

Diplomová práce



**F3**

České  
vysoké  
učení technické  
v Praze

Fakulta elektrotechnická  
Katedra měření

## Chytrá elektroinstalace mezonetového bytu

**Bc. Tomáš Kodad**

Vedoucí: Ing. Pavel Mlejnek, Ph.D.

Obor: Inteligentní budovy

Březen 2020





## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kodad** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **434948**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra měření**  
Studijní program: **Inteligentní budovy**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Chytrá elektroinstalace mezonetového bytu**

Název diplomové práce anglicky:

**Smart electrical installation of duplex apartment**

Pokyny pro vypracování:

1. Vytvořte kalkulaci pro návrh chytré elektrické instalace realizované v rámci předchozích projektů ve zvoleném mezonetovém bytě
2. Provedte analýzu provozu a proveďte průzkum u uživatelů této instalace po pobytu
3. Navrhněte úsporná opatření a optimalizaci nastavení na základě provedené analýzy provozu

Seznam doporučené literatury:

- [1] Hudcová, L. a kol., Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa. Praha: EkoWATT, 2009, 43 s., ISBN 978-80-87333-03-7  
[2] ČSN 33 2130 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody, Česká technická norma, Praha: 2014  
[3] Tywoniak, J. a kol., Nízkoenergetické domy 2. Praha: Grada, 2008, 204 s., ISBN 978-80-247-2061-6

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Pavel Mlejnek, Ph.D., katedra měření FEL**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **29.01.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: \_\_\_\_\_

Platnost zadání diplomové práce:

**do konce letního semestru 2019/2020**

\_\_\_\_\_  
Ing. Pavel Mlejnek, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta



## Poděkování

Děkuji panu Ing. Pavlu Mlejnkovi, Ph.D. z Českého vysokého učení technického v Praze, fakulta elektrotechnická, a panu Dr. Ing. Renato Rimolo-Donadio z Instituto Tecnológico de Costa Rica za záštitu a cenné připomínky při vypracovávání tohoto projektu.

Dále patří poděkování Ing. arch. Lence Maierové, Ph.D. z Fakulty stavební ČVUT v Praze za konzultaci návrhu osvětlení a panu Ing. Jiřímu Beranovskému Ph.D., MBA z Fakulty elektrotechnické za konzultaci v oblasti výpočtů ekonomické návratnosti úsporných opatření.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze 10. března 2020

## Abstrakt

Cílem diplomové práce je popsat fungování, zkušenosti s realizací a projektováním chytré elektroinstalace pro rekonstruovanou bytovou jednotku. Značnou výhodou byla přítomnost tvůrce diplomové práce od projektu, přes realizaci až po analýzu provozu a celkové vyhodnocení. V práci jsou popsány zkušenosti, které autor získal za 2,5 roku účinkování na tomto projektu, včetně více než roční analýzy zkušeností s bydlením v tomto bytě. Detailně je zdokumentována a popsána také energetická náročnost za posledních 12 měsíců. Na základě naměřených hodnot jsou navržena možná úsporná opatření.

**Klíčová slova:** chytrá elektroinstalace, Loxone, automatizace domácnosti, spotřeba energií, úsporná opatření

**Vedoucí:** Ing. Pavel Mlejnek, Ph.D.  
České vysoké učení technické v Praze,  
Technická 2,  
Praha 6

## Abstract

The aim of the thesis is to describe the functioning, experience with the implementation and design of smart electrical installation for the Prague duplex apartment. A great advantage was the presence of the author of the thesis from the project, through implementation to the analysis of operations and overall evaluation. The work describes the experience gained by the author in the 2,5 years of this project, including more than a year of analysis of experience with living in this apartment. Energy consumption over the last 12 months is also documented and described in details. Based on the measured values, possible cost-saving measures are proposed.

**Keywords:** smart electrical installation, Loxone, automatization, domestic energy consumption, costs saving

**Title translation:** Smart electrical installation of duplex apartment

## Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>	2.8 Programování	19
<b>2 Dokumentace, kalkulace a realizace</b>	<b>3</b>	2.8.1 Ukázka vlastní programovací logiky	19
2.1 Obecný popis řešení	3	2.9 Značení všech vodičů	21
2.2 Popis řešení pro jednotlivé pokoje	5	2.10 Technická zpráva	22
2.2.1 Pokoj M1	5	<b>3 Analýza provozu a spotřeby energií</b>	<b>23</b>
2.2.2 Pokoj M2	6	3.1 Metodika sledování spotřeby energií a vody	23
2.2.3 Pokoj M3	7	3.1.1 Voda	23
2.2.4 Pokoj M4 (galerie)	8	3.1.2 Plyn	25
2.2.5 Technická místnost	9	3.1.3 Elektrická energie	25
2.2.6 Kuchyně a zádveří	9	3.2 Energymix v období 4/2019 - 3/2020	26
2.3 Zapojení rozváděče RH1	10	3.3 Náklady na provoz bytu 4/2019 - 3/2020	28
2.4 Zapojení rozváděče RH2	12	3.4 Náklady na provoz chytrého systému	28
2.5 Řízení přístupu	15	3.4.1 Napájení systému	29
2.6 Osvětlení	16	3.4.2 Zálohování systému	29
2.7 Náklady na realizaci projektu chytré elektroinstalace	16	3.4.3 Dlouhodobé měření samospotřeby	30

3.5 Výsledky průzkumu spokojenosti a zkušeností uživatelů . . . . .	31	<b>C Cenová kalkulace - položkový rozpočet</b>	<b>51</b>
<b>4 Úsporná opatření a optimalizace nastavení</b>	<b>35</b>	<b>D Přehled spotřeby elektrické energie po měsících (4/2019 - 3/2020)</b>	<b>55</b>
4.1 Opatření vyžadující investici . . .	36	<b>E Náklady na energie (4/2019 - 3/2020)</b>	<b>59</b>
4.1.1 Použití oběhového (cirkulačního) čerpadla . . . . .	36	<b>F Uživatelský dotazník po zkušebním pobytu</b>	<b>63</b>
4.1.2 Výměna světelného zdroje v kuchyni . . . . .	38	<b>G Ukázka dokumentace pro uživatele chytré instalace</b>	<b>69</b>
4.1.3 Výměna staré lednice . . . . .	39	<b>H Modulové schéma rozváděče RH2</b>	<b>79</b>
4.1.4 Zateplení střechy . . . . .	40	<b>I Technická zpráva</b>	<b>81</b>
4.2 Softwarová opatření . . . . .	42	<b>J Dokumentace zapojení zařízení Loxone</b>	<b>89</b>
4.2.1 Podmínky spuštění topných folií za zrcadlem . . . . .	42	<b>K Zdrojové kódy Loxone</b>	<b>95</b>
4.3 Úspory změnou uživatelského chování . . . . .	44	<b>L Obsah příloženého CD</b>	<b>111</b>
4.3.1 Změna programu u myčky nádobí . . . . .	44	<b>M Zadání práce</b>	<b>113</b>
<b>5 Zhodnocení projektu</b>	<b>45</b>		
<b>A Literatura</b>	<b>47</b>		
<b>B Půdorys bytu</b>	<b>49</b>		

## Obrázky

2.1 Orientační náskres bytu - přízemí, galerie (dole) . . . . .	4	2.6 Schéma zapojení rozváděče RH1	11
2.2 Ve skladu u pokoje M1 je použit pro osvětlení stejný typ LED pásku jako v koupelnách. Je zde umístěn na trámu po celé délce místnosti. Díky tomu i poměrně úzká místnost nevytváří stísněný dojem. Na obrázku vpravo je zobrazeno bodové světlo v koupelně M2, které slouží pro noční osvětlení koupelny. . . . .	5	2.7 Skutečné zapojení rozváděče RH1	11
2.3 Osvětlení v koupelnách . . . . .	7	2.8 Ukázka dalších realizací . . . . .	12
2.4 V pokoji M3 je osvětlení rozděleno na spodní a horní část. V horní části se nachází spaní a osvětlení je zajištěno LED páskem (teplota 3.000 K, teplá bílá, CRI>90%) zapuštěným do nosného trámu patra. Dále je zde barevný RGBW LED pásek za trámem. Ve spodní části je osvětlení kombinované stmívanými bodovými světly a LED páskem na trámu. . . . .	8	2.9 Schéma zapojení rozváděče RH2	13
2.5 V prádelně jsou hlavním osvětlením zapuštěné kulaté panely. Panely jsou prodávány pro připojení na síťové napětí 230 V, nicméně jsem v nich provedl výměnu za LED pásku (teplota 4.000 - 4.500 K, denní bílá, CRI>90%), která mi umožnila napojení světla na Loxone RGBW extension a tedy plynulé rozsvícení a zhasínání. Zrcadla jsou stejně jako ve všech ostatních místnostech podsvícena. . . . .	10	2.10 Skutečné zapojení rozváděče RH2 . . . . .	14
		2.11 Přístup do bytu - vlevo NFC čtečka, vpravo úprava desky domovního telefonu . . . . .	15
		2.12 V kuchyni je osvětlení přímé s designovými žárovkami napojenými na Loxone Dimmer extension, který umožňuje plynulé rozsvícení, zhasínání a nastavení jasu. Osvětlení kuchyňské linky se zapne až ve chvíli, kdy se rukama začne pracovat na kuchyňské desce. . . . .	17
		2.13 Multifunkcionalita Loxone Touch, Zdroj [1], upraveno autorem . . . . .	18
		2.14 Výpočet nákladů na provoz elektrické části vytápění . . . . .	20
		2.15 Logika automatického + manuálního zapnutí koupelnových ventilátorů . . . . .	21
		2.16 Regulace topných rohoží . . . . .	21
		2.17 Popisování všech vodičů . . . . .	22

3.1 Elektromagnetický ventil 2VE16IDA 24VDC, vodoměr ENBRA ER-AM s impulzním výstupem . . .	24	4.3 Ekonomické porovnání cirkulace teplé vody - apartmán Kostarika . .	38
3.2 Zdroj: Katalogový list výrobce (popis přeložen), fotografie archiv autora . . . . .	25	4.4 Osvětlení kuchyně, Zdroj žárovky: [8] . . . . .	39
3.3 Loxone IR čítač Air, Hütermann HT-1PD a Smart Socket Air . . . . .	26	4.5 Diskontovaný kumulovaný peněžní tok (CFD) - nákup lednice . . . . .	40
3.4 Přehled spotřeby elektrické energie (4/2019-3/2020) . . . . .	27	4.6 Citlivostní analýza na roční procentuální změnu ceny elektrické energie . . . . .	41
3.5 Náklady na energii (4/2019-3/2020) . . . . .	28	4.7 Diskontovaný kumulovaný peněžní tok (CFD) - rekonstrukce střechy .	42
3.6 Samospotřeba bez UPS / s UPS	30	4.8 Citlivostní analýza na roční procentuální změnu ceny elektrické energie a plynu . . . . .	43
3.7 Dotazník - Kolik dní jste ve zkušebním bytě strávili? . . . . .	31	4.9 Topná folie na zadní straně zrcadla proti mlžení . . . . .	43
3.8 Dotazník - Kolik je Vám let? . . .	32		
3.9 Dotazník - Jaká je Vaše národnost? . . . . .	32		
3.10 Dotazník - Už jste někdy vyzkoušeli pobyt v chytrém domě? .	32		
3.11 Dotazník - Jak bylo náročné se naučit ovládat chytrou elektroinstalaci? . . . . .	33		
4.1 Ovládání objehového čerpadla . .	36		
4.2 Ekonomické porovnání cirkulace teplé vody . . . . .	37		





# Kapitola 1

## Úvod

V polovině roku 2017 se mi podařila realizace záměru pořízení bytové jednotky a čelil jsem výzvě celkové rekonstrukce, jelikož byt byl v havarijním stavu. Výsledkem je dvougenerační bytová jednotka se dvěma privátními částmi a sdíleným zázemím v podobě kuchyně, společného obývacího pokoje a prádelny.

Hlavní výzvou byla realizace chytré elektroinstalace. V rámci studií na ČVUT jsem měl možnost otestovat několik řešení pro inteligentní elektroinstalace (pro příklad xComfort, KNX, Foxtrot a další), nicméně jsem nebyl s žádným plně spokojen. Po aktivním vyhledávání na internetu jsem našel společnost Loxone, která podle mého názoru nabízela a stále nabízí nejlepší poměr ceny a funkcionality.

Doba, kdy elektroinstalace představovala několik jističů, pár zásuvek a jeden světelný okruh na místnost, se stala minulostí. Trendem posledních let je zvyšování komfortu bydlení a hledání úspor energií. Pod pojmem chytré bydlení si laik jako první pravděpodobně představí ovládání objektu mobilním telefonem přes aplikaci, což je samozřejmě jedna z výhod, nicméně se nejedná o hlavní důvod, proč volit inteligentní elektroinstalaci. Důležitější jsou z dnešního pohledu chytré regulační systémy zajišťující tepelnou pohodu, které nám mohou pomoci ušetřit část nákladů na vytápění/chlazení bez toho, abychom si snižovali komfort bydlení. Dalším důležitým bodem je zvýšení bezpečnosti, snížení rizika škod vlivem poruch a v neposlední řadě také úspore času a zvýšení komfortu obyvatel.

Překážkou v masivnějším rozšíření těchto technologií byla vysoká cena, která má ovšem sestupnou tendenci a dnes je rozdíl mezi klasickou a chytrou



## Kapitola 2

### Dokumentace, kalkulace a realizace

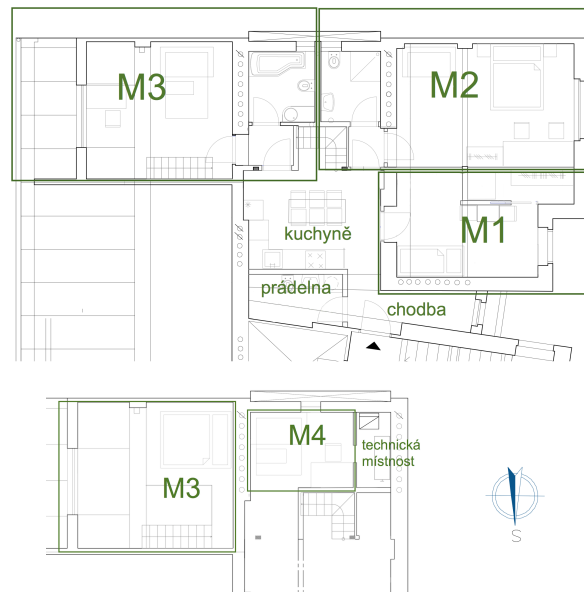
Dokumentaci jsem zpracoval na konci roku 2017 v rámci Projektu 1 [2]. Během realizace došlo jen k drobných úpravám, ke kterým bylo přistoupeno z důvodu buď zjednodušení kabeláže nebo z důvodu zvýšení uživatelského komfortu a funkcím, které nyní systém poskytuje. Jelikož se má také jednat o vzorový byt pro případné zájemce o chytré bydlení, je řešení v určitém ohledu předimenzované, aby bylo možné ukázat co nejvíce funkcionalit a zároveň aby bylo možné do budoucna jednoduše přidávat nové prvky.

#### 2.1 Obecný popis řešení

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, jako řídicí systém jsem vybral systém Loxone od stejnojmenné rakouské společnosti. Vzhledem k situaci, kdy přívodní kabel do bytu byl ukončen v chodbě jsem se rozhodl pro variantu dvou rozváděčů označených RH1 a RH2. Propojení obou rozváděčů je vyjma hlavního napájecího kabelu CYKY-J 5x4 a CYA ZŽ 6, realizované pomocí osmi žil 1,5 mm<sup>2</sup> a využitím dvou datových kabelů CAT 7. Dále je navíc instalován rezervní kabel z RH1 do půdního prostoru pro případ budoucího rozšíření bytu či umístění střídače FVE.

