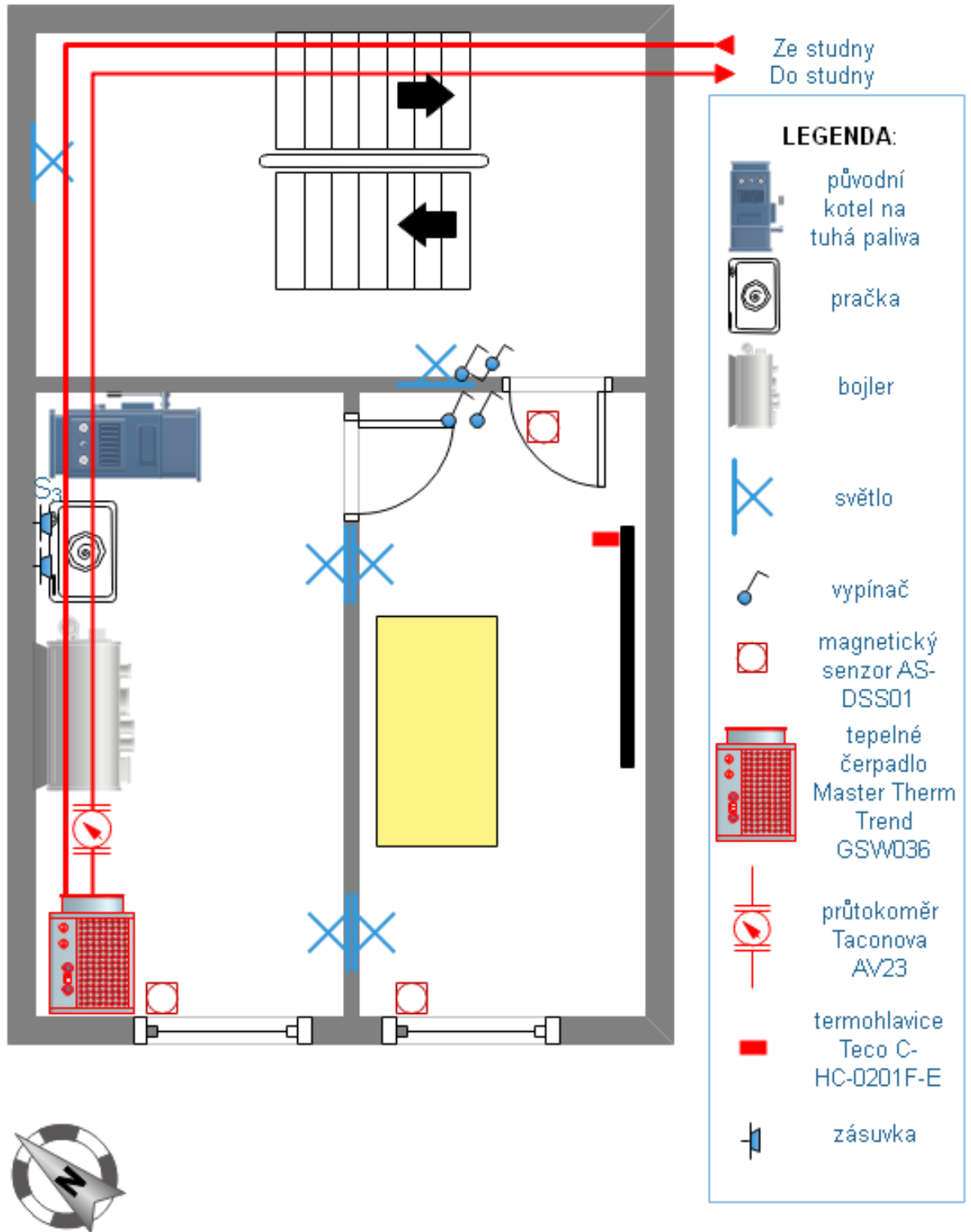
Všechny radiátory budou osazeny termohlavicí Teco C-HC-0201F-E, pro inteligentní řízení topení. Hlavice má vlastní interní čidlo teploty. K hlavícím budou připojeny také magnetické senzory, pro detekci otevřených oken.



Obrázek 15 Schéma zapojení termohlavice Teco C-HC-0201F-E [30]

3.3 Půdorysy po instalaci nových prvků

3.3.1 Sklep



Obrázek 16 Půdorys sklepní části s novými prvky

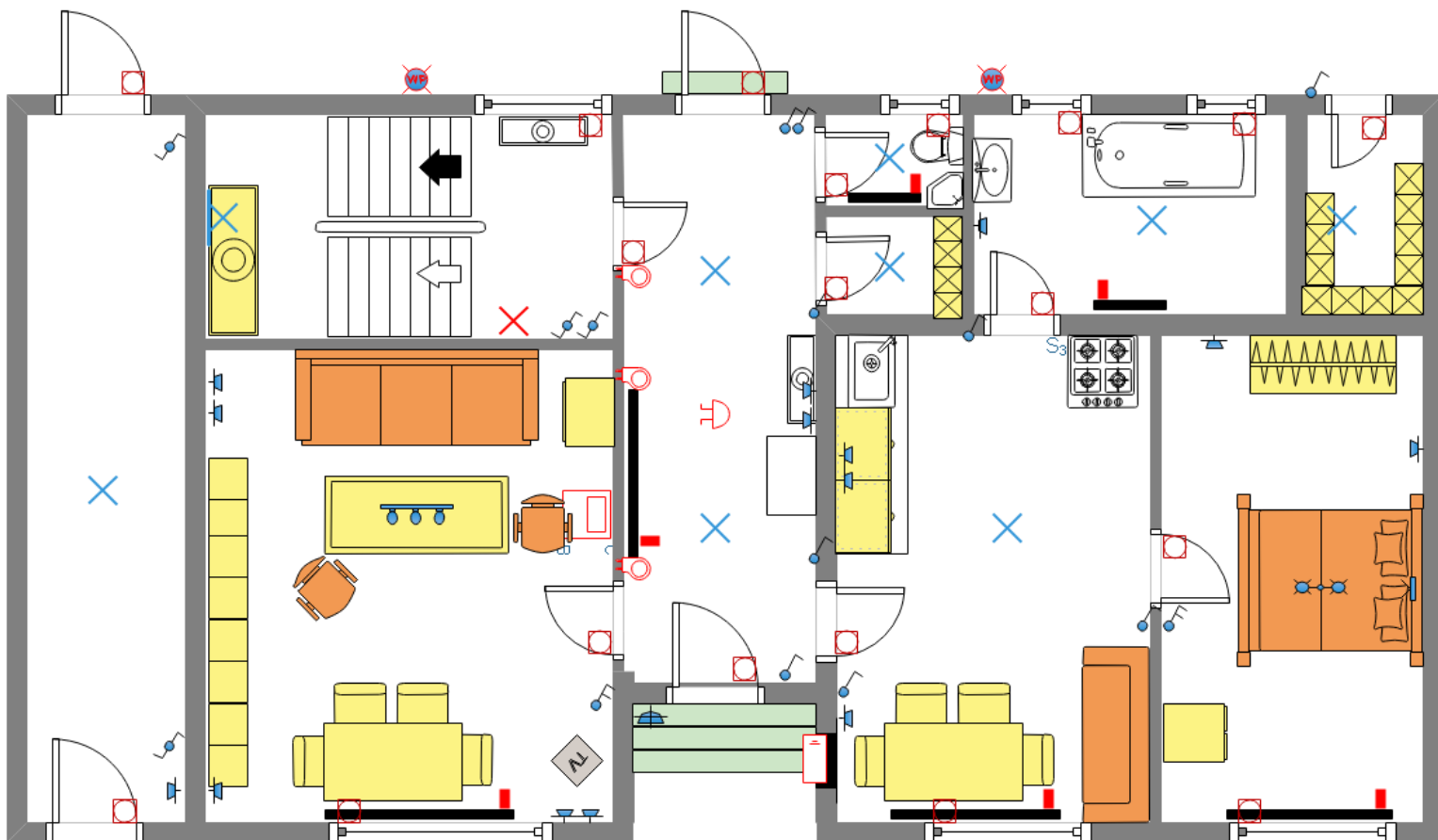
Ve sklepní části bude vyměněn plynový kotel za tepelné čerpadlo MasterTherm Trend GSW036 voda-voda, které vede na dvorek, na kterém je umístěna původní studna a na protilehlé straně vybudována vsakovací studna. U výstupu čerpadla bude umístěn průtokoměr Taconova AV23 a záplavový detektor Jablotron LD-12.