Celý systém řeší oblasti osvětlení, vytápění, stínění, řízení přístupu, základní zabezpečení bytu a sledování spotřeby energií/vody. Byt je pro zjednodušení orientace rozdělen na 4 částečně samostatné části s označením M1 – M4 a společný prostor (tvořený kuchyní, prádelnou a chodbou). Byt je dispozičně

řešen jako dvougenerační, tedy má dvě samostatné koupelny v části M2 a M3. Plus je k dispozici jeden neprůchozí pokoj se skladem (M1). Jednu část využívám nepravdělně já s přítelkyní a druhá část slouží pro pobyty zájemců o chytré bydlení a pro krátko až střednědobé pobyty našich přátel. Do budoucna je počítáno s rozšířením o terasu, pro kterou budou připraveny rozvody. Pro vytvoření představy o dispozici bytu slouží obrázek 2.1. Podrobný půdorys bytu obsahující všechny prvky instalace tvoří samostatnou přílohu B na straně 49.



**Obrázek 2.1:** Orientační náčrt bytu - přízemí, galerie (dole)

Informace o venkovní teplotě, rychlosti větru, vlhkosti a osvětlení jsou získávány z venkovní meteostanice TREE a předpověď je dostupná z Loxone Cloud Weather. Meteostanice je umístěna na komínové stěně s orientací na jižní stranu. Z pohledu získání informace o teplotě se nejedná o ideální umístění a je lepší použít samotný senzor umístění mimo přímé sluneční záření.

Možnost vzdáleného přístupu je pomocí aplikace Loxone (iOS, Android, macOS) či přes webový prohlížeč. Přihlašovací údaje pro vzdálený přístup je ideální předávat investorovi vždy až během úvodní prohlídky a ukázky fungování systému. Na tuto schůzku kladu velký důraz a věnuji ji dostatek času, jelikož se předejde zbytečným otázkám do budoucna a také je důležité vytvoření prvního dobrého dojmu. Zároveň klientům předávám i stručný manuál, ve kterém shrnuji možnosti, které jim jejich nový domov přináší. V příloze G je k nahlédnutí jeden z manuálů, které jsem vypracoval.

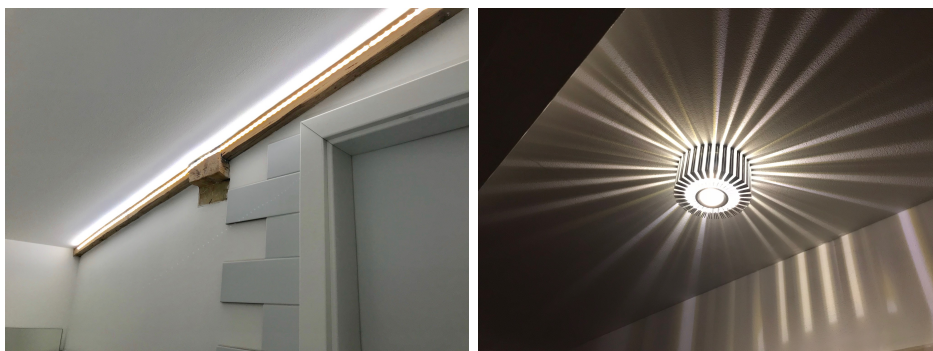
## 2.2 Popis řešení pro jednotlivé pokoje

### 2.2.1 Pokoj M1

Pokoj je orientovaný na západní stranu, na kterou je také umístěno menší níže položené okno. Dále jsou plánovaná do budoucna střešní okna, která by měla zlepšit světelné podmínky. Pro tato střešní okna je provedena kabelová příprava pro pozdější montáž stínění (CYKY 3x1,5mm<sup>2</sup>). Dále jsou okna vybavena okenními kontakty s návazností na další funkce (vytápění, zabezpečení). U vstupních dveří je umístěno odchodové a zamykací tlačítko.

Hlavní osvětlení místnosti je řešeno jako nepřímé pomocí LED pásků umístěných po obou stranách trámu ve střední části místnosti. Dalším zdrojem světla jsou lampičky nad stolem spínané pomocí Loxone Nano IO (3x5A relé, 6 digitálních vstupů), který je umístěn za tlačítkem Loxone Touch Nano T 3.2. Pomocí tohoto tlačítka je možné ovládat lampičky a aktivovat noční režim pokoje. Do Nano IO je dále napojen okenní kontakt MG 3.1 z chodby. Osvětlení šatny (5.0) je pomocí 12V LED svítidla spínaného pomocí senzoru pohybu - PIR 5.1.

Vytápění místnosti zajišťuje designové litinové otopné těleso s hlavicí Loxone Air. Teplota v místnosti je snímána v rámci tlačítka Loxone Touch - T 3.1. Vytápění šatny je elektrické podlahové, údaje o teplotě jsou získávány z tlačítka Loxone Touch - T 4.1.



**Obrázek 2.2:** Ve skladu u pokoje M1 je použit pro osvětlení stejný typ LED pásku jako v koupelnách. Je zde umístěn na trámu po celé délce místnosti. Díky tomu i poměrně úzká místnost nevytváří stísněný dojem. Na obrázku vpravo je zobrazeno bodové světlo v koupelně M2, které slouží pro noční osvětlení koupelny.





Obrázek 2.3: Osvětlení v koupelnách

### 2.2.3 Pokoj M3

Orientace pokoje na východní stranu, přirozené osvětlení je zajištěno oknem ve vikýři o rozměru přibližně 190x90 cm, což není vzhledem k projektovanému patru na spaní dostačující a bude nutné tento problém řešit kvalitním umělým osvětlením. Zastínění je realizováno předokenní žaluzií s šíří lamel 65 mm. Elektrický pohon zajišťuje motor Geiger GJ56 Air 6Nm. Technologie Air umožňuje bezdrátovou komunikaci a k motoru se tedy přivádí pouze napájecí kabel CYKY 3x1,5mm<sup>2</sup>. Okno je osazeno okenním kontaktem s návazností na funkci vytápění a zastínění (monitorují se polohy otevřeno/ventilace/zavřeno).

Hlavní nepřímé osvětlení místnosti tvoří LED pásek (9,6 W/m, teplá bílá 3.000 K) délky 4 m osvětlující sádkokartonový šikmý podhled. Je napájený 24 VDC a řízený jedním kanálem z Extension RGBW TREE. Další světelný okruh tvoří tři světla na stěně pod patrem na spaní s možností stmívání pomocí Loxone Dimmer Extension. Další okruh osvětluje schodiště a přístup k patru na spaní. Světla jsou nástěnná LED, napájená 12 VDC a řízená jedním kanálem z Extension RGBW TREE. Dále je nad pracovním stolem pod vikýřem umístěn na trámu LED pásek (9,6 W/m, denní bílá 4.200 K) opět řízený kanálem RGBW Extension. Původně byla plánována dvojice lamp u manželské postele (spínány přes relé), nicméně jsem nakonec provedl instalaci barevného RGBW LED pásku, který dostatečně plní potřebnou funkci. Do budoucna je dodatečná instalace lamp možná, jelikož kabelová příprava byla realizovaná podle projektu.

Vytápění místnosti zajišťuje podlahový konvektor 2.500x420 mm a deskové otopné těleso 600x600 mm, ovládáno hlavicí Loxone TREE.

K pokoji přísluší koupelna, která je osvětlena trojicí LED pásků umístěných



**Obrázek 2.4:** V pokoji M3 je osvětlení rozděleno na spodní a horní část. V horní části se nachází spaní a osvětlení je zajištěno LED páskem (teplota 3.000 K, teplá bílá, CRI>90%) zapuštěným do nosného trámu patra. Dále je zde barevný RGBW LED pásek za trámem. Ve spodní části je osvětlení kombinované stmívanými bodovými světly a LED páskem na trámu.

na spodní části nosníků stropu, napájení 24 VDC a řízení jedním kanálem z Extension RGBW TREE. Dále je zde sekundární osvětlení u zrcadla nad umyvadlem. Vytápění je zajištěno elektrickými podlahovými rohožemi 2m<sup>2</sup> a trubkovým otopným tělesem, které primárně slouží na usušení ručníků. V rohu u vany je umístěno čidlo zaplavení. Nucené odvětrání do světlíku je pomocí ventilátoru spínaného přes relé v rozváděči. Pod zrcadlem je nalepena topná fólie s příkonem 25 W, která zabraňuje mlžení zrcadla (spínáno v přítomnosti osoby v místnosti v kombinaci s odběrem vody).

#### ■ 2.2.4 Pokoj M4 (galerie)

Nejedná se o plnohodnotný pokoj, protože z jedné strany je otevřen do prostoru kuchyně (možno oddělit závěsem) a výška je pouze okolo dvou metrů. Prostor bude opticky zvětšovat střešní okno i okno ve stěně (jižní orientace). Obě jsou osazena okenním senzorem s navázáním na funkci varování při dešti a otevřeném okně. Obě okna budou připravena na instalaci stínění.

V místnosti je na horním i bočním trámu po celé délce bílý 24V LED pásek ovládaný RGBW Tree Extension. Hlavní světlo je spínáno senzorem pohybu, případně je možné intenzitu osvětlení změnit pomocí Loxone Touch tlačítka.

Vytápění zajišťuje deskové otopné těleso osazené Loxone hlavicí TREE. Teplota je snímána tlačítkem T 10.1.



### ■ 2.2.5 Technická místnost

V technické místnosti je umístěn kondenzační plynový kotel BAXI Luna Platinum+ 1.18, do kterého je instalován přídatný modul AGU 2.550. Modul umožňuje nastavení teploty topné vody systémem Loxone pomocí analogového výstupu z Miniserveru. Napětí 0 - 1 V znamená vypnutí kotle a dále je pak lineárně teplota 1 V = 28° C až 10 V = 80° C.

Teplá voda je připravována přes výměník v zásobníku Tatramat LOVK 150 D o objemu 150 litrů, ve kterém je umístěna teplotní sonda z kotle. V případě odstávky plynu je možné využít i elektrický ohřev.

Do kuchyně a prádelny je vedena cirkulace teplé vody. Z důvodu úspory je cirkulační čerpadlo spínáno na základě pohybu v dané místnosti a s nadefinovaným časovým odstupem od posledního proběhlého pročerpání. Více je fungování popsáno v kapitole 4 na straně 36.

### ■ 2.2.6 Kuchyně a zádveř

V kuchyni je hlavním zdrojem denního světla střešní okno na jihozápad. V tomto okně je plánován motor pro otevírání, stínění a kontakt zavření. Celý prostor je osvětlen dominantním svítidlem, kdy z jednoho místa vychází pohyblivé příklady k objímkám žárovek. Ty jsou rozmístěny do tří sektorů (nad stolem, nad průchody a u mostu galerie). V případě prvních dvou sektorů je světlo stmívatelné pomocí Loxone Dimmer Extension. Pro práci u kuchyňské linky je pod horními skříňkami umístěn 24 V LED pásek s řízením z Loxone RGBW Air Extension, u kterého je umístěn i napájecí transformátor.

Z důvodů kročejové izolace je v celé místnosti plovoucí podlaha, pod kterou je topná folie ECOFILM F (80 W/m<sup>2</sup>). Ta musí být z bezpečnostních důvodů překryta izolační PE fólií.

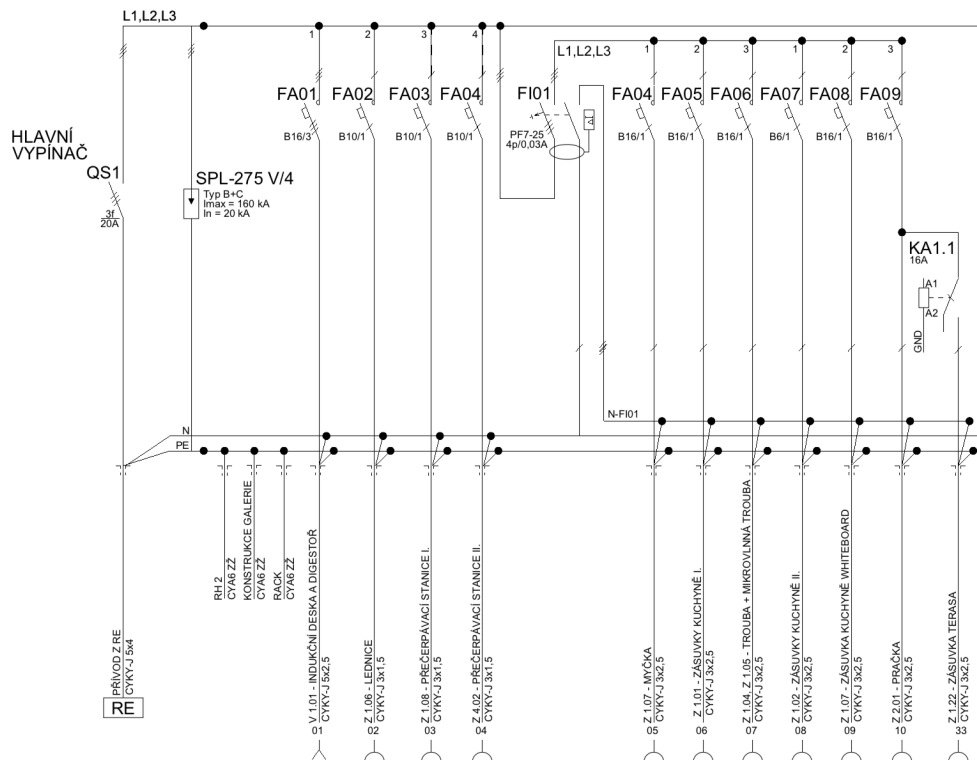
V projektu je speciálně počítáno s třífázovým přívodem pro indukční desku, vývodem pro digestoř a 24 V zdrojem pro LED, zásuvkou pro lednici a dvěma zásuvkami pro mikrovlnnou a horkovzdušnou troubu. Jelikož stále více spotřebičů umožňuje připojení k internetu, je do kuchyně z racku přivedena dvojice FTP kabelů cat7.



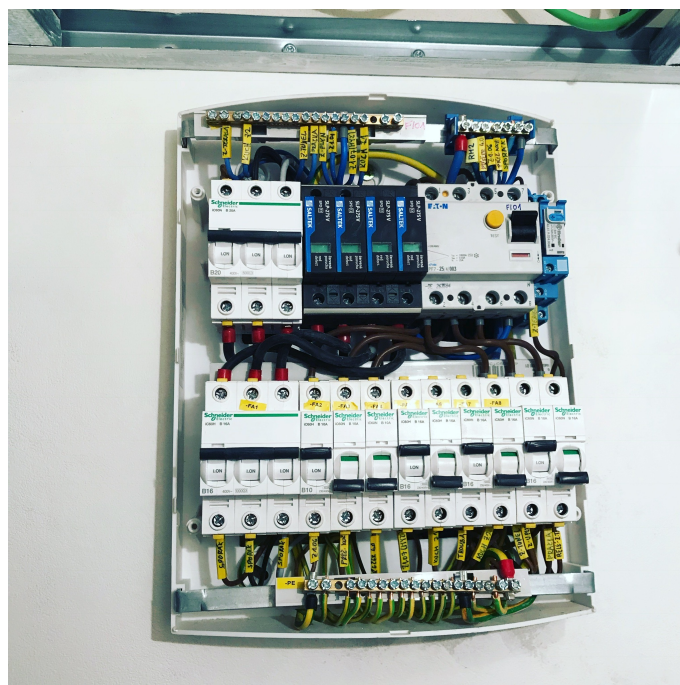
**Obrázek 2.5:** V prádelně jsou hlavním osvětlením zapuštěné kulaté panely. Panely jsou prodávány pro připojení na síťové napětí 230 V, nicméně jsem v nich provedl výměnu za LED pásku (teplota 4.000 - 4.500 K, denní bílá, CRI>90%), která mi umožnila napojení světla na Loxone RGBW extension a tedy plynulé rozsvícení a zhasínání. Zrcadla jsou stejně jako ve všech ostatních místnostech podsvícena.