Dále zde budou umístěny magnetické senzory otevřených dveří a oken. Dveře mezi sklepními místnostmi osazeny čidlem nejsou, vzhledem k jejich nízké důležitosti a k faktu, že jsou prakticky stále otevřené.















Šest klasických žárovek bude vyměněno za LED Solight 8W.

V části se nachází jeden radiátor, který bude osazen hlavici Teco C-HC-0201F-E.

3.3.2 Přízemí



LEGENDA:

	lustr		Ned-LCL421M
	stropní světlo		NIGHTLUX LED/D,25W/ 3xAAA IP54
	nástěnné světlo		AS-YY700
	vypínače		Tecomat Foxtrot
	zásuvka		Teco ID-32
	venkovní světlo s pohybovým čidlem		magnetický senzor AS-DSS01
	termohlavice Teco C-HC-0201F-E		
	Philips 17319/30/16 - LED EAGLE		

Obrázek 17 Půdorys přízemní části s novými prvky

Vpravo před vstupními dveřmi se nachází elektrorozvaděč, do kterého bude umístěna řídicí jednotka Tecomat Foxtrot CP-1006, spolu s modulem C-AM-0600I pro měření spotřeby energie a průtoku vody. Bude připojen přímo na elektroměr a průtokoměr Taconova AV23 umístěným ve sklepě. Dále je umístěn modul PMNFP14 pro řízení klimatizace. Je zde také umístěna záložní baterie Panasonic LC-R127R2PG1, 12V - 7.2Ah.

Nalevo od dveří se nachází původní venkovní světlo s pohybovým čidlem.

Ovládací panel bude umístěn v obývacím pokoji. Všechna okna a dveře, včetně průchozích dveří z hlavní ulice na dvorek a včetně dvírek rozvaděče, budou osazeny magnetickými senzory.

Na vstupní chodbě bude po levé straně přidáno noční osvětlení NIGHTLUX LED/0,25W/3xAAA IP54s pohybovým senzorem.

Ve spížirně, na toaletě a komoře, přístupné ze dvora, budou vyměněny klasické žárovky za LED Solight 8W. V ložnici budou vyměněny dvě žárovky za LED Solight 8W, v obývacím pokoji tři žárovky za LED Solight 8W. V ostatních sedmi světlech budou žárovky vyměněny za LED Solight 12W.

Kromě toho bude vyměněno světlo na dvorku za světlo s pohybovým senzorem a jedno zde přibude. Budou to světla Philips 17319/30/16 - LED EAGLE 1xLED/3W IP44 .

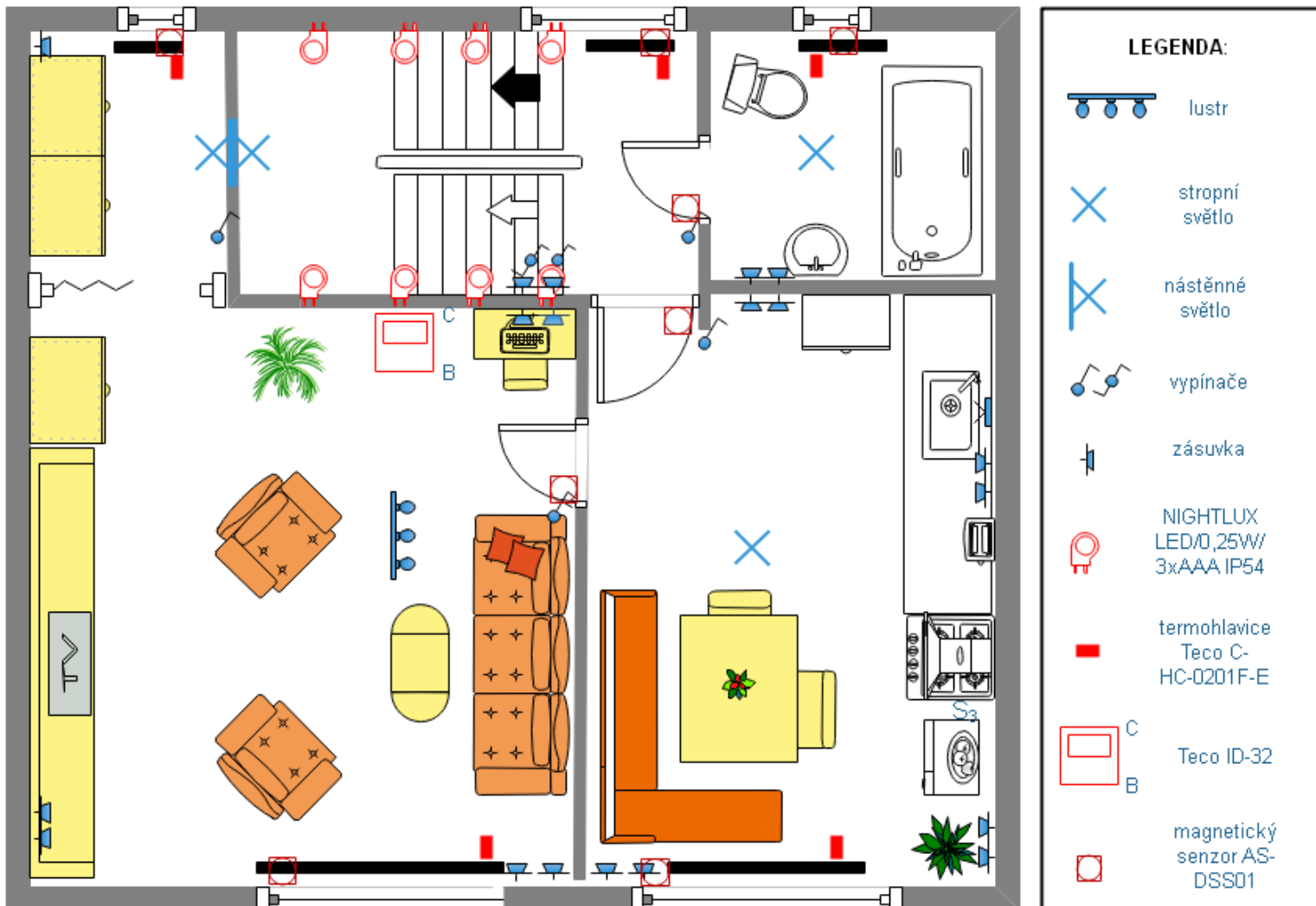
Pod schodištěm do 1. patra bude přidáno nové světlo Ned-LCL421M s pohybovým senzorem.

Šest radiátorů bude osazeno hlavicemi Teco C-HC-0201F-E.

V obývacím pokoji bude jeden ovládací panel Teco ID-32.

Uprostřed vstupní chodby bude instalován hlásič AS-YY700.

3.3.3 Patro



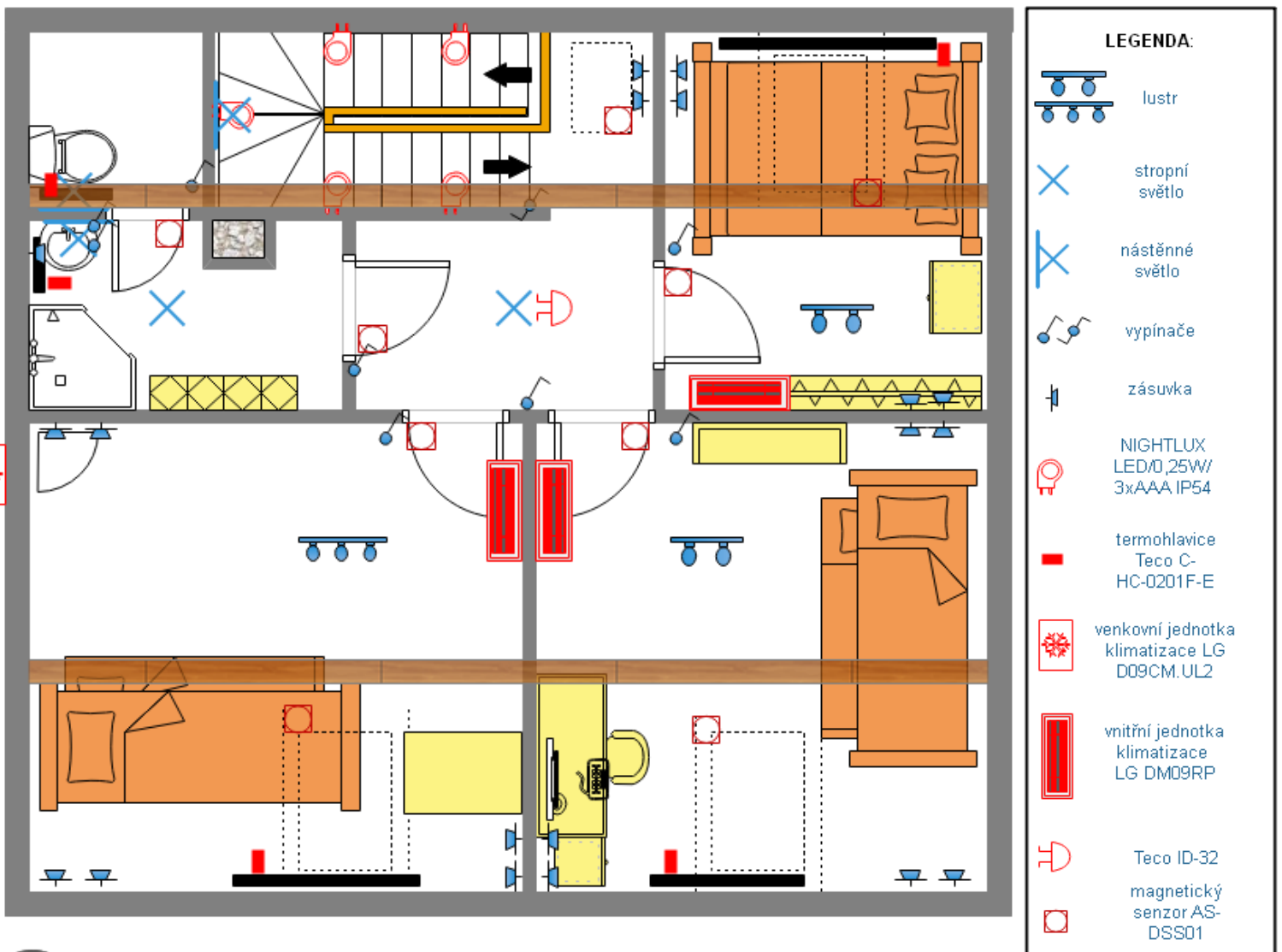
Obrázek 18 Půdorys prvního patra s novými prvky

Schodiště je osazeno nočním LED osvětlením NIGHTLUX LED/0,25W/3xAAA IP54s pohybovými senzory. Všechny okna a dveře jsou osazeny magnetickými senzory.

V obývacím pokoji bude jeden ovládací panel Teco ID-32.

Pět radiátorů bude osazeno hlavicemi Teco C-HC-0201F-E. Žárovka na sociálním zařízení bude vyměněna za LED Solight 8W, ostatní světla budou mít LED Solight 12W.

3.3.4 Podkroví



Obrázek 19 Půdorys podkroví s novými prvky

Schodiště bude osazeno nočním LED osvětlením NIGHTLUX LED/0,25W/3xAAA IP54s pohybovými senzory, všechny dveře a okna osazeny magnetickým senzorem.