## 2.3 Zapojení rozváděče RH1

Schéma zapojení rozváděče 1 (dále jen RH1) je znázorněno na obrázku 2.6, reálně zapojený rozváděč je na obrázku 2.7. Jak jsem již zmínil v sekci Obecného popisu řešení 2.1, tento rozváděč byl zřízen z důvodu nedostatečné délky přívodního kabelu do bytové jednotky a následně se jeho využití ukázalo jako výhodné pro přední část bytu, jelikož se omezila délka vodičů. Dalším pozitivním dopadem bylo snížení počtu kabelů vedených do RH2, kde byly pouze omezené možnosti vedení vodičů, jelikož nebylo možné vedení v podlaze. Zapojení obou rozváděčů vychází z podkladů, které jsem vypracoval v rámci Projektu 2 [3].



Obrázek 2.6: Schéma zapojení rozváděče RH1

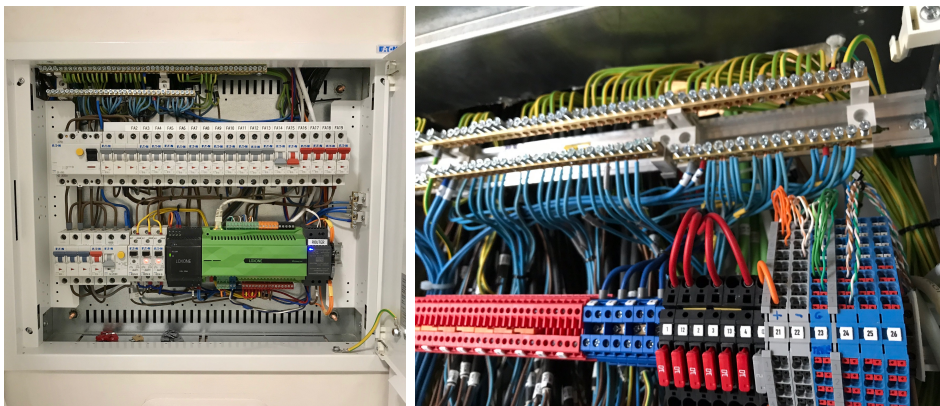


Obrázek 2.7: Skutečné zapojení rozváděče RH1

## 2.4 Zapojení rozváděče RH2

Hlavní rozváděč RH2, ve kterém je instalována veškerá "chytrá" technologie je umístěn v centrální části bytu u schodiště na galerii. Zapojený rozváděč je zachycen na obrázku 2.10. Zapojení vstupů/výstupů všech jednotlivých Loxone zařízení je uvedeno v samotné příloze J. Modulové schéma rozváděče tvoří také samostatnou přílohu H. Dále je rozváděč RH2 ještě propojen s datovým rozváděčem pod schody (v půdorysu označen "Rack"). Do tohoto datového rozváděče jsou svedeny účastnické zásuvky internetu a TV, signál z radiové antény a signál poskytovatele internetu.

Na řemeslném zpracování rozváděče jsou pozorovatelné nedostatky, jelikož se jednalo o první zapojení takto rozsáhlejší instalace. Ze zkušeností nabitých během realizace tohoto prvního projektu jsem se poučil a vypracoval metodiku, kterou jsem již použil při realizaci dalších čtyř projektů (dvě bytové jednotky, dvě novostavby rodinných domů). Na první pohled je zřejmá mnohem lepší přehlednost vodičů, značení vodičů a celkově lepší estetický dojem. Pro názornost přikládám fotografie 2.8. Dále se mi osvědčilo věnovat čas vypracování kabelové tabulky, která každému kabelu v objektu přiřazuje číslo, informaci odkud/kam vede, typ a délku, zapojení v rozváděči a případně potřebné vstupy/výstupy.

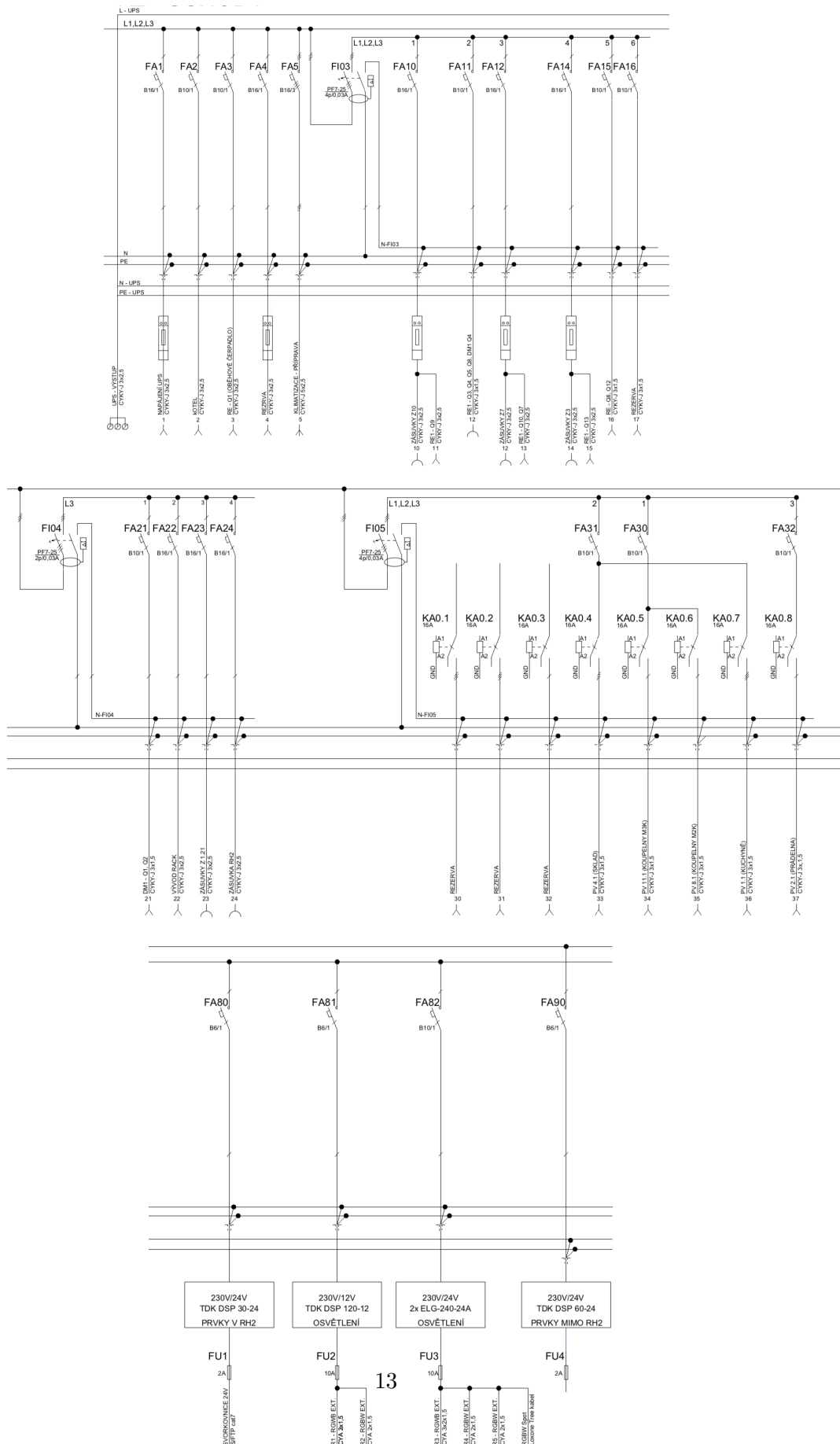


**KABELOVÁ TABULKA**

označ. k.	číslo k.	odkud	kam	místopost.	typ kabelu	cesta	délka	poznámka	zapojení	pozn. k zap.	jističní	I/O		
S 1	RH	Z 1.1a		1	3x2,5 CYKY-J		4	zás. pod DT	FA3	N2	16A	ME1-DO3		
S 2	Z 1.1a	Z 1.1b		1	3x2,5 CYKY-J		8							
L 3	RH	NFC		1	UTP		4		X1-X4-R1:P1	X5-R1 (H)		TREE		
L 4	NFC	T 1.1		1	UTP		1	ochodové tlačítko	X5-R1 (H)		H, O+	DI	MS-D11	
L 5	RH	PC 1.1		1	UTP	Z1	4		X1-X4-R1:P2			TREE		
L 6	RH	DT		1	UTP		4	domovní telefon		DH na ME1-Q2,Q3		H,HB + M,MB	DO	ME1-DO2
S 7	RH	V 1.2		1	3x1,5 CYKY-J		6	vývod zrcadlo	ME1-Q1	ZD1-		DO	ME1-DO1	

Obrázek 2.8: Ukázka dalších realizací

2.4. Zapojení rozváděče RH2



Obrázek 2.9: Schéma zapojení rozváděče RH2





Obrázek 2.10: Skutečné zapojení rozváděče RH2

## 2.5 Řízení přístupu

Přístup jsem musel řešit na třech úrovních - vstup do domu, vstup do bytové jednotky a vstupy do jednotlivých částí bytu.

U vchodových dveří do bytové jednotky je instalována NFC čtečka s klávesnicí (8.200 Kč s DPH), kterou je možné kromě umožnění přístupu variabilně využít - vykonání nadefinované akce na základě zadání kódu. Čtečka má samostatný zdroj a komunikaci, aby nebylo možné přes čtečku provést vyřazení celého systému. Vchodové dveře do bytu jsou vybaveny elektronickým zámekem s automatickým zamykáním a panik klikou z vnitřní strany.



**Obrázek 2.11:** Přístup do bytu - vlevo NFC čtečka, vpravo úprava desky domovního telefonu

Pro otevírání vchodových dveří do domu bylo potřeba integrovat digitální domovní telefon Tesla (dále jen DT), což bohužel vzhledem k sběrníkovému systému lze pouze omezeně (musí být navázáno spojení zazvoněním na zvonkové tablo). Zvonění telefonu je napojeno na analogový vstup, aby bylo možné vyslat notifikaci do aplikace při zazvonění. Aby bylo možné po zazvonění otevřít domovní dveře i v nepřítomnosti v bytě (např. pro kurýrní službu), bylo zapotřebí napojit tlačítko pro otevření na relé. Relé v tomto případě nahrazuje manuální stisknutí tlačítka prstem.

Vstup do privátních částí v rámci bytu je řešeno pomocí klasických mechanických klíčů. Původní záměr bylo použít elektromagnetické zámky, ale po zvážení jsem od tohoto záměru kvůli ceně ustoupil. Přesto je provedena kabelová příprava a v budoucnu je v případě potřeby možné snadné rozšíření.

## ■ 2.6 Osvětlení

Jednou z největších výhod využití chytré elektroinstalace představuje ovládání na bázi přednastavených světelných nálad místo ovládání jednotlivých zdrojů osvětlení (světelných okruhů). Jak je možné vidět v projektu, není problémem mít v jedné místnosti tři i více světelných okruhů a i přesto zachovat maximální uživatelskou přívětivost. V místnostech je rozumné nastavit zpravidla tři až pět různých světelných nálad, plus jednu pro noční režim. Zpravidla jedna nálada pro základní osvětlení prostoru, další pro práci u stolu, pro sledování televize apod. Změnou osvětlení lze i jednoduše dosáhnout pocitu přítomnosti v jiné místnosti, což je žádoucí zvláště v menších městských bytech. Nastavit lze kromě zapnutí/vypnutí, různou intenzitu i barvu světla. Podle mého průzkumu hodnotí většina lidí možnost změny barvy osvětlení jako luxusní hračku, nicméně po vyzkoušení shledávají výhody příjemnějšího prostředí.

Bohužel se v současné době většině lidí u slovního spojení chytré elektroinstalace a osvětlení vybaví ovládání světel telefonem či tabletem z důvodu prezentace této kombinace v reklamních sděleních velkého množství výrobců.

Na kvalitu osvětlení v řešeném bytě jsem kladl velký důraz a věnoval jsem mu mnoho času, včetně studiu teorie. Navržený projekt osvětlení jsem následně konzultoval s paní Ing. arch. Lenkou Maierovou, Ph.D. z Fakulty stavební ČVUT v Praze. Z testovacího provozu rekonstruovaného prostoru a vyhodnocení reakcí po několikadenních i týdenních pobytů vyplývá, že i navzdory nedostatečnému dennímu osvětlení je dlouhodobější pobyt v prostorách příjemný a pozitivně dopadá na psychickou pohodu. To je výsledkem kombinace více druhů spíše nepřímého osvětlení, v kombinaci s barevným osvětlením.

Snahou bylo osvětlením zvýraznit netradiční provedení interiéru a zdůraznění architektonického provedení detailů. Výsledný stav vybraného osvětlení je zachycen na obrázcích 2.3 až 2.5.

## ■ 2.7 Náklady na realizaci projektu chytré elektroinstalace

V minulosti byla cena chytré elektroinstalace několikanásobně vyšší než obyčejná varianta, což byl častý důvod, proč se stavebníci nakonec rozhodovali



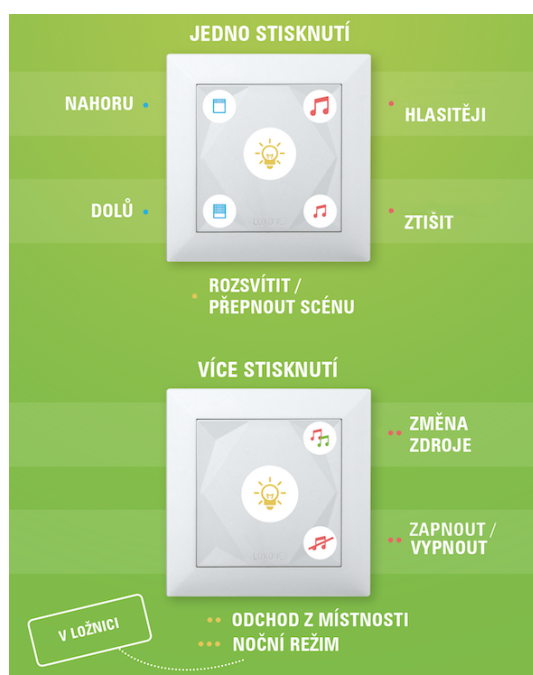


**Obrázek 2.12:** V kuchyni je osvětlení přímé s designovými žárovkami napojenými na Loxone Dimmer extension, který umožňuje plynulé rozsvícení, zhasínání a nastavení jasu. Osvětlení kuchyňské linky se zapne až ve chvíli, kdy se rukama začne pracovat na kuchyňské desce.

pro levnější variantu klasické elektroinstalace. Dnes se rozdíl mezi oběma variantami pohybuje v řádu jednotek, maximálně pár desítek procent. Musím ovšem porovnávat srovnatelné, jelikož inteligentní elektroinstalace nahradí jiná zařízení, která ovšem častokrát nejsou součástí dodávky v rámci elektroinstalace a následně se proto rozdíl na první pohled zdá větší než skutečně je. Přihlédnu-li ke zkušenostem, které mám z osobního i profesního života, ve většině domácností se nyní objevuje více a více chytrých zařízení, které jsou funkční sami o sobě, ale postrádají celkovou koncepci. Cenově jsou někdy i dražší než integrovaná varianta, ale častokrát je uživatelé neberou v úvahu, když o ceně elektroinstalace mluví.

Jako příklad mohu uvést tlačítko Loxone Touch, které stojí přibližně 2.200 Kč. Ovšem tlačítko funguje pro ovládání žaluzií, osvětlení i hudby (pokud je v rámci projektu realizována), případně lze dalším dvěma dotykovým zónám místo hudby přiřadit programově jiné funkce (např. ovládání ventilátoru, televize atd.). Tlačítka jsou navíc multidotyková, tedy zastávají více funkcí, viz obrázek 2.13. Dále nahrazuje funkci termostatu, resp. dodává informaci o teplotě a vlhkosti v místnosti. Není tedy zapotřebí kupovat další zařízení pro sledování vnitřního klimatu a mít v místnosti velké množství tlačítek, u kterých musíme přemýšlet k čemu vlastně jsou, jelikož je logika ovládání ve všech místnostech stejná. A poslední výhoda spočívá ve sběrníkovém zapojení, kdy do místnosti stačí zavést jeden kabel pro všechna chytrá zařízení (pohybové senzory, tlačítka, regulační hlavice...). Navíc díky centrálnímu systému mám údaje ze všech senzorů neomezeně k dispozici a mohu je tedy použít jako vstupní údaje pro další logické operace, které jsou v této práci také několikrát zmíněny. Jako další příklad mohu uvést pohybový senzor, který kromě zapínání světel slouží pro zabezpečení, dočasné zapnutí cirkulace vody či zapnutí ventilátoru na WC až po skončení pohybu.

Jelikož jsem instalaci prováděl celou osobně sám, není v kalkulaci zahrnuta



**Obrázek 2.13:** Multifunkcionalita Loxone Touch, Zdroj [1], upraveno autorem

cena za práci. Dále je potřeba dodat, že tato instalace je koncipována jako předváděcí a byla provedena v maximální možné verzi, kterou lze realizovat (vyjma automatického audio systému, pro který byla ovšem provedena kabelová příprava) a pro účely této práce obsahuje i větší množství měřičů energií, které pro normální domácnost nedávají smysl. Pro případné zájemce o chytrou elektroinstalaci se tedy jedná o horní cenovou hranici, která může být u základních realizací poloviční.

Cenovou kalkulaci jsem se snažil rozdělit do několika kategorií. Ceny odpovídají nákupním cenám z let 2018 a 2019 a pokud není uvedeno jinak obsahují DPH. Na začátku roku 2020 se ceny při porovnání zvýšily v řádu jednotek procent, největší nárůst cen byl u napájecích zdrojů a kabelů. Větší nárůst ceny nastal těsně před odevzdáním této práce v souvislosti s oslabením koruny o více než 10 % vlivem epidemie COVID-19 (kurz před epidemií 24,8 CZK / EUR, během epidemie mezi 27 a 28 CZK / EUR, podobný vývoj byl i proti americkému dolaru a dalším měnám obchodovaným přes EUR či USD).

Kompletní položkový rozpočet je přílohou C této diplomové práce. Pro přehlednost jsem provedl součty po jednotlivých kategoriích, jejichž přehled je uveden v tabulce 2.1.

Kategorie	Cena bez DPH	Cena s DPH
Chytré prvky Loxone	178.390 Kč	215.852 Kč
Topné kabely a folie	9.443 Kč	11.426 Kč
Napájecí zdroje, UPS	6.727 Kč	8.140 Kč
Zásuvky, vypínače	20.494 Kč	24.798 Kč
Kabely	15.611 Kč	18.889 Kč
Rozváděče	17.704 Kč	21.421 Kč
Měření spotřeb	4.425 Kč	5.354 Kč
Ostatní	5.120 Kč	6.195 Kč
Celkem	257.914 Kč	312.075 Kč

**Tabulka 2.1:** Kalkulace chytré elektroinstalace po kategoriích

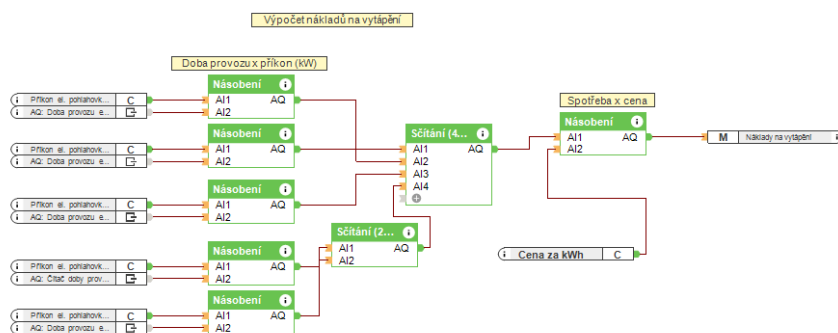
## 2.8 Programování

Loxone zařízení se programují ve speciálním prostředí Loxone Config. Projekt byl naprogramován ve verzi 9.3, k období dopisování diplomové práce (4/2020) je nahrána nejnovější verze 10.3. Samotné nastavování probíhá pomocí předpřipravených funkčních bloků, či v případě, že požadovaný funkční blok není k dispozici, lze použít standardní logické operátory.

### 2.8.1 Ukázka vlastní programovací logiky

#### Výpočet nákladů na elektrické podlahové vytápění

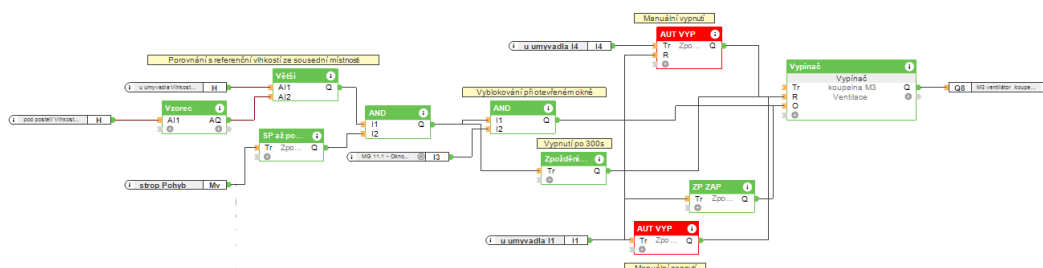
Náklady na podlahové vytápění jsou počítány z provozní doby jednotlivých topných rohoží, resp. topné folie v případě kuchyně, vynásobenou příkony (spočítány přes známý odpor při instalaci a napětí v místě instalace - 236 V). Napětí jsem přibližně jednou měsíčně kontroloval a zjištěná odchylka byla vždy v řádu jednotek voltů. Pokud bych chtěl získat přesnější měření, bylo by nutné do elektroinstalace umístit ještě sledování aktuální hodnoty napětí, například pomocí Modbus elektroměru, který tuto informaci ve většině provedení poskytuje. Následně jsou jednotlivé spotřeby sečteny a vynásobeny konstantou ceny za kWh. Uživatel je o nákladech informován v aplikaci, případně je možné zasílat měsíční report. Uživatelské zobrazení a kód v programu Loxone Config je zachycen na obrázku 2.16.



Obrázek 2.14: Výpočet nákladů na provoz elektrické části vytápění

## Logika automatického + manuálního zapnutí koupelnových ventilátorů

V koupelně M3 a prádelně je odvětrání zajištěno nucenou cirkulací vzduchu. Ideální by bylo použití ventilátoru ve všech koupelnách, nicméně ze stavebně technického hlediska tato možnost nebyla. Pro automatické spuštění ventilátoru je nutné splnění dvou podmínek + zpožděný signál o opuštění místnosti, resp. skončení pohybu v místnosti. Zpoždění je zde nastaveno z důvodu vyššího uživatelského komfortu. První podmínkou pro spuštění je dosažení definovaného rozdílu relativních vlhkostí s referenční místností, kterou je v případě koupelny M3 sousední pokoj. Druhou podmínkou je zavřené okno. Ventilátor je možné kdykoliv spustit i vypnout na Loxone Touch u umyvadla.

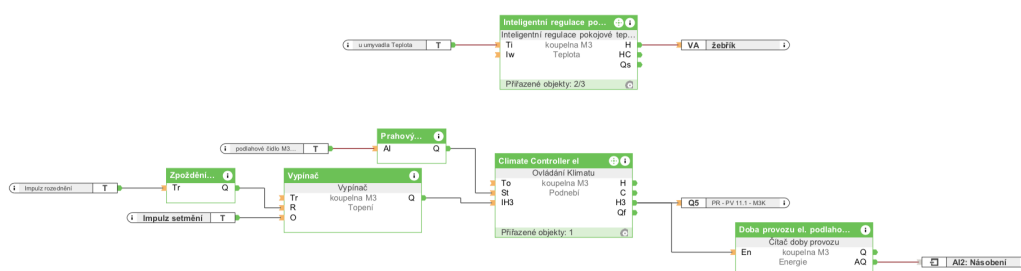


Obrázek 2.15: Logika automatického + manuálního zapnutí koupelňových ventilátorů

## Logika zapínání elektrických topných rohoží

Topné rohože jsou v koupelnách instalovány jako sekundární zdroj pro vytápění, který zvyšuje komfort uživatelů. Jsou spínány tak, aby uživatelé měli ve večerních a ranních hodinách teplou podlahu. Impulz pro sepnutí lze nastavit podle denního rytmu uživatelů. V tomto projektu je sepnutí navázáno na západ slunce.

Dále je do logiky nutné zahrnout teplotní čidlo, které hlídá přetopení podlahy. Teplotní čidlo je napojeno na prahový přepínač, kde jsem nastavil dolní teplotu 24°C a horní 27°C.

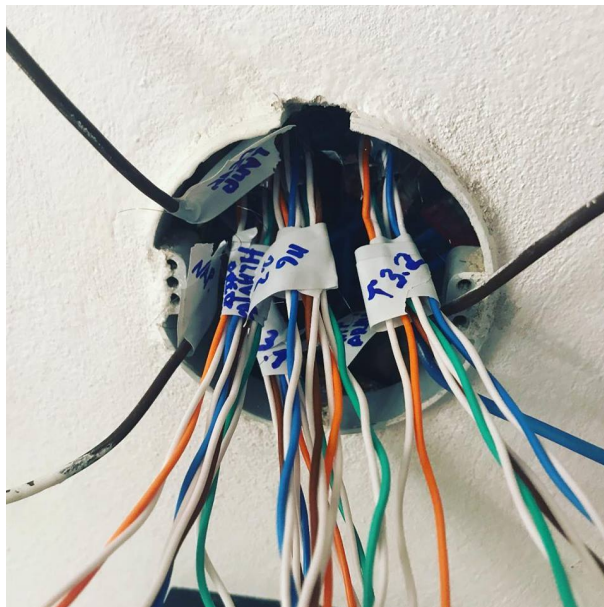


Obrázek 2.16: Regulace topných rohoží

## 2.9 Značení všech vodičů

Chytrá elektroinstalace představuje zapojení podstatně většího počtu vodičů oproti klasické elektroinstalaci. Z tohoto důvodu je namístě řádné značení všech použitých vodičů pro rychlejší instalaci zařízení i pro případ budoucího

nutného zásahu do zapojení. Ukázka realizace je zachycena na obrázku 2.17. Jedná se o pozici pro budoucí tlačítko T 3.2, pod kterým je umístěn Nano IO extension. Jsou sem tedy svedeny i UTP kabely od okenních kontaktů z místností 3.0 a 1.0.



Obrázek 2.17: Popisování všech vodičů

## 2.10 Technická zpráva

Technická zpráva ve smyslu vyhlášky č. 499/2006 Sb. stavebního zákona tvoří samostatnou přílohu I tohoto projektu. Technická zpráva je součástí projektové dokumentace, jejíž některé části jsou v této diplomové práci, a to ve stupni RDS/ Realizační dokumentace stavby. V první fázi projektu byl vypracován i předcházející stupeň projektové dokumentace, který ovšem pro redundantnost v přílohách neuvádím.

## Kapitola 3

### Analýza provozu a spotřeby energií

Vzhledem k velkému počtu měření se podařilo sestavit detailní přehled spotřeb za posledních 12 měsíců a vytvořit tak kompletní přehled nákladů, které bylo potřeba v období od dubna 2019 do března 2020 vynaložit. Podrobně jsem se zaměřil na spotřebu elektrické energie, kde jsem vytvořil grafické znázornění podílu jednotlivých konzumentů. Výstupem získaných dat je výpočet, případně i provedení úsporných opatření a částečně i jejich vyhodnocení.

#### 3.1 Metodika sledování spotřeby energií a vody

Ke sledování spotřeby energií je možné použít senzory s impulzním výstupem či s komunikačním protokolem Modbus - princip master-slave, či jiným protokolem. Pro tuto realizaci jsem vybral senzory s impulzními výstupy z důvodu příznivější ceny. Dále by byl u varianty Modbus nutný Loxone Modbus Extension s cenou 6.100 Kč s DPH. U impulsní varianty je přepočtená cena na jeden vstup necelých 400 Kč.

##### 3.1.1 Voda

Ke sledování spotřeby studené vody jsem zvolil vodoměr ENBRA ER-AM 1/2" s impulzním výstupem - zachycen uprostřed na obrázku 3.1. Je instalován



jako podružný za bytovým (fakturačním) vodoměrem v koupelně u místnosti M2 vlevo od závěsného WC. Přesnost vodoměru je 1 impuls na litr. Výstup je přiveden na Loxone Miniserver na vstup i8. Maloobchodní cena vodoměru je 1.260 Kč s DPH (varianta M-Bus 1.400 Kč s DPH).



**Obrázek 3.1:** Elektromagnetický ventil 2VE16IDA 24VDC, vodoměr ENBRA ER-AM s impulzním výstupem

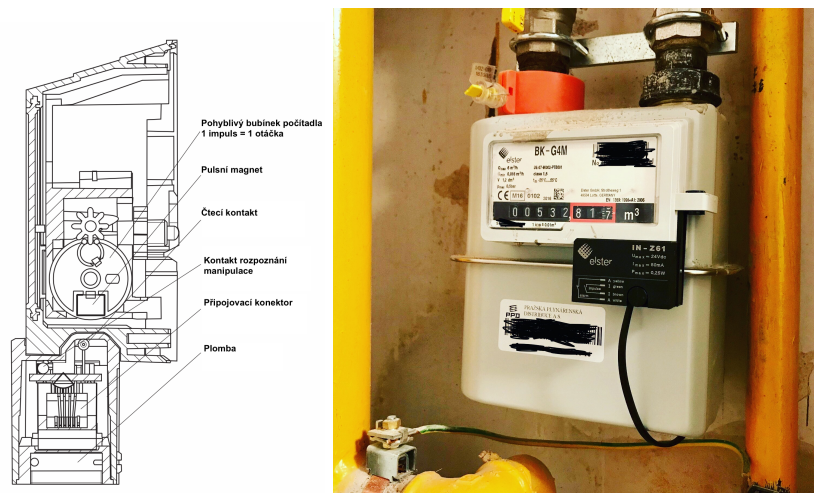
### ■ Bezpečnostní uzávěr vody

V každé z místností, kde je přívod vody (koupelny, kuchyně, prádelna), je umístěn senzor zaplavení. V případě zaznamenání vody senzorem je kromě odeslání notifikace uzavřen přívod vody pomocí elektromagnetického ventilu 2VE16IDA 24VDC - bez napětí otevřen (cena 2.300 Kč s DPH). Jednou týdně je v noci ventil preventivně zavřen a otevřen, aby se předešlo zareznutí. Dále v nepravidelných intervalech v řádu týdnů manuálně testují dovírání ventilu (v rámci prohlídek bytu potencionálními zájemci o chytrou elektroinstalaci). Bohužel ventil v této velikosti nemá žádné koncové kontakty, pomoci kterých by bylo možné funkčnost otestovat bez fyzické přítomnosti v bytě.



### 3.1.2 Plyn

Odběr plynu je měřen pomocí nízkofrekvenčního snímače ELSTER INZ 61, který je umístěn přímo na fakturačním membránovém plynoměru. Situace na místě umožňovala protažení kabelu FTP kategorie 7 průchodem ve stropě přímo k plynoměru (dostačující jsou i nižší kategorie, ale v celém bytě jsem používal kategorii 7, kterou jsem ve větším množství zakoupil na celou instalaci). Maloobchodní cena senzoru je 1.990 Kč s DPH. Snímač je zapojen na Loxone DI Extension - i1 (měření), i2 (sabotáž). Zapojení všech vstupů a výstupů je podrobně znázorněno v příloze J.