Na chodbě bude umístěn ovládací panel.

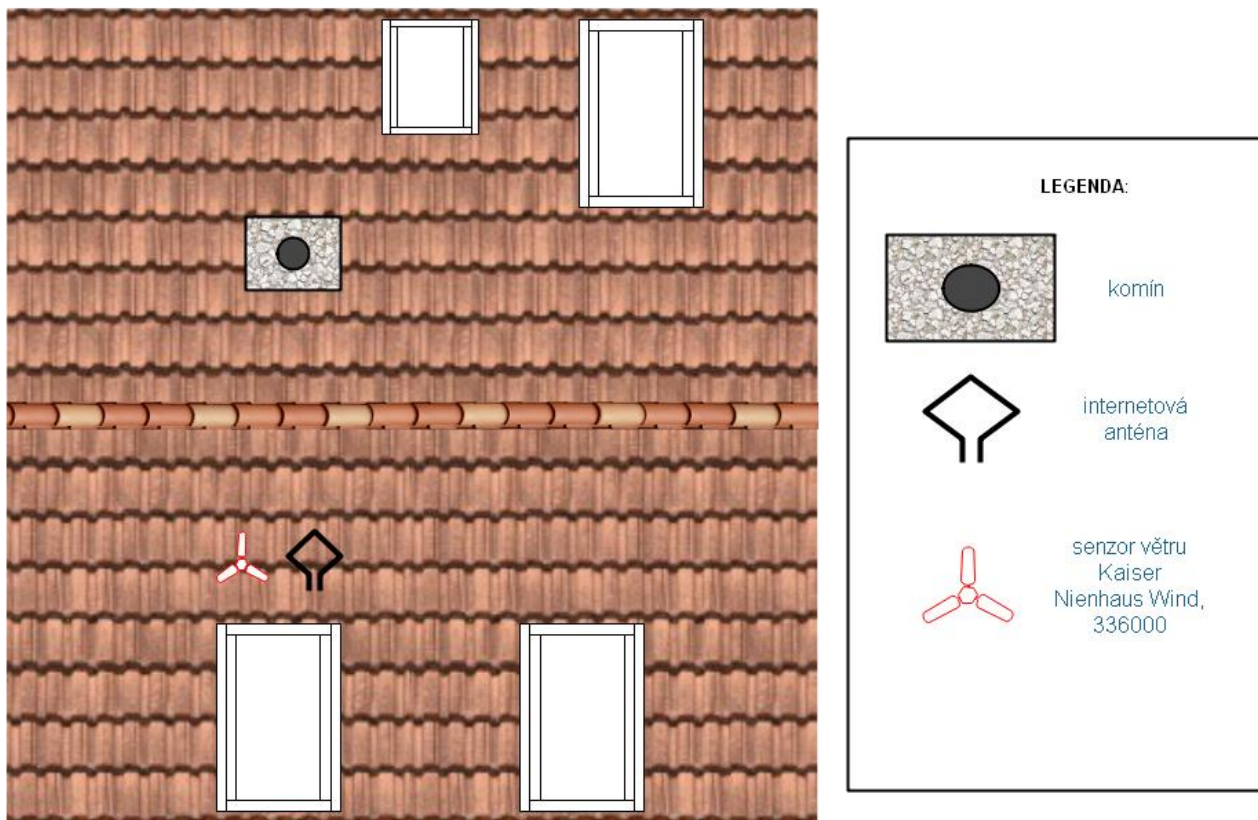
Klimatizace je ve všech pokojích, vyvedeny do sádkartonového stropu a napojeny na venkovní jednotku, nacházející se na severozápadní straně domu v zatepleném štítu.

Odvětrání z toalety a sprchového koutu je ponecháno standartně ventilátorem s automatickým vypínáním.

Pět radiátorů bude osazeno hlavicemi Teco C-HC-0201F-E. Kromě osvětlení schodiště, kde bude LED Solight 12W budou všechny ostatní klasické žárovky nahrazeny LED Solight 8W.

Uprostřed chodby bude instalován hlásič AS-YY700.

3.3.5 Střecha



Obrázek 20 Půdorys střechy s novými prvky

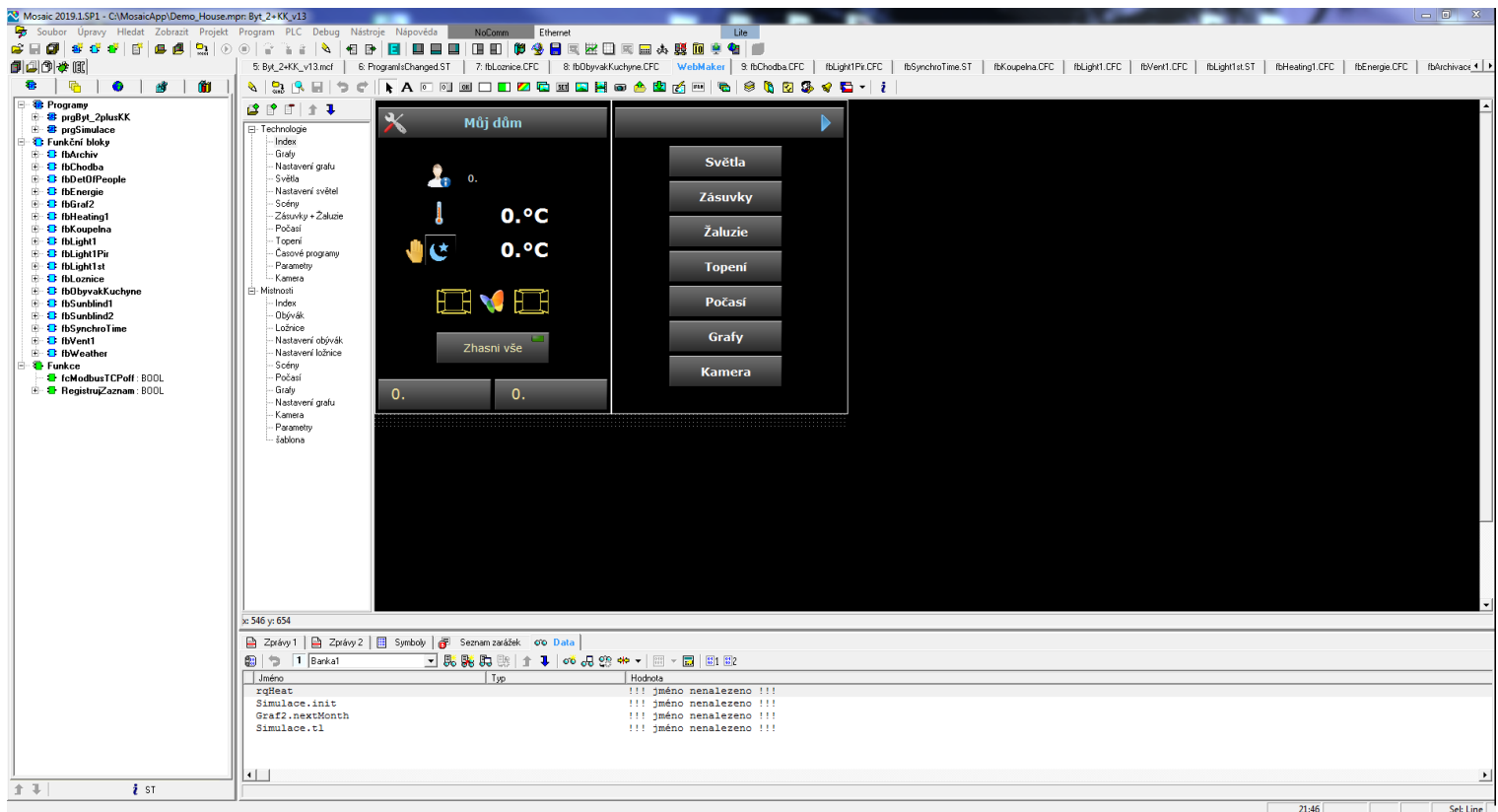
Na střechu bude umístěn senzor větru Kaiser Nienhaus Wind, 336000, a to hned vedle internetové antény kvůli snazšímu přístupu přímo z pokoje přes střešní okno.