**Obrázek 3.2:** Zdroj: Katalogový list výrobce (popis přeložen), fotografie archiv autora

### 3.1.3 Elektrická energie

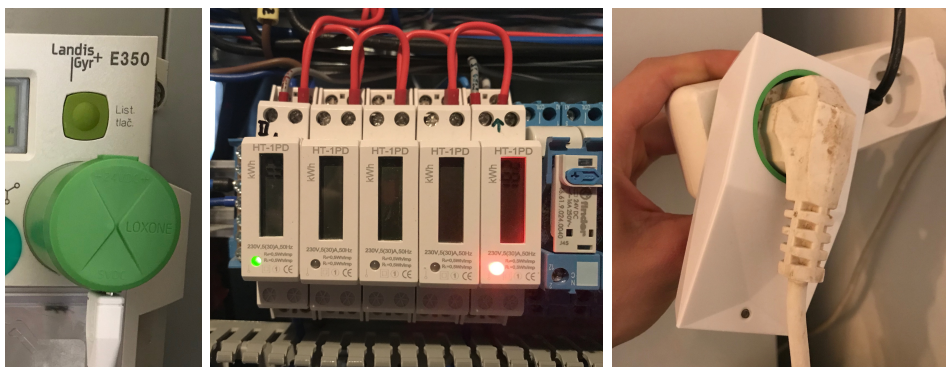
Měření spotřeby elektrické energie jsem zvolil na několika úrovních a tedy i za pomoci různých způsobů získání informací o spotřebě. Prvním důležitým údajem je spotřeba celé bytové jednotky, kterou získávám z elektroměru. Údaj načítám pomocí Loxone IR čítače Air, který se přiloží k odečítacímu místu na elektroměru (celková spotřeba, aktuální příkon). Jedná se o stejnou technologii, kterou používají distributoři při odečtu pro roční zúčtování.

Pro měření spotřeby elektrické energie v jednotlivých pokojích jsem zvolil jednofázové elektroměry Hütermann HT-1PD, s přesností 0,5 Wh na impuls. Instalovány jsou v rozváděči na DIN liště, velikost 1 modul. Do rozváděče je instalováno celkem 5 elektroměrů (viz obrázek 3.3 vlevo). Tři pro jednotlivé pokoje, jeden pro měření spotřeby systému Loxone a jeden slouží pro dočasné

sledování spotřeby zvoleného obvodu. Maloobchodní cena je 360 Kč s DPH. Impulzy budou přivedeny na digitální vstupy Miniserveru i1-i5. V létě roku 2019 jsem provedl instalaci dvou jednotek klimatizace a do rozváděče jsem přidal další dva impulzní elektroměry zapojené na Loxone DI Extension i18-i19. Zapojení všech vstupů a výstupů je podrobně znázorněno v příloze J.

Dalším prvkem pro sledování spotřeby elektrické energie je Smart socket (zobrazen na obrázku 3.3 vpravo), do kterého lze zapojit jakýkoliv spotřebič. Jeho umístění lze jednoduše měnit zapojením do jiné zásuvky a postupně lze tímto způsobem získat informaci o spotřebě téměř všech spotřebičů. Samotné zařízení umí vyhodnocovat okamžitý příkon a spotřebu, měřit teplotu a zároveň je možné zapojený spotřebič spínat (do 3.000 W). Dále je na Smart socket jedno tlačítko, které je možné použít jako programovatelný digitální výstup - například pro manuální spínání zásuvky. Komunikace probíhá přes Air technologii.

Dále je počítána spotřeba podlahových topných rohoží a topných folií za zrcadly z času provozu vynásobeného spočítaným příkonem (druhá mocnina napětí vydělena odporem). Stejným způsobem jsem na začátku roku 2020 měřil i spotřebu osvětlení.



Obrázek 3.3: Loxone IR čítač Air, Hütermann HT-1PD a Smart Socket Air

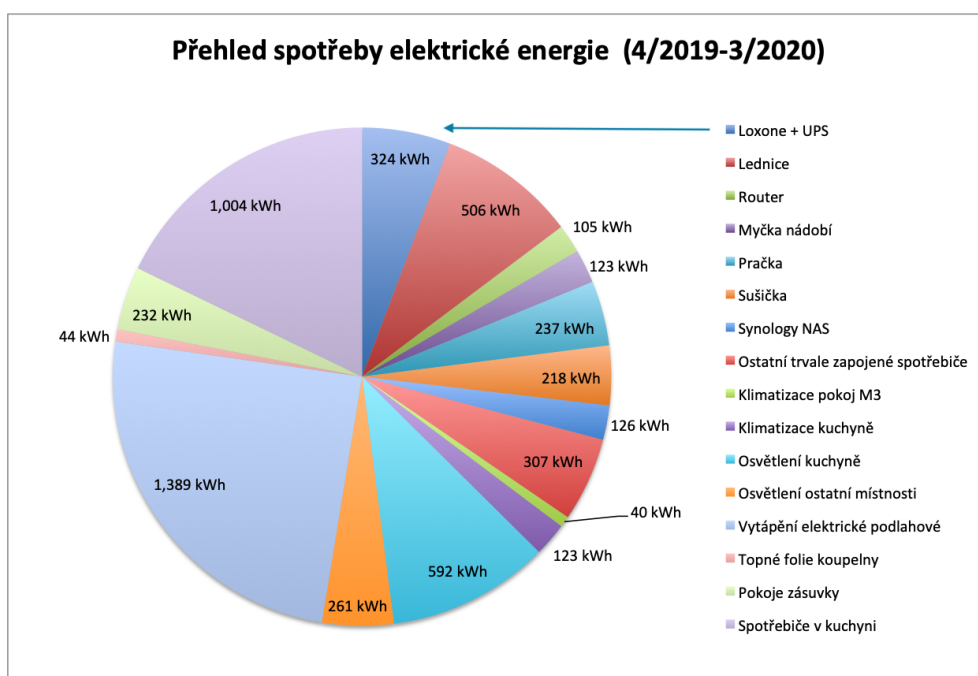
## 3.2 Energymix v období 4/2019 - 3/2020

Z naměřených dat jsem sestavil koláčový graf, který ukazuje podíl na spotřebě jednotlivých sledovaných oblastí/spotřebičů. Tabulka, ze které jsem tento graf sestavil tvoří přílohu D. Přestože jsem byt začal používat již na podzim roku 2018, všechna potřebná data mám k dispozici až od druhého měsíce roku 2019. Z tohoto důvodu jsem zvolil sledované období od dubna 2019 do března 2020. Jedná se zároveň i o účtovací období od dodavatele elektřiny (Pražská

energetika, a.s., od 1.11.2019 eYello CZ, k.s.) a plynu (Pražská plynárenská, a.s.).

Celková spotřeba ve sledovaném období byla 5.630 kWh. Z grafu je patrné, že největší podíl na spotřebě má elektrické podlahové vytápění (1.389 kWh), následované spotřebiči v kuchyni (1.004 kWh). Překvapením pro mne byla spotřeba osvětlení v kuchyni (592 kWh). Ta je způsobena použitím klasických žárovek o celkovém příkonu 360 W, které tvoří dominantní designový prvek kuchyně. Oproti původnímu předpokladu nebylo zatím zbudováno střešní okno, které mělo zajistit dostatek světla během dne i v zimních měsících. Z tohoto důvodu se v této místnosti svítí často i během dne, což se na spotřebě nepříznivě projevuje. Tomuto problému se dále věnuji v sekci 4.1.2.

Tento přehled byl nezbytným podkladem pro návrh úsporných opatření, které jsou rozebrány v kapitole 4. V březnu 2020 je spotřeba ovlivněna pandemií COVID-19, kvůli které byl byt posledních deset dní prázdný. Na druhou stranu mi tento stav poprvé umožnil sledovat klidové chování bytu a provést několik měření, která by za běžného provozu nebylo možné provést (například tepelnou ztrátu zásobníku na vodu, vývoj teploty v místnostech bez vytápění, aj.)

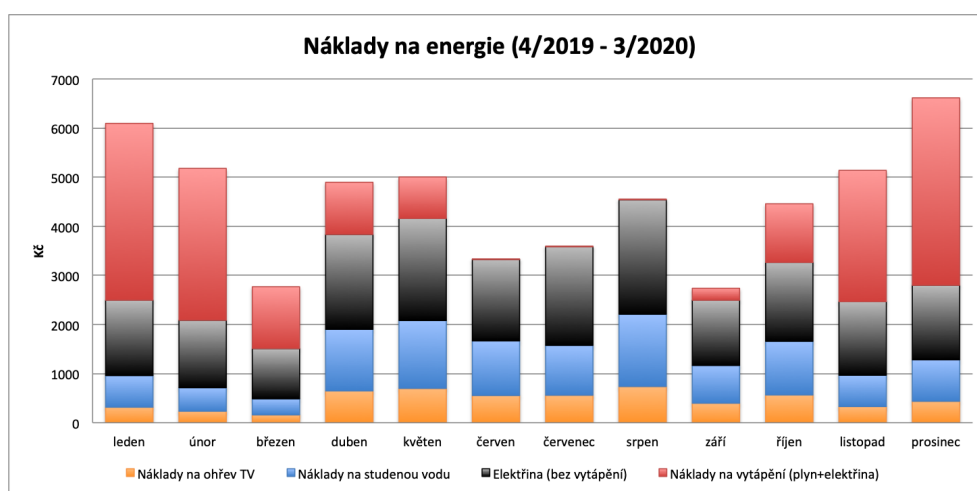


**Obrázek 3.4:** Přehled spotřeby elektrické energie (4/2019-3/2020)

### 3.3 Náklady na provoz bytu 4/2019 - 3/2020

Další důležitou informací pro vlastníky nemovitostí jsou celkové náklady na energie (elektrická energie, plyn a voda). Aby měl graf, kromě celkových nákladů, vypovídající hodnotu, rozhodl jsem se náklady rozdělit do kategorií - studená voda, ohřev TV, vytápění, elektřina bez vytápění. Jak je patrné z grafu 3.5, náklady se během roku výrazně neměnily (vyjma září 2019 a března 2020). V září 2019 byli v bytě nepravidelně pouze dva lidé a zároveň bylo ideální počasí, kdy nebyla potřeba ani chladit a ani vytápět. V březnu 2020 je spotřeba ovlivněna pandemií COVID-19, kvůli které byl byt posledních deset dní prázdný. Dále je z grafu zřetelná jiná struktura nákladů, kdy přes zimu převažují náklady na vytápění, zatímco v letních měsících spotřeba vody a elektrické energie z důvodu vyššího počtu hostů.

Tabulka, ze které jsem graf vytvořil je předmětem přílohy E.



Obrázek 3.5: Náklady na energie (4/2019-3/2020)

### 3.4 Náklady na provoz chytrého systému

Náklady na provoz chytrého systému vypočítávám přes data získána z impulzního elektroměru v rozváděči. K napsání této sekce mne přivedla četnost otázek na toto téma. Systém Loxone jsem měl nejprve v provozu bez zálohovacího systému UPS a mohl jsem tedy určit jeho samotnou spotřebu a následně i spotřebu se zálohováním.

### 3.4.1 Napájení systému

Pro řídicí část jsem zvolil kombinaci zdrojů TDK Lambda 30-24 pro komponenty umístěné v RH2 a zdroje TDK Lambda 60-24 pro komponenty umístěné mimo rozváděč (např. pohybové senzory, tlačítka, digitální vstupy) a elektronický zámek vchodových dveří (opatřen vlastní pojistkou pro případ poruchy). Dále celkem tři zdroje napájení osvětlení – TDK Lambda 120-12 a dvakrát Meanwell ELG-240-24A.

### 3.4.2 Zálohování systému

Jako záložní zdroj pro napájení řídicího systému a jeho příslušenství jsem zvolil UPS EATON E5-1500i USB se zdánlivým výkonem 1.500 VA (cena 3.500 Kč). Zálohování je tedy na napěťové hladině 230 V střídavého napětí. Hlavním důvodem zálohování je umožnění přístupu do objektu pro případ výpadku dodávky z distribuční soustavy.

UPS je umístěna v technické místnosti z důvodu hlučnosti zařízení. Propojení s rozváděčem RH2 je realizováno pomocí dvou 3x2,5 mm<sup>2</sup> CYKY kabelů. V rozváděči je propojení na samostatné svorkovnici, která je označena nápisem "POZOR POD NAPĚTÍM Z UPS". Z UPS je napájen pouze zdroj TDK Lambda 30-24 a TDK Lambda 60-24 a napětí z UPS tedy není vyvedeno ven z RH2.

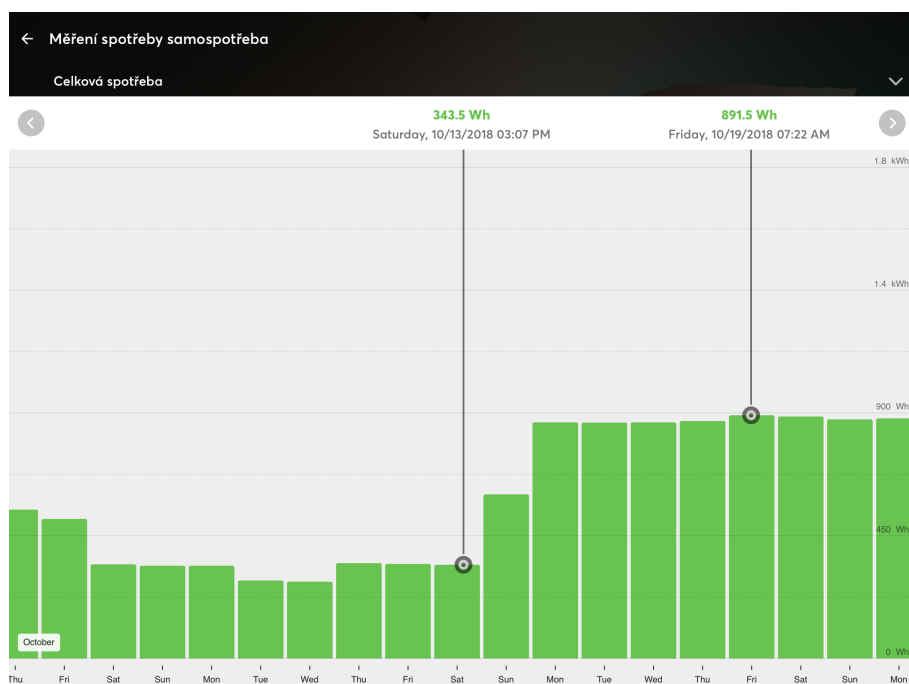
Další možností může být zálohování na hladině 24 V stejnosměrného napětí, což je z pohledu efektivnosti lepší varianta, nicméně hlavním problémem je fakt, že v případě, kdy systém plní funkci alarmu je zapotřebí mít záložní zdroj i pro router, který ovšem má napájecí napětí 12 V. V tomto případě je nutné řešit zálohu routeru zvlášť, což nemusí být nutně problémem, pokud investor uvažuje o zálohování i například pro počítač či jiné zařízení. Další možností řešení tohoto problému je použití GSM modulu (napětí 24 V), který v případě narušení odešle uživateli textovou zprávu či provede telefonní hovor. Uživatel tím ale ztrácí možnost kontroly objektu a proto toto řešení nedává smysl.

Jako příklad výše uvedeného řešení mohu uvést instalaci ze začátku 2020, kdy jsem použil průmyslový napájecí zdroj Meanwell DR-UPS40 doplněný dvojicí hermetizovaných Pb akumulátorů 12V / 7,2 Ah zapojených v sérii. Během testu bylo zálohování schopné udržet systém (pouze Loxone bez

osvětlení) v provozu přes 24 hodin. Cena tohoto řešení byla přibližně 2.000 Kč s DPH. Zálohování routeru je řešeno zvlášť.