3.4 Software

Softwarové řešení pro programovatelné řídicí automaty Foxtrot bude vytvořeno přímo obyvateli ve vývojovém prostředí Mosaic. Kód je přes program WebMaker následně uložen na webový server PLC Tecomat, odkud je možné jej ovládat přes libovolný webový prohlížeč. Tvorba prostředí bude možná až po kompletní realizaci všech prvků v domě, na základě osobních preferencí obyvatel.

3.4.1 Mosaic

Mosaic je vývojové prostředí pro tvorbu a ladění programů pro programovatelné logické systémy PLC TECOMAT® z produkce firmy Teco a.s.. Program Mosaic je dodáván od roku 2000. Prostředí je vyvíjeno ve shodě s mezinárodní normou IEC EN-61131-3, která definuje strukturu programů a programovací jazyky pro PLC. Mosaic umožňuje programovat všechny PLC dodávané firmou Teco. Pro programování systému Foxtrot® se obvykle používá programování podle normy IEC EN 61131-3 v textových jazycích IL a ST a grafických jazycích LD a FBD. Program v jazyku podle normy IEC 61131-3 se skládá z elementů zvaných programové organizační jednotky (POU, Program Organisation Unit). Těmito jednotkami jsou funkce, funkční bloky a nejvyšší jednotkou je program. Programování v grafických jazycích je jednoduché a intuitivní. Jednotlivé kontakty nebo bloky se vybírají z nástrojové lišty okna editoru a umísťují se na ploše. Prostředí samo nabízí dialogová okna pro přiřazení proměnné nebo výběr požadované POU ve chvíli vložení kontaktu, resp. bloku. Jak proměnné, tak POU lze definovat předem prostřednictvím IEC manažeru nebo až v okamžiku prvního použití. Při psaní programu je možné jednotlivé jazyky kombinovat. Podporovány jsou všechny datové typy definované výše uvedenou normou včetně datových typů pro práci s časem, datem nebo řetězcí. Deklarace vlastních datových typů včetně struktur a polí je podporována stejně jako deklaráce všech typů POU. Prostředí Mosaic má integrovanou možnost používat knihovny bloků a vytvářet vlastní uživatelské knihovny POU. [34]



Obrázek 21 Příklad programování ovládacího panelu pro ovládání domu v prostředí Mosaic

3.4.2 WebMaker

WebMaker je grafický nástroj pro vytvoření stránek pro webový server PLC Tecomat, které umožňují procesy nejen vizualizovat, ale i řídit. Na webové stránky je možné vložit texty, odkazy, zadávací pole, obrázky, grafy a obrázky z IP kamer. Průběhy požadovaných proměnných lze znázornit v podobě grafů, které lze v reálném čase vykreslovat. Pomocí správce jazyků lze spravovat webové stránky až v 15 různých jazycích. Celé webové stránky v jazyce XML jsou ukládány na paměťovou kartu SD/SDHC/MMC umístěnou přímo v základní jednotce. [35]

3.4.3 Vzdálená správa

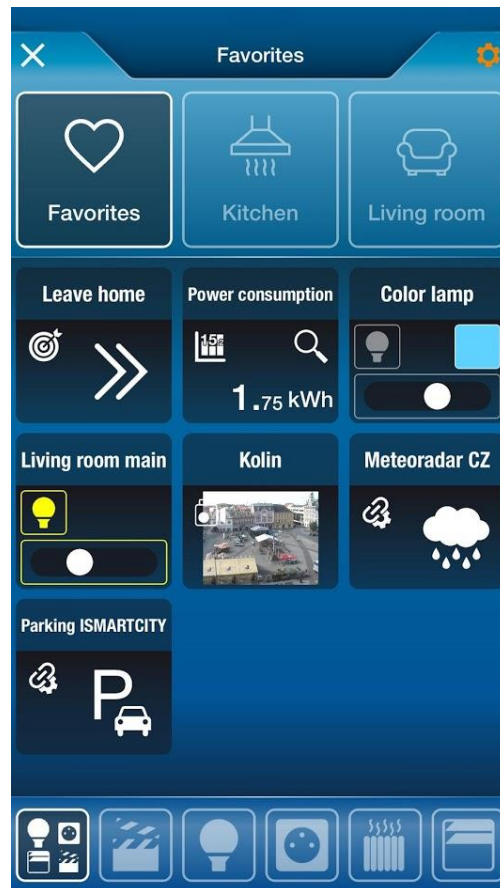
V PLC jsou nezávisle na přítomnosti paměťové karty systémové webové stránky se základními údaji o systému. Tyto stránky jsou přístupné na adrese „http://<ip_adresa>/syswww/index.xml“. Přístupová jména a hesla jsou shodná s uživatelským nastavením. Lze se na ně

připojit přes všechny masově používané webové prohlížeče určené pro PC, mobilní telefony a tablety (Internet Explorer, Firefox, Google Chrome, Opera).

Pro mobilní telefony s operačním systémem Android a iOS je dostupná aplikace iFoxytrot a Tefora Foxtrot Client. Obě aplikace umí plnohodnotně ovládat vzdálený inteligentní dům přes datové připojení. Aplikaci si nastavuje každý obyvatel individuálně.



Obrázek 22 Ilustrativní ukázka aplikace Tefora Foxtrot Client [36]



Obrázek 23 Ilustrativní ukázka aplikace iFoxytrot [37]

4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU

V této části budou zhodnoceny náklady na vybudování jednotlivých prvků, předpokládaný výpočet úspor v porovnání se současným řešením a doba návratnosti investic.

4.1 Seznam všech použitých komponent

KOMPONENTA	POČET	MĚRNÁ JEDNOTKA	CENA	POZNÁMKA
Tecomat Foxtrot CP-1006	1	ks	16335	
Panasonic LC-R127R2PG1, 12V - 7.2Ah	1	ks	543	
MasterTherm Trend GSW036	1	ks	94900	
hadice PE trubka 40mm	50	metrů	1800	
LG D09CM.UL2	1	ks	25000	
LG PMNFP14	1	ks	3500	
LG DM09RP	3	ks	18000	
Solight LED žárovka klasický tvar 12W E27 3000K 270° 1010lm	14	ks	686	
Solight LED žárovka klasický tvar 10W E27 3000K 270° 810lm	28	ks	896	
Kaiser Nienhaus Wind, 336000	1	ks	2090	
Detektor kouře SD94	1	ks	520	
Záplavový senzor	1	ks	460	
Ned-LCL421M	1	ks	665	
Philips 17319/30/16 - LED venkovní nástěnné svítidlo s čidlem EAGLE 1xLED/3	2	ks	595	
magnetické drátové detektory AS-DSS01	39	ks	4095	
Osram - LED Schodišťové svítidlo se senzorem NIGHTLUX LED/0,25W/3xAAA IP54	16	ks	3520	
UC-1205; GSM brána, dual band (900/1800MHz)	1	ks	4719	
anténa AO-AGSM-MG5S	1	ks	115	
Teco C-HC-0201F-E	16	ks	42592	
ovládací panel Teco ID-32	2	ks	15660	
rámeček na ovládací panely	2	ks	1980	
SD karta Intenso SD Card Class 10 8GB	1	ks	179	
C-AM-0600I	1	ks	4658	
průtokoměr Taconova AV23	1	ks	1395	
FTP kabel	1200	metrů	10800	
Instalační práce tepelné čerpadlo			10000	orientační
Instalační práce klimatizace			10000	orientační
SOUČET			275703	

Tabulka 1 Seznam všech použitých komponent

4.2 Dosavadní platby za inkaso

V tabulce uvedené níže jsou rozepsány inkasní platby za rok 2017.

MĚSÍC	ELEKTŘINA	PLYN	VODNÉ-STOČNÉ	CELKEM
leden	2270	3890	250	6410
únor	2270	3890	250	6410
březen	2270	3890	250	6410
duben	2270	3890	250	6410
květen	2270	3890	250	6410
červen	2270	3890	250	6410
červenec	2270	3890	250	6410
srpen	2270	3890	250	6410
září	2270	3890	250	6410
říjen	2270	3970	250	6490
listopad	2270	3970	250	6490
prosinec	2270	3970	250	6490
CELKEM	27240	46920	3000	77160

Tabulka 2 Dosavadní platby za inkaso

4.3 Výpočet úspor

4.3.1 Úspory vytápění a ohřevu vody tepelným čerpadlem

Pro výpočet nákladů na vytápění a ohřevu teplé vody tepelným čerpadlem MasterTherm Trend GSW036 voda-voda byl použit online kalkulačtor pro výpočet úspor tepelného čerpadla typu země-voda, z důvodu jejich srovnatelných parametrů. [38]

<i>Výpočty jsou přibližně prováděny pro otopné systémy 43/35°C v případě podlahové systému a 55/45°C v případě radiátorového otopného systému. Výkon tepelného čerpadla je uvažován při parametrech 0/35°C pro typ země-voda a 2/35°C pro typ vzduch-voda</i>	
tepelná ztráta objektu (kW):	8
roční spotřeba tepla na vytápění v objektu (kWh):	3418
počet osob v domácnosti:	3
podlahový otopný systém a radiátorový nízkoteplotní systém:	radiátorový otopný systém
Mezisoučet - Odhad ročních spotřeb energií v domácnosti (kWh):	
roční spotřeba elektrické energie, bez vytápění a ohřevu TUV (kWh):	2400
roční spotřeba energie pro vytápění (kWh):	3418
roční spotřeba energie na ohřev TUV (kWh):	2160
otopný systém je uvažován: radiátorový otopný systém	otopný systém
Výsledek:	
vytápění tepelným čerpadlem země-voda (vrty)	
bivalentní bod:	-15 °C
teplo na vytápění, vyprodukované dohřevem:	0%
průměrná paušální platba za elektroměr:	4.600,- Kč
průměrná cena elektrické energie – běžná spotřeba:	5.600,- Kč
průměrná cena elektrické energie – pohon běžného tepelného čerpadla:	3.000,- Kč
průměrná cena elektrické energie – elektrický dohřev:	0,- Kč
celkem náklady na elektrickou energii:	13.200,- Kč

Tabulka 3 Výpočet spotřeby elektrické energie tepelným čerpadlem

4.3.2 Úspory díky termohlavícím

Konvenční regulace topení probíhá s poměrně velkou nepřesností a je stejná po celých 24 hodin. Topíme tak, i když nejsme doma, i když spíme ve vedlejší místnosti. V některých místnostech tak topíme zbytečně po většinu dne. Termohlavice umožňují zatopit třeba pouze ráno, když vstáváme a pak až odpoledne, než přijdeme z práce. V takové ložnici dokonce stačí zatopit jen večer, před spaním, na noc snížit teplotu a zatopit až ráno před vstáváním. A přes den zde vůbec netopit. Touto metodou regulace lze najít úspory mezi 10% až 30% v závislosti na způsobu regulace a výši teploty. Dokonce se tak zvýší teplotní komfort. [39]

Další úspory dosáhneme vypínáním topení po dobu otevřených oken, což umožní magnetický detektor připojený na termohlavice. Touto metodou lze ušetřit dalších až 5%. [40]

Pro výpočet průměrných úspor vzniklých díky termohlavícím budeme uvažovat součet středních hodnot výše uvedených údajů (22,5%). Tato procentuální výše tvoří z nových nákladů na elektřinu částku 2970 Kč.