### 3.4.3 Dlouhodobé měření samospotřeby

Po vyhodnocení denní spotřeby elektrické energie, jsem dospěl k závěru, že samotný systém (Loxone Miniserver + Extensions) má spotřebu okolo 14,3 W, dále pak zálohovací systém má stand-by příkon 23,2 W. Dohromady tedy 37,5 W, což výpočtem představuje roční spotřebu přibližně 328,5 kWh (bez záložního zdroje 125 kWh). Skutečná spotřeba za celý rok 2019 byla 321,8 kWh, rozdíly jsou způsobeny různým zatížením systému během roku. Při účtované ceně elektrické energie 4,69 Kč/kWh byly náklady v roce 2019 v celkové výši 1.509 Kč s DPH (bez zálohování by byla cena 586 Kč s DPH). Bohužel nemám k dispozici data o spotřebě druhé varianty zálohování na hladině napětí 24 V popsané v předchozí kapitole, kdy předpokládám, že stand-by spotřeba je výrazně nižší a lze tedy výrazně ušetřit na provozních nákladech.



Obrázek 3.6: Samospotřeba bez UPS / s UPS

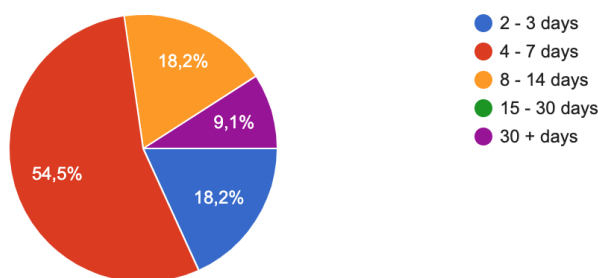
## 3.5 Výsledky průzkumu spokojenosti a zkušeností uživatelů

Jak již bylo zmíněno v úvodním popisu bytu, aktuálně jedna část bytu slouží pro zájemce o otestování chytrého bydlení [9], případně pro krátkodobé až střednědobé pobyty našich přátel. Tato skutečnost mi dala možnost provést průzkum vnímání bytu uživatelského pohledu nově příchozích lidí, kteří až na výjimky neměli předchozí zkušenost s chytrou elektroinstalací. Po pobytu jsem vždy odeslal dotazník, který je přílohou F. Vždy jsem respondenty prosil o upřímné vyplnění, abych měl reálný pohled uživatelů na celý koncept.

Za dobu vypracování této diplomové práce mi přišlo celkem 11 odpovědí. Dotazník se vždy vyplňoval za ubytovanou skupinu dvou až tří lidí. Přes polovina pobytů měla délku od 4 do 7 dnů. Zastoupení měly všechny věkové kategorie, přičemž byla nejpočetnější skupina respondentů od 21 do 30 let. Přibližně polovina respondentů byla ze zemí Evropské unie. Pro více než 80 % lidí se jednalo o první zkušenost s chytrou elektroinstalací, přesto nikdo z respondentů neměl podle výsledků problém s ovládáním a chováním automatického systému, se vstupem do bytu pomocí NFC čipu ani s ovládáním světel. Na otázku jak bylo náročné se naučit se systémem, všichni respondenti odpověděli jednoduché, přes 63 % dokonce jako velmi jednoduché. Přibližně čtvrtina lidí zkusila přístup k ovládání bytu přes aplikaci Loxone v mobilním telefonu či tabletu. Zaznemenané výsledky průzkumu jsou zachyceny na grafech níže na obrázcích 3.7 až 3.11.

How many days have you stayed?

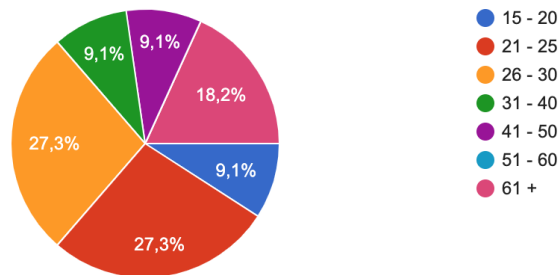
11 odpovědí



**Obrázek 3.7:** Dotazník - Kolik dní jste ve zkušebním bytě strávili?

What is your age?

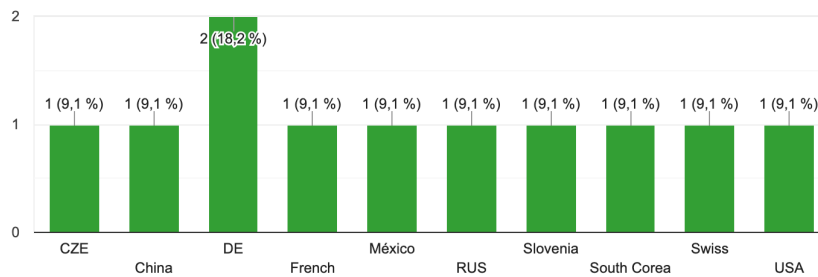
11 odpovědí



Obrázek 3.8: Dotazník - Kolik je Vám let?

What is your nationality?

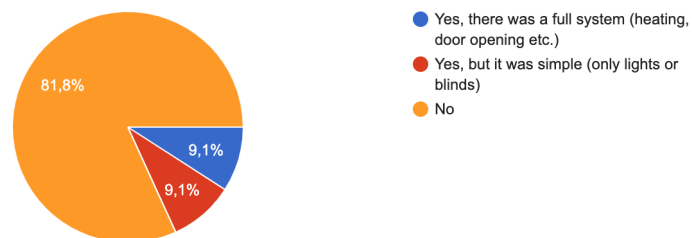
11 odpovědí



Obrázek 3.9: Dotazník - Jaká je Vaše národnost?

Have you ever been in a smart home? (automatic lights, etc.)

11 odpovědí

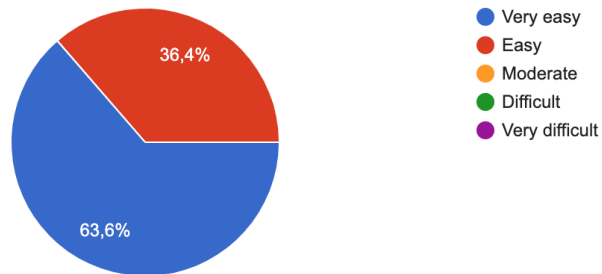


Obrázek 3.10: Dotazník - Už jste někdy vyzkoušeli pobyt v chytrém domě?



How difficult was to learn how to control an apartment with smart system?

11 odpovědí



**Obrázek 3.11:** Dotazník - Jak bylo náročné se naučit ovládat chytrou elektroinstalaci?

Jak jsem již zmínil, mám k dispozici pouze 11 vyplněných dotazníků. Bohužel se nejedná o dostatečně velký soubor dat pro hlubší vyhodnocení korelace mezi národnostmi, věkem a délkou pobytu, pro kterou bych potřeboval spíše stovky odpovědí, jejichž získání je nad rámec této diplomové práce.



## Kapitola 4

### Úsporná opatření a optimalizace nastavení

Úsporná opatření je možné rozdělit do dvou, respektive tří kategorií a to požadující investici, softwarové a uživatelské. Investiční znamenají náhradu starého a zakoupení nového zařízení. Je tedy nezbytné provést ekonomické vyhodnocení. Pro vyhodnocení ekonomické výhodnosti jsem využil dva nejpoužívanější nástroje hodnocení investic a to čistou současnou hodnotu (NPV). Teorii zabývající se problematikou použití výše uvedených ukazatelů jsem popsal ve své bakalářské práci [4] v kapitole 8.

Druhou kategorií jsou opatření softwarová, kdy lze úspory dosáhnout pouhou změnou programu. Nelze tvrdit, že vstupní náklady jsou nulové, jelikož minimálně investuji čas, případně peníze na úpravu programu. Nicméně tuto položku v této práci zanedbávám, protože předpokládám, že instalační firma provede tuto úsporu při instalaci systému, případně v rámci servisní schůzky u klienta.

Poslední kategorii jsem pojmenoval uživatelskou. Ač se jedná o chytrou instalaci, je stále mnoho oblastí, které závisí pouze na chování uživatele, který může změnou svých návyků pomoci ke snížení spotřeby elektrické energie. Jedná se například o vhodné používání programů spotřebičů.

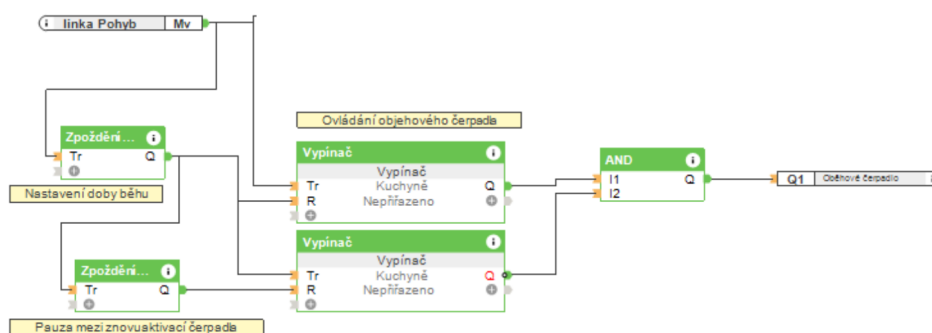
Nutné říci, jak jsem se sám při psaní této práce přesvědčil, že chytrý byt je pro hledání úspor silným nástrojem. Bez naměřených dat a jejich náhledu v aplikaci by bylo nalezení úspor náročnější a tedy i časově delší a nákladnější. Hlavně pokud přihlédnu k faktu, že pro běžného uživatele je zásadní jednoduchost dostupnosti dat.

## 4.1 Opatření vyžadující investici

### 4.1.1 Použití oběhového (cirkulačního) čerpadla

Zásobník na teplou vodu (TV) se nachází v technické místnosti, ze které je do kuchyně potrubí s teplou vodou dlouhé 11 metrů. Z tohoto důvodu je zde nainstalováno oběhové (cirkulační) čerpadlo Wilo-Star Z NOVA, díky kterému není potřeba odtáčet z potrubí již vychladlou vodu a čekat tak na dopravení teplé vody ze zásobníku. Kromě zvýšení komfortu, resp. úspory času uživatele je výhodou i úspora vody a skutečnost, že se do zásobníku vrací voda teplejší než z vodovodního řádu studené vody.

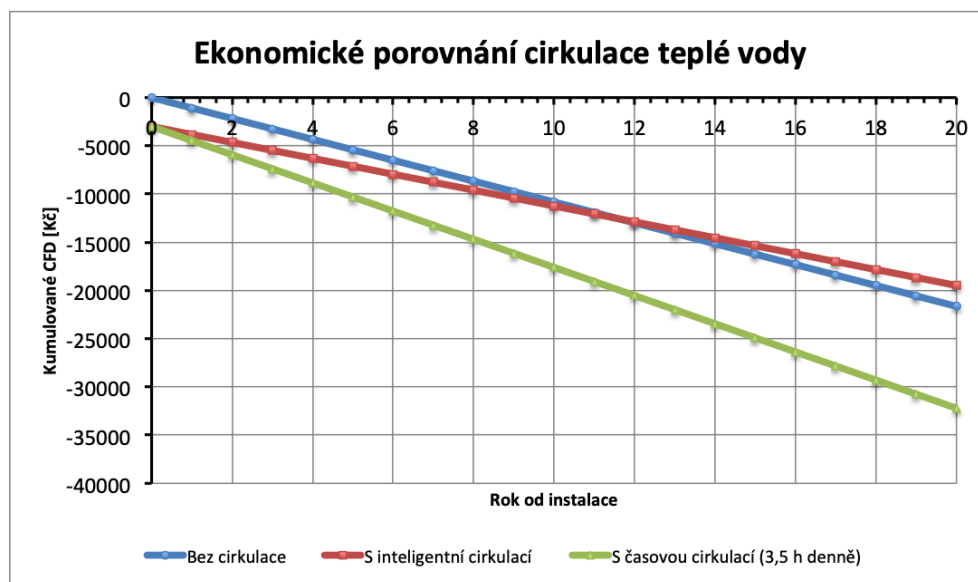
Bez chytré elektroinstalace se používají zpravidla dva způsoby ovládání oběhového čerpadla. Prvním je použití tlačítka nad vodovodní baterií, kdy uživatel musí provést zapnutí manuálně, většinou v kombinaci s časovým relé. Nevýhodou je, že uživatel musí pár sekund počkat. Druhou možností je použití časových hodin, kdy si uživatel nastaví časový interval například pro ranní a večerní hodiny. Nevýhodou je skutečnost, že si uživatel několik hodin vychlazuje zásobník nezávisle na tom, zda vodu fyzicky odebírá. Druhá nevýhoda je, že v případě, kdy uživatel chce odebrat vodu v čase mimo nastavený interval, není cirkulace funkční.



Obrázek 4.1: Ovládání oběhového čerpadla

V tomto projektu jsem pro ovládání oběhového čerpadla použil senzor pohybu nad kuchyňskou linkou. Empiricky jsem určil dva koeficienty - dobu běhu čerpadla nutnou pro dopravení TV k vodovodní baterii (45 sekund) a koeficient pro opětovné zapnutí čerpadla (15 minut). V případě zaznamenání pohybu se tedy zapne čerpadlo za předpokladu, že v posledních 15 minutách neběželo.

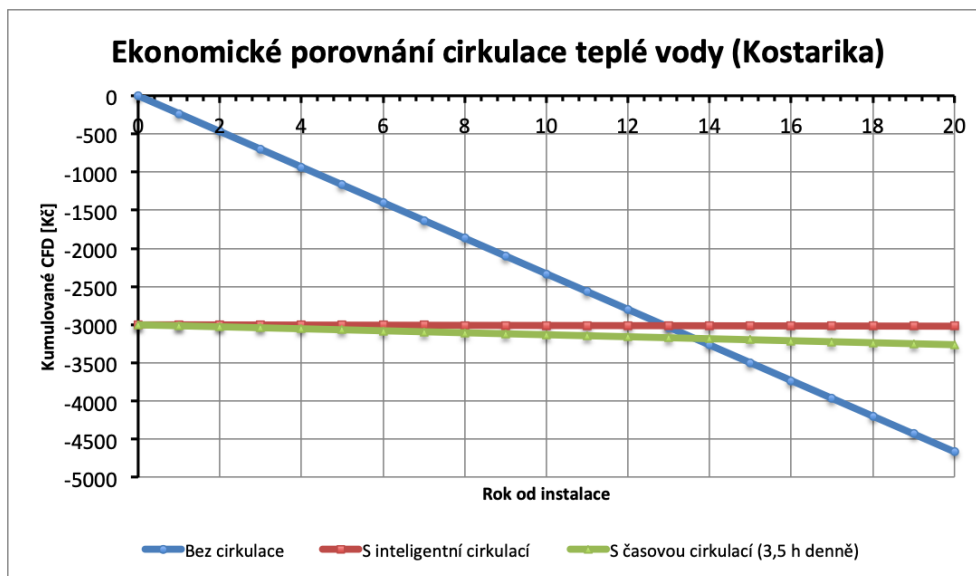
Na základě provedených měření jsem provedl ekonomické vyhodnocení ve třech variantách. První varianta bez cirkulace vody, kdy uživatel nechá v 50 % případů studenou vodu odtéci do kanalizace a do zásobníku TV je dopuštěna voda z vodovodního řádu. Druhá varianta představuje stav popsany v odstavci výše a třetí je počítána s použitím časového spínače 3,5 hodiny denně. Výsledky výpočtu jsou zobrazeny graficky na obrázku 4.2.