	PLATBY ZA ROK
AKTUÁLNÍ PLATBY NA TOPENÍ A OHŘEV VODY	46920
VÝDAJE PO INSTALACI TELEPNÉHO ČERPADLA	13200
ÚSPORY DÍKY TERMOHLAVICÍM	2970
NOVÉ ROČNÍ NÁKLADY	10230

Tabulka 4 Úspory díky termohlavícím

Z tabulky je patrné, že roční úspora bude 36690 Kč.

4.3.3 Úspory osvětlení

	Klasické žárovky	Halogenové žárovky	Kompaktní zářivky	LED žárovky
Kritérium				
Světelný tok (lm)	660	700	740	810
Příkon (W)	60	46	14	12
Měrný výkon (lm/W)	11	15	52	67
Doba života (hodiny)	1 000	2 000	10 000	30 000
Pořizovací cena na 10 let (Kč)*	250	425	225	250
Cena za elektřinu na 10 let (Kč)**	2 400	1 840	560	480
Celkové náklady na 10 let (Kč)*	2 650	2 265	785	730

* Předpoklad: svícení 1 000 h/rok
** Předpoklad: cena elektřiny 4 Kč/kWh

Obrázek 24 Srovnávací tabulka nákladů na osvětlení [41]

Podle srovnávací tabulky bude roční úspora 192 Kč na jednu žárovku. Instalace obsahuje celkem 43 LED žárovek vyměněných za klasické žárovky, což je celková úspora 8256 Kč za rok.

	PLATBY ZA ROK
SOUČASNÉ PLATBY ZA ELEKTRINU	27240
ÚSPORA POUŽITÍM LED ŽÁROVEK	8256
NOVÉ ROČNÍ NÁKLADY	18984

Tabulka 5 Úspory osvětlení

4.4 Srovnání

V tabulce uvedené níže je vypočítána návratnost investic do inteligentní instalace. Celková investice je vydělena roční úsporou oproti současnému systému topení plynovým kotlem a používáním konvenčních žárovek.

CELKOVÉ NÁKLADY	278491
ROČNÍ ÚSPORY TOPENÍ	36690
ROČNÍ ÚSPORY ELEKTRINA	8256
CELKOVÁ ROČNÍ ÚSPORA	44946
NÁVRATNOST	6,19

Tabulka 6 Srovnání

Návratnost tedy vyšla mírně nad šest let. Ovšem nejsou zde započteny ekonomicky nespecifikovatelné faktory, jako je uživatelský komfort, úspory za častější servis dosluhujícího plynového kotle, možné majetkové škody způsobené živelnými nehodami, nebo

neoprávněnému vniknutí cizích osob, a především připravenost domu na aplikace dalších moderních prvků, které mohou komfort a úspory ještě mnohem více rozšířit.

ZÁVĚR

Studie měla za cíl prozkoumat ekonomickou a technickou náročnost přestavby staršího, rodinného domu na dům s moderními, inteligentními prvky. Šestiletá návratnost investic je přívětivá doba s ohledem na potenciál dalších inteligentních instalací, které mohou v budoucnu přijít a na které již bude dům připraven. Po uplynutí této doby začnou navíc inteligentní prvky velmi výrazně spořit výdaje za energie. Spolu s poskytnutým komfortem v podobě pohodlného a komplexního ovládání všech prvků, ať už přes ovládací panel nebo přes mobilní telefon, je zřejmé, že se taková přestavba vyplatí i pro starší dům.

Během tvorby bakalářské práce jsem zjistil, jaké obrovské množství inteligentních prvků je již dnes na trhu, kolik firem se jimi zabývá a často jsem měl problém se v nich zorientovat a vybrat ten správný. Díky tomu jsem získal přehled a mnoho zkušeností, které můžu aplikovat i v jiných oblastech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Střední třída: Kdo patří do základní vrstvy obyvatel každého civilizovaného státu?: Giddensova definice střední třídy* [online]. 2010 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <<http://www.investia.cz/stredni-trida-kdo-patri-do-zakladni-vrstvy-obyvatel-kazdeho-civilizovaneho-statu>>.
- [2] *EIBA* [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <<https://cs.wikipedia.org/wiki/EIBA>>.
- [3] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN 80-7366-062-8.
- [4] *Inteligentní senzory* [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <http://www.inteligentni-dum.eu/inteligentni-senzory>>.
- [5] *5 důvodů pro dešťový senzor* [online]. [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/5-dovodov-pre-dazdovy-senzor/>>.
- [6] *Kamstrup* [online]. [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <<https://www.kamstrup.com/cs-cz/products-and-solutions/water-meters/residential-water-meter>>
- [7] *Termohlavice Loxone Hlavice* [online]. [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/hlavice.html>
- [8] *Světelné senzory* [online]. [cit. 2018-11-21]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/blog/pohybova-cidla-senzory/>
- [9] *Pohybové senzory* [online]. [cit. 2018-11-21]. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/pohybove-detektory/vnitri-pohybove-detektory/jak-funguje-pohybovy-detektor-%5Bb058%5D>
- [10] *Anemometr* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Anemometr>
- [11] *Bezdrátový senzor rychlosti větru Mobile Alerts MA 10660* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/bezdratovy-senzor-rychlosti-vetru-mobile-alerts-ma-10660.k1396677>
- [12] *WindRS* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <https://www.papouch.com/cz/shop/product/windrs-anemometr-s-pripojenim-k-pc/>
- [13] *Kaiser Nienhaus Wind 336000* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/spinaci-rele-se-senzorem-vetru-na-din-listu-kaiser-nienhaus-wind-336100.k646799>
- [14] *Detektor kouře* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Detektor_kou%C5%99e

- [15] *Detektor kouře SD94* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <https://eshop.flajzar.cz/cs/elektronika/zabezpeceni/detektor-koure-sd94.html>
- [16] *Somogyi Elektronik detektor kouře s relé* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <http://www.lseshop.cz/vypinace-a-zasuvky/dalkove-ovladani/detektory-koure/detektor-co-230v-s-vystupnim-rele-51938.html>
- [17] *Drátový optický detektor kouře pro alarm, GSM alarm* [online]. [cit. 2018-28-12]. Dostupné z: <https://www.alarmsecurity.cz/www-alarmsecurity-cz/eshop/6-1-POZARNI-DETEKTORY/0/5/191-Dratovy-opticky-detektor-koure-pro-alarm-GSM-alarm>
- [18] *LD-12 Záplavový detektor Jablotron* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.jabloshop.cz/ld-12-zaplavovy-detektor>
- [19] *Záplavový senzor Secutek LSTC02* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://secutek.cz/bezdratove-senzory/177-zaplavovy-senzor-secutek-lstc02.html>
- [20] *Záplavový senzor Secutek LSTC02* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.puhy.cz/podlahovy-senzor-hladiny-finder-072-11-140871.html>
- [21] *PLC Tecomat Foxtrot* [online]. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/products/cat/cz/plc-tecomat-foxtrot-3/>
- [22] *Loxone Miniserver* [online]. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/miniserver-extensions/>
- [23] *Princip systému voda-voda* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://mastertherm.cz/sortiment/tepelna-cerpadla-voda-voda/>
- [24] *Pojmy COP a EER* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: https://www.dai-kin.cz/cs_cz/casto-kladene-otazky/co-oznacuji-zkratky-cop-a-eer.html
- [25] *WI 9ME Tepelné čerpadlo* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.dimplex.de/cz/tepelne-cerpadlo/vodavoda/tepelna-cerpadla-vodavoda-se-spiralovym-vymenikem-tepla-z-uslechtili-oceli/wi-9me.html>
- [26] *Tepelné čerpadlo MasterTherm Trend GSW036* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://mastertherm.cz/tepelne-cerpadlo-trend-gsw>
- [27] *Klimatizace LG DC09RQ* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.klimatizacedodomu.cz/LG-DC09RQ-d310.htm>
- [28] *Tecomat Foxtrot CP-1006* [online]. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: https://www.tecomat.com/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv11006_00_foxtrot_cp-1006_cz_en

- [29] *GSM brána Foxtrot UC-1205* [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=foxtrot-cz-uc-1205>
- [30] *Modul Foxtrot C-AM-0600I* [online]. [cit. 2018-05-25]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/8253143-Prirucka-projektovani-cfox-rfox.html>
- [31] *Ovládací panel Teco ID-32* [online]. [cit. 2018-05-25]. Dostupné z: http://www.automatizaltepulet.hu/images/Tecomatkiegeszitok/HMI%20panelok/HMI_ID-31_cz_en.pdf
- [32] *Tecomat Foxtrot CP-1006* [online]. [cit. 2018-05-25]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/Products/cz/plc-tecomat-foxtrot/zakladni-moduly/128-cp-1006/>
- [33] *Tecomat vestavěný dotykový panel ID-32* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/Products/cz/hmi-operatorske-panely/dotykove-graficke-panely/213-id-32-dotykovy-panel-vestavny/>
- [34] *Mosaic* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00320_01_mosaic_progstart_cz
- [35] *WebMaker* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: https://web.rcmt.cvut.cz/users/cerny/PLC_sup/TXV00328_WebMaker.pdf
- [36] *Tefora Foxtrot Client app* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.tefora.eu/foxtrotclient>
- [37] *IFoxtrot* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.geovap.ifoxtrot&hl=cs>
- [38] *Tepelná čerpadla - výpočet nákladů* [online]. [cit. 2019-05-1]. Dostupné z: <http://www.vytapeni.cz/kalkulacky/tepelna-cerpadla>
- [39] *Úspora při regulaci topení* [online]. [cit. 2019-05-1]. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/bezpecnost-majetku/zajimave-tipy-a-rady/jak-vznika-uspora-pri-regulaci-topeni-%5Bb088%5D>
- [40] *Úspora při regulaci topení během větrání* [online]. [cit. 2019-05-1]. Dostupné z: <https://www.atlantic-comfort.com/How-to-choose/How-to-choose-a-room-heater/Heating-Technologies/Open-closed-windows-detection-system>
- [41] *Srovnání osvětlení* [online]. [cit. 2019-05-1]. Dostupné z: <https://knockout-kings.net/srovn%C3%A1n%C3%AD-klasick%C3%BDch-a-led-%C5%BE%C3%A1rovek/9834740670707138791>
- [42] *Proč právě Foxtrot* [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://controlyourhouse.com/cs/proc-foxtrot/>
- [43] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN isbn80-7366-062-8.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CIB	Common Installation Bus
CMOS	Complementary Metal–Oxide–Semiconductor
COP	Coefficient of Performance
CPU	Central Processing Unit
EER	Energy Efficiency Ratio
FTP	Foiled Twisted Pair
GND	Ground
GSM	Global System for Mobile communications
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
MMC	MultiMediaCard
PIR	Passive Infrared Sensor
PLC	Programmable Logic Controller
POU	Program Organisation Unit
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random-Access-Memory
SD	Secure Digital
SMS	Short Message Service
XML	eXtensible Markup Language

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Řešený objekt</i>	31
<i>Obrázek 2 Půdorys podsklepené části</i>	32
<i>Obrázek 3 Půdorys přízemí</i>	33
<i>Obrázek 4 Půdorys patra</i>	34
<i>Obrázek 5 Půdorys podkroví</i>	35
<i>Obrázek 6 Automat Tecomat Foxtrot CP-1006 [32]</i>	37
<i>Obrázek 7 Schéma základního zapojení [28]</i>	37
<i>Obrázek 8 Schéma zapojení modulů UC-1205 a C-AM-0600I [29]</i>	38
<i>Obrázek 9 Schéma zapojení modulu C-AM-0600I [30]</i>	39
<i>Obrázek 10 Schéma zapojení klimatizačních jednotek do řídicí jednotky [30]</i>	40
<i>Obrázek 11 Kompletní sada pro klimatizační systém LG [27]</i>	41
<i>Obrázek 12 Ovládací panel Teco ID-32 [33]</i>	42
<i>Obrázek 13 Schéma zapojení detektorů větru a kouře. [30]</i>	43
<i>Obrázek 14 Senzor větru Kaiser Nienhaus Wind, 336000 [13]</i>	44
<i>Obrázek 15 Schéma zapojení termohlavice Teco C-HC-0201F-E [30]</i>	45
<i>Obrázek 16 Půdorys sklepní části s novými prvky</i>	46
<i>Obrázek 17 Půdorys přízemní části s novými prvky</i>	48
<i>Obrázek 18 Půdorys prvního patra s novými prvky</i>	50
<i>Obrázek 19 Půdorys podkroví s novými prvky</i>	51
<i>Obrázek 20 Půdorys střechy s novými prvky</i>	52
<i>Obrázek 21 Příklad programování ovládacího panelu pro ovládání domu v prostředí Mosaic</i>	54
<i>Obrázek 22 Ukázka aplikace Tefora Foxtrot Client [36]</i>	55
<i>Obrázek 23 Ukázka aplikace iFoxtrot [37]</i>	56
<i>Obrázek 24 Srovnávací tabulka nákladů na osvětlení [41]</i>	61

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Seznam všech použitých komponent</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 2 Dosavadní platby za inkaso</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 3 Výpočet spotřeby elektrické energie tepelným čerpadlem</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 4 Úspory díky termohlavícím</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 5 Úspory osvětlení</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 6 Srovnání</i>	<i>61</i>