**Obrázek 4.2:** Ekonomické porovnání cirkulace teplé vody

Shodou okolností jsem při studiu na zahraniční univerzitě (Kostarika), kde jsem zpracovával tuto diplomovou práci, bydlel v apartmánu, kde bylo nutné na teplou vodu čekat průměrně minutu a nechat odtéci 7 litrů vody. Při sprchování jednou denně se jedná o 2,555 litrů vody za rok. Nicméně je potřeba předpokládat, že uživatel při takto dlouhém čase nečeká ve sprše, ale vytvoří si určitý rituál, kdy zapne kohoutek s teplou vodou před sprchováním a ještě z koupelny odejde a nevrátí se přesně za minutu. Můj osobní odhad je, že jsem se průměrně vracel za 2 minuty, tedy ročně se jedná přibližně o 5,1 kubických metrů teplé vody. Jelikož jsou zde tři apartmány se stejným zdrojem studené vody, lze předpokládat roční ztrátu vody na 15,3 kubických metrů. Cena vody je oproti Praze poloviční a ohřev vody je realizován pomocí solárních kolektorů s dostatečným dimenzováním, které jsou schopné ochlazování cirkulací vykrýt. S těmito vstupními parametry jsem provedl ekonomický výpočet, jehož výsledky jsou graficky zachyceny na obrázku 4.3.

Výsledek výpočtu pro tyto dva konkrétní případy nelze brát jako obecný výsledek, jelikož do výpočtu vstupuje mnoho dalších proměnných - pravidelnost chodu domácnosti, způsob ohřevu vody, ukázněnost uživatelů, cena vody a energií. Dále je třeba brát v potaz, že cirkulace vody je instalována také za účelem zvýšení komfortu bydlení. V provedení s inteligentní elektroinstalací je oproti variantě časového spínání výhodou, že dodávka TV



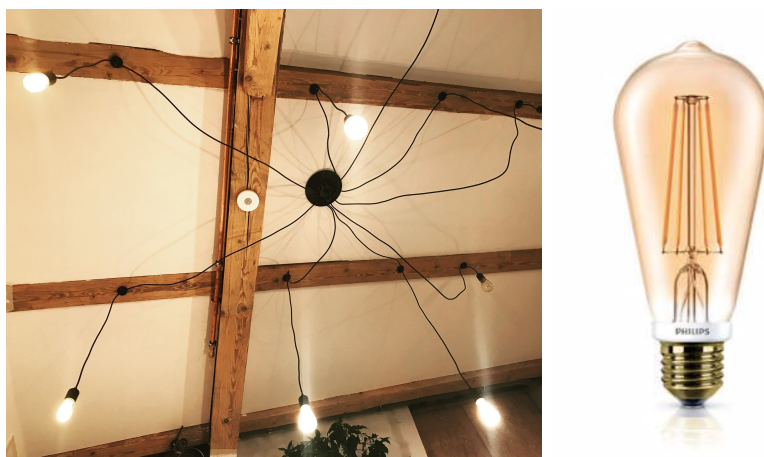
Obrázek 4.3: Ekonomické porovnání cirkulace teplé vody - apartmán Kostarika

funguje po celý den, což je žádoucí zvláště u domácností s nepravidelným časovým harmonogramem. Je proto vhodné vždy provést výpočet pro konkrétní instalaci.

#### 4.1.2 Výměna světelného zdroje v kuchyni

Z dat popsaných v sekci 3.2 vyplynula celková spotřeba světla v kuchyni 592 kWh (zapnuto přibližně 1.645 hodin), což představuje roční náklady 2.776 Kč. Je tedy namístě zvážit výměnu obyčejných žárovek za úsporné LED žárovky. Abych zachoval designový prvek, vybral jsem jako vhodnou náhradu LED žárovky Philips Flame Dimmable Bulb (Dimmable) 7 W [8], které lze zakoupit za cenu 260 Kč s DPH. V počtu 7 ks tato výměna představuje investici 1.820 Kč, přičemž dojde ke snížení příkonu z 350 na 49 W (dosavadní žárovky mají příkon 60 W, ale jsou stmívané na 80 %). Předpokládaná roční úspora činí 495,1 kWh, tedy 2.139 Kč.

V tomto případě je zřejmé, že nemusím provádět odbornější výpočet pomocí ekonomických ukazatelů, jelikož je na první pohled návratnost méně než jeden rok. Rychlá návratnost je dána nadstandardním využitím v této centrální místnosti s nedostatečným denním světlem. Je nutné brát v úvahu, že během zimních měsíců tento světelný zdroj nesporně přispívá také k vytápění kuchyně, nicméně naopak během letních měsíců je tento jev nežádoucí, jelikož zvyšuje požadavky na chlazení. Z tohoto důvodu jsem tento faktor nebral v úvahu, nicméně v místnostech s dostatečným denním světlem během dne je



**Obrázek 4.4:** Osvětlení kuchyně, Zdroj žárovky: [8]

zahrnutí do výpočtu vhodné.

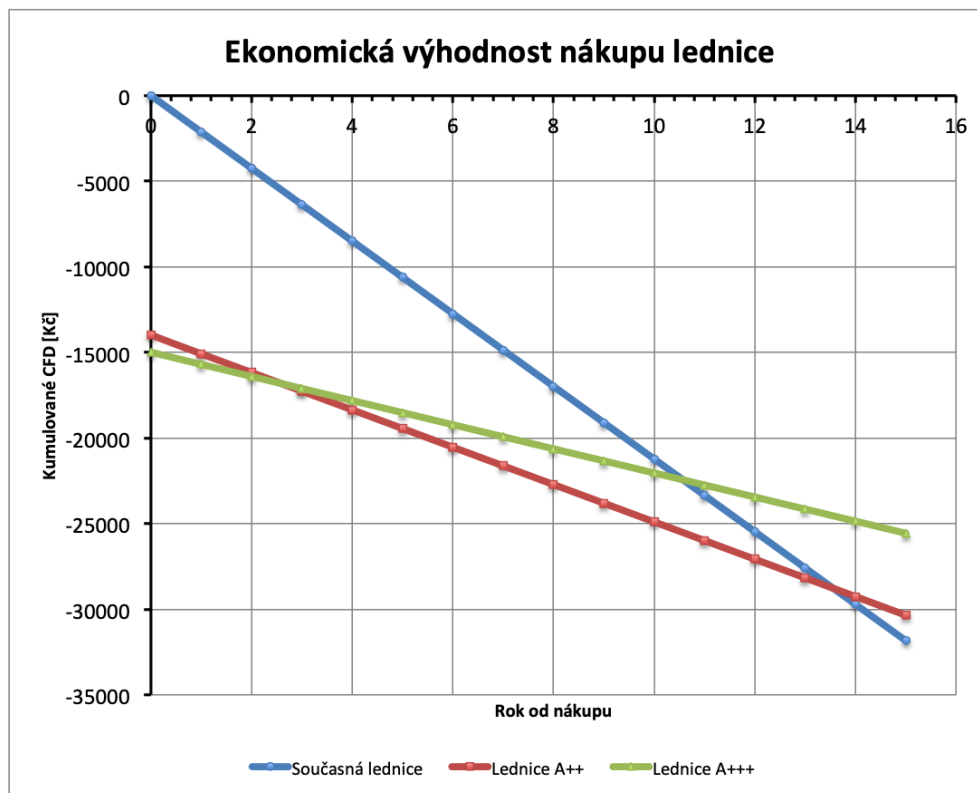
### ■ 4.1.3 Výměna staré lednice

Čtvrtým největším konzumentem elektrické energie je lednice Electrolux ER 3417 X vyrobená v roce 1997. Jelikož spolehlivě funguje již 23 let nechtěl jsem ji měnit za novější, u které je předpoklad kratší životnosti. Celková roční spotřeba byla 506 kWh, tedy průměrně 1,39 kWh denně.

Provedl jsem porovnání ekonomické výhodnosti varianty současného stavu, nákupu nové lednice A++ (260 kWh/rok) a nákupu nové lednice A+++ (168 kWh/rok). Nové lednice jsem vybíral tak, aby parametrově byly co nejvíce podobné současnému stavu. I přesto jsem narazil na cenové rozpětí v řádu tisíců korun. Všeobecně ovšem platí, že cenový rozdíl mezi energetickou třídou A++ a A+++ je téměř zanedbatelný, což nelze říci o spotřebě. Počítal jsem s aktuální variabilní složkou ceny elektrické energie 4,32 Kč/kWh a očekávaný roční nárůst o 3 %. Diskont jsem volil 3 %.

Graf na obrázku 4.5 zobrazuje diskontovaný kumulovaný peněžní tok (CFD) v jednotlivých letech od investice. Z grafu je patrné, že cenový rozdíl mezi lednicí A++ a A+++ je na nákladech za elektřinu zaplacen za přibližně 3 roky. Lze tedy v případě nákupu nové lednice doporučit energetickou třídu A+++ , oproti nižší třídě A++. Pokud bych měl vyhodnotit nahrazení stávající lednice novou úspornější lednicí, pak z ekonomického hlediska je návratnost 10 let u lednice A+++ , respektive 13 let u varianty A++. Z tohoto důvodu a vzhledem ke spolehlivosti současné lednice, jsem se rozhodl pokračovat se

sledováním spotřeby a v případě, kdy by došlo k jejímu zvýšení, provedl bych přepočítání návratnosti. Je také otázkou, zda v současné době vyráběné lednice budou mít alespoň patnáctiletou životnost, se kterou jsem v tomto výpočtu kalkuloval. V případě poruchy stávající lednice bych zakoupil novou lednici v energetické třídě A+++.



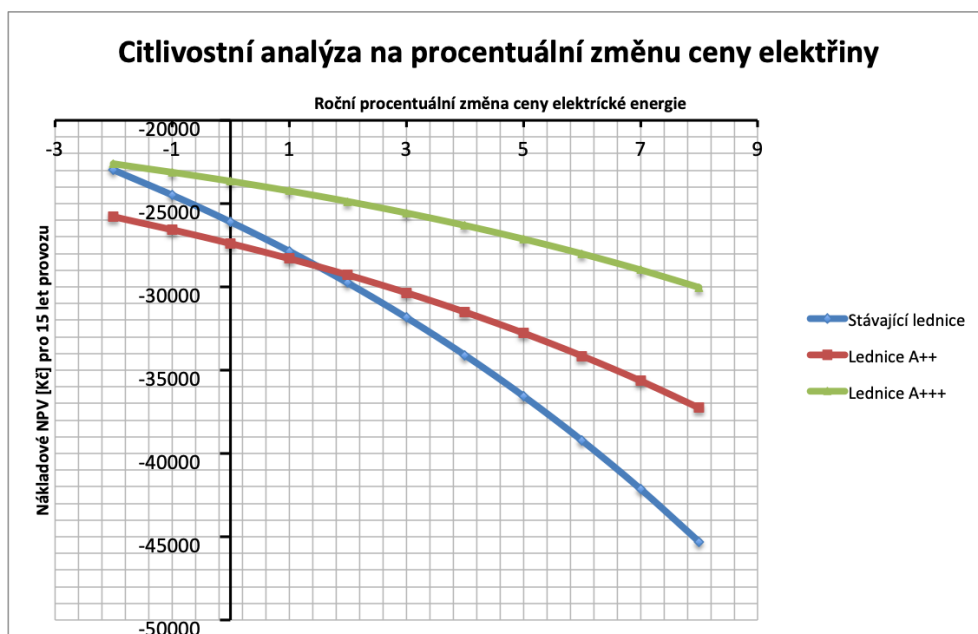
**Obrázek 4.5:** Diskontovaný kumulovaný peněžní tok (CFD) - nákup lednice

Dále jsem provedl citlivostní analýzu na roční procentuální změnu ceny elektrické energie od dvouprocentního poklesu až po osmiprocentní nárůst. Předmětem analýzy je nákladové NPV v horizontu 15 let od investice. Z grafu na obrázku 4.6 lze vyčíst, že v případě ročního růstu ceny elektřiny už pouze v řádu desetin procenta, je investice do lednice energetické třídy A++ nevratná. Celý výpočet je k nahlédnutí v souboru vypocet-vyhodnosti.xlsx, který je součástí elektronické přílohy této práce.

#### 4.1.4 Zateplení střechy

Aktuálně náklady na vytápění tvoří největší část ze spotřeby elektrické energie i plynu. Z tohoto důvodu jsem se zaměřil i na variantu investice do lepšího zateplení střechy, kterou bude zapotřebí z důvodu nevyhovujícího stavu





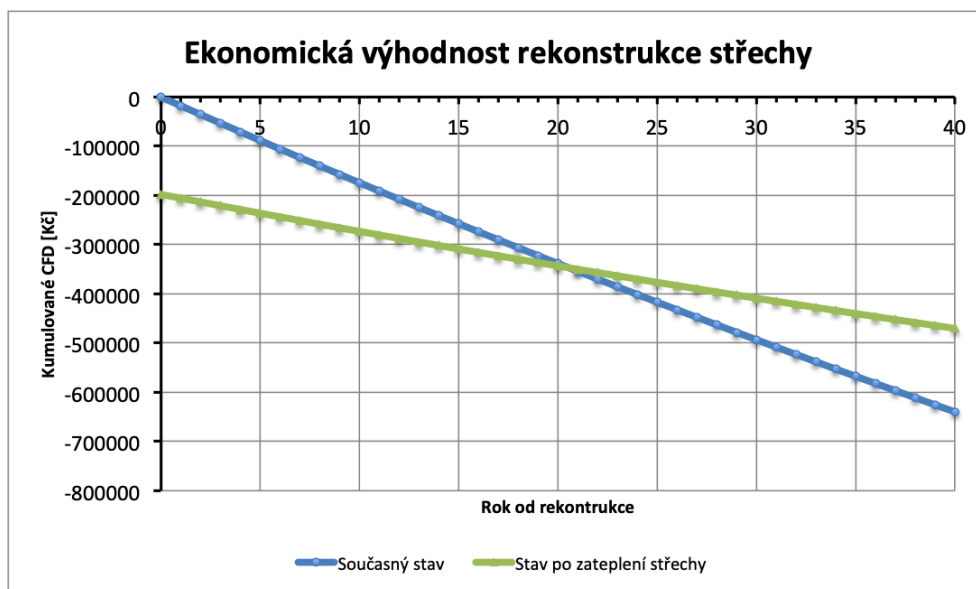
**Obrázek 4.6:** Citlivostní analýza na roční procentuální změnu ceny elektrické energie

v nejbližší budoucnosti vyměnit. Jedná se pouze o střechu do vnitrobloku, tedy střecha nad celým bytem vyjma obytného pokoje M3. Nad pokojem M3 již bylo provedeno lepší zateplení střechy v rámci rekonstrukce a to 25 cm minerální vaty. Stejně tak je i zateplena stěna se sousedním volným půdním prostorem a v této místnosti je zároveň moderní okno s trojsklem. Není zde tedy již mnoho prostoru pro zlepšení bez vlivu na zmenšení místnosti. V obytných místnostech M1, M2 a na chodbě jsou stále stará původní okna instalovaná okolo roku 1995 při poslední rekonstrukci domu, které by bylo také vhodné vyměnit.

Nechal jsem si zpracovat nabídky na opravu střechy od několika firem, které zahrnují i dozateplení, a vybral jsem nejvíce vyhovující nabídku. Do kalkulace pro ekonomické vyhodnocení jsem bral pouze částku 197.800 Kč, která připadá na zateplení, tedy předpokládám, že by oprava střešní krytiny byla nutná i bez provedení zateplení. Pro výpočet předpokládám úsporu jak na vytápění, tak i na chlazení (vyjma pokoje M3). Předpokládám optimistickou úsporu plynu ve výši 50 % a elektrické energie 70 %. U plynu předpokládám nižší úsporu z důvodu, že je s ním vytápěna i místnost M3, ve které k úspoře nedojde. Přesný výpočet úspory by byl nad rámec rozsahu této diplomové práce.

Dalšími předpoklady pro výpočet návratnosti jsou růst ceny elektrické energie o 3 % a růst ceny plynu o 2 % ročně za rok. Zvolil jsem diskont 3 %. Jak je patrné z grafu na obrázku 4.7, je návratnost investice při takto

zvolených podmínkách přes 20 let. Z důvodu dlouhé návratnosti bych tuto investici nerealizoval, jelikož se jedná o investici zhodnocující budovu, která má ovšem pouze malý (spíše žádný) vliv na prodejní cenu bytu a nejsem si jistý, jestli v tomto horizontu budu ještě vlastníkem bytu.



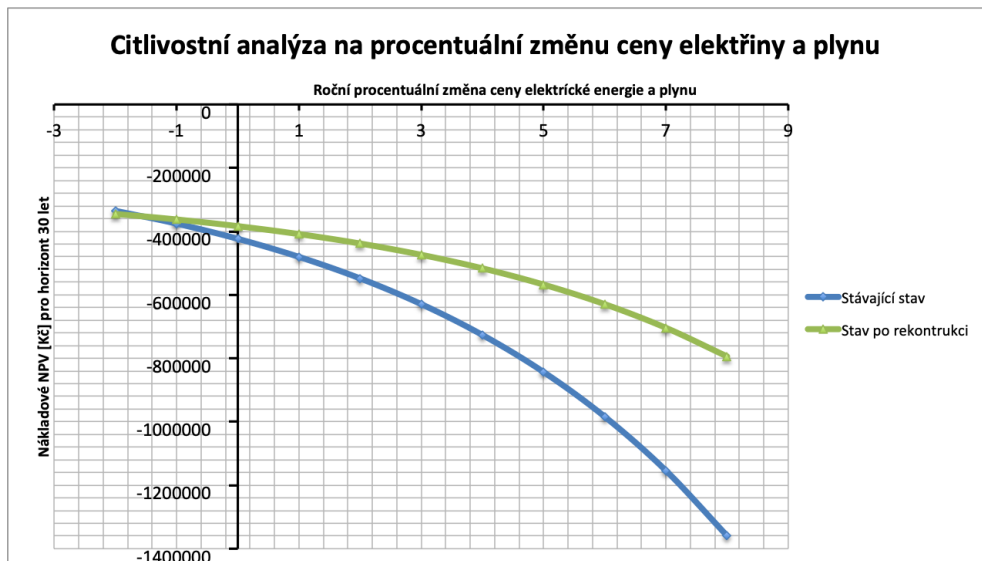
**Obrázek 4.7:** Diskontovaný kumulovaný peněžní tok (CFD) - rekonstrukce střechy

Dále jsem provedl citlivostní analýzu na roční procentuální změnu ceny elektrické energie a plynu od dvouprocentního poklesu až po osmiprocentní nárůst. Předmětem analýzy je nákladové NPV v horizontu 40 let od investice. Výsledek analýzy je zobrazen na grafu 4.8. Jelikož se investiční horizont i výše ročních nákladů pohybuje řádově výše, než v předchozím výpočtu u lednice, je znatelná vyšší citlivost na vývoj ceny energií. Dokonce v případě, kdy by byl roční pokles ceny energií ke dvěma procentům, nebyla by návratnost investice ani ve sledovaném horizontu 40 let.

## 4.2 Softwarová opatření

### 4.2.1 Podmínky spuštění topných folií za zrcadlem

V prvních měsících používání bytu jsem nastavil, aby se topné folie za zrcadlem zapínaly společně s osvětlením. Folie mají příkon od 12,5 W do 100 W (podle velikosti), což při průměrném denním svícení 2 - 3 hodiny znamená roční spotřebu okolo 110 kWh na koupelnu.



**Obrázek 4.8:** Citlivostní analýza na roční procentuální změnu ceny elektrické energie a plynu

Jelikož se jednalo o nezanedbatelnou hodnotu, přemýšlel jsem nad různými možnostmi, jak dosáhnout snížení, ale ne na úkor funkce folie. Nabízela se možnost podmínky zapnutí na večerní čas, což ovšem vzhledem k tomu, že využití sprchy je nepravidelné v rámci denní doby, nedávalo smysl. Následně mne napadlo, že mohu využít vodoměru a podmínit tak zapnutí folie na odběr vody.

Z měření za posledních 12 měsíců vyplynula vysoká účinnost tohoto opatření. V koupelně M2 došlo k úspoře 75 %, v koupelně M3 byla úspora 77 % při plném zachování účelu folie, tj. nezamlžování zrcadla během koupání/sprchování. Vyjádřeno penězi byla roční úspora 585 Kč.



**Obrázek 4.9:** Topná folie na zadní straně zrcadla proti mlžení

## 4.3 Úspory změnou uživatelského chování

### 4.3.1 Změna programu u myčky nádobí

Součástí analýzy spotřeby elektrické energie bylo i zkoumání spotřeby podle zvoleného programu mytí (myčka Beko DIS26020). Intuitivně jsme používali nejkratší program Quick & Shine s trváním 58 minut, který jak je patrné z tabulky 4.1 má spotřebu 2x vyšší než Automatický program a 2,5 krát vyšší než program Eco. Pro doplnění jsem do tabulky doplnil i údaje o spotřebě vody a teplotě mytí. Oba tyto údaje jsou převzaty z návodu k použití výrobce. Pokud porovnám deklarované údaje o spotřebě elektrické energie, jsou u programu Eco a Automatický nepatrně nižší a naopak u programu Quick & Shine o polovinu vyšší.

Program	Délka	Teplota mytí	Množství vody	Spotřeba
Eco	239 min	50 °C	10 l	0,65 kWh
Automatický	92 - 173 min	45 - 65 °C	13 - 17 l	0,85 kWh
Quick & Shine	58 min	60 °C	11 l	1,6 kWh

**Tabulka 4.1:** Údaje o mycích programech myčky nádobí Beko DIS26020

Při subjektivním porovnání výsledků umytí jsem nepozoroval nedostatky v žádném z programů. Pokud tedy není situace, kdy potřebuji rychle umýt nádobí, používám program Eco, který sice trvá 4 hodiny, ale spotřebuje nejméně energie i vody. Jelikož je pod myčkou umístěn senzor zaplavení, mohu nechat nádobí umýt i pokud odcházím z bytu.

Při mytí 4x za týden činní roční úspora při používání programu Eco oproti Quick & Shine celkem 198 kWh, tedy 929 Kč. Je zde třeba ještě posoudit otázku vyššího opotřebení spotřebiče vlivem delšího programu. Bohužel vyhodnocení tohoto aspektu by bylo nad rámec této práce, nicméně se domnívám, že by nemělo docházet k výraznému snížení životnosti spotřebiče, jelikož se na druhou stranu myje při nižší teplotě.

## Kapitola 5

### Zhodnocení projektu

Oblast chytrého bydlení je dynamicky se rozvíjejícím oborem, který jenom za více než dvouleté období psaní této práce zaznamenal značný posun dopředu. Jednoznačným technickým trendem je vývoj "chytřejších" prvků komunikujících po sběrnici či bezdrátově na úkor digitálních či analogových vstupů a výstupů. Dále se objevují snahy výrobců o vývoj produktů, které mohou nabídnout dodatečným prodejem a s tím související snaha zpřístupnění programové části pro laické uživatele. Z mého pohledu se jedná o pozitivní směr, jelikož se snižuje závislost na montážní firmě, což je pro uživatele důležitý parametr.

Pokud bych měl srovnat chytrou elektroinstalaci s klasickou, nepochybně přináší uživatelům mnoho benefitů. Důležitým faktorem pro spokojenost uživatelů je dobré porozumění projektanta a budoucích majitelů. Objekt má mít takový stupeň automatizace a funkcí, aby byla pro uživatele pochopitelná a rozhodně je na škodu přetechnizace. Z výsledku průzkumu zkušeností a pocitů návštěvníků, kteří v chytrém bytě strávili od pár dní do několika týdnů vyplývá, že nově příchozím obyvatelům nečiní ovládání chytrého bytu problém. Nezbytná je ovšem méně než desetiminutová úvodní ukáзка, která nově příchozí seznámí především s chováním světel a nočním režimem. Není tedy namísto obava, že návštěvy mohou mít s chytrou instalací problém.

Největší devizou se ukazuje výrazné zvýšení komfortu bydlení, s čím souvisí také mnohem jednodušší a přehlednější ovládání domu a vyvarování se situací, kdy zařízení v domě fungují proti sobě (například klimatizace x vytápění). Obtížně lze vyčíslit, jak velkých úspor energie dokážeme zásluhou chytré instalace dosáhnout. Ve sledovaném bytě se mi podařilo detailní analýzou

dat o spotřebách rozklíčovat energetickou náročnost zařízení a dosáhnout tak konkrétních úspor (podrobněji popsáno v kapitole "Úsporná opatření a optimalizace nastavení" na straně 35). Výsledky analýzy pro mne byly z určitého pohledu překvapivé a přivedly mne k myšlence, kdy zpracování podobné analýzy by mělo být zahrnuto do samotného programu každého chytrého objektu.

# Příloha A

## Literatura

- [1] Loxone Electronics GmbH. *Webová prezentace Loxone [online].*[cit. 28.5.2019].  
Dostupný na: [www.loxone.com](http://www.loxone.com)
- [2] Kodad, Tomáš *Projekt 1: Chytrá elektroinstalace mezonetového bytu.* Praha, 2018. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická.
- [3] Kodad, Tomáš *Projekt 2: Chytrá elektroinstalace mezonetového bytu.* Praha, 2019. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická.
- [4] Kodad, Tomáš *Zmapování rozvoje výroby z fotovoltaických zdrojů v zásobovacím území PREdistribuce, a.s.* Praha, 2017. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická.
- [5] Hudcová, Lenka a kol. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa.* Praha: EkoWATT, 2010. EAN:978-80-87333-03-7
- [6] ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [7] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [8] Informace o produktu Philips Flame Dimmable Bulb (Dimmable) 7W *Webová prezentace Philips Lighting [online].*[cit. 20.3.2020].







## **Příloha B**

### **Půdorys bytu**

Místnost		Plocha m <sup>2</sup>
01.0	Chodba	4,9
01.1	Kuchyně	14,2
01.2	Galerie	8,4
01.3	Technická míst.	2,2
02.0	Prádelna	4,2
03.0	Pokoj 1	9,0
04.0	Sklad	2,6
05.0	Šatna	1,9
06.0	Předsíňka 2	1,2
07.0	Pokoj 2	20,0
08.0	Koupelna 2	3,8
09.0	Předsíňka 3	1,9
10.0	Pokoj 3	21,1
11.0	Koupelna 3	4,2
Celkem		99,6

# HLAVNÍ PODLAŽÍ BYTU



## LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK

### SILNOPROUD

	ZÁSVŮVKA JEDNOFÁZOVÁ / CÍVKY J 3x2,5
	ZÁSVŮVKA JEDNOFÁZOVÁ - PŘEPĚTOVÁ TYP 3 / CÍVKY J 3x2,5
	ZÁSVŮVKA DVUOFÁZOVÁ / CÍVKY J 3x2,5
	ZÁSVŮVKA DVUOFÁZOVÁ - PŘEPĚTOVÁ OCHRANA TYP II / CÍVKY J 3x2,5
	ZÁSVŮVKA JEDNOFÁZOVÁ IPH4 / CÍVKY J 3x2,5
	ZÁSVŮVKA TRIFÁZOVÁ / CÍVKY J 3x2,5
	DATOVÁ DVUOFÁZOVÁ / 2P+FP 4x2x0,5
	ZÁSVŮVKA TV / SAT / HRADLO / 1xax
	2 ZÁSVŮVKY / CÍVKY J 3x2,5
	3 ZÁSVŮVKY / CÍVKY J 3x2,5
	KOMBINOVANÁ ZÁSVŮVKA - LAN + TV, SAT / 2P+FP 4x2x0,5 + 1xax
	SVÍTLIDLO STŘEŠNÉ / CÍVKY J 5x1,5
	VENTILÁTOR / CÍVKY J 5x1,5
	LOZMĚNĚ
	LOZMĚNĚ OCHRANĚ
	VÝVOD ZÁLEŽNÝ / CÍVKY J 5x1,5
	VÝVOD JEDNOPÁZOVÝ OBECHV
	VÝVOD TRIFÁZOVÝ OBECHV
	PROVÁZEC SILNOPROUDU
	VÝSUVNÁ ZÁSVŮVKA + USB BV
	SVÍTLIDLO

### PRVKY LOXONE

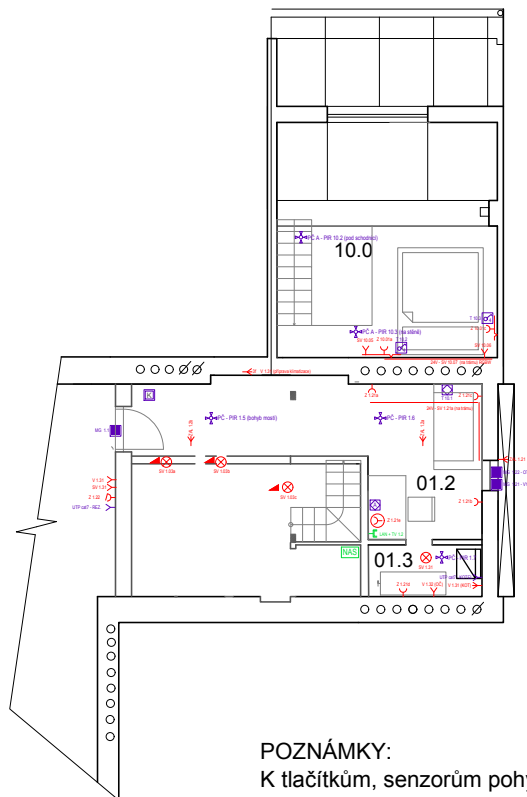
	Loxone Touch Tree (T1, napáječka, vřizák)
	Loxone Touch Air (T5, napáječka, vřizák)
	2-dialko
	4-dialko
	Polybox Oddo Tree
	Polybox Oddo Air
	ClearDiSwitch kontakt
	ClearDiSwitch kontakt Air
	Čistič znečištěného vzduchu
	Tepelné čerpadlo 140W
	Koflíkové čerpadlo Air
	Maintenance Tree
	Hvac Tree
	Hvac Air
	Čistič elektronického směru 140W
	NFC Interference Air
	Elektromagnetický vstřík
	IR Control Air
	Smart socket Air
	Záložní zdroj G405
	Naroční (2x) 4x4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100
	RGBW Air (6 kanálů) - napáječka

### OSTATNÍ SLABOPROUD

	Bezpečnostní bariéra - FTP cat. 7, napáječka 12V
	Domovní Modem
	Router, WIFI, AP - FTP cat. 7
	NAS

MĚŘÍTKO 1:50  
FORMÁT A3

GALERIE, TECHNICKÁ MÍSTNOST,  
SPACÍ PATRO V 10.0, TERASA



### POZNÁMKY:

K tlačítkům, senzorům pohybu a termostatickým hlavicím vést kabel UTP 4x2x0,5 CAT 7 podle pravidel sběrnice Loxone Tree. Výška zásuvek 300mm, vypínače 1200mm střed, pokud není uvedeno jinak. LED pásek řízený pomocí RGBW.. Na komínovou stěnu umístit meteostanici - JIH (senzory - dešť, rychlost vzduchu, osvit).

ELEKTRICKÉ NAPÁJENÍ  
3/NIPE AC 400/230 V 50Hz, TN - S  
OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ  
Automatickým odpojením od zdroje dle ČSN 33 2000-4-41

Vypracoval: Bc. Tomáš Kodad	Zodp. proj.:	Zakázka č. Datum: 09/2018
Místo: Praha	Investor:	
Alko: Rekonstrukce bytové jednotky	Stupeň: RDS / Realizační dokumentace stavby	
Objekt: Zařízení silnoproudé a slaboproudé elektrotechniky		
Půdorys bytové jednotky		
		č. 1/1



## **Příloha C**

### **Cenová kalkulace - položkový rozpočet**

## Chytré prvky Loxone

Ks	Č. p.	Popis	Cena [Kč/kus]	Cena celkem [Kč]
1	200027	Žaluziový pohon GJ56 Air	5394	5394
1	100001	Miniserver	10608	10608
1	100014	1-Wire Extension	3606	3606
1	100029	Dimmer Extension	9590	9590
1	100038	Relay Extension	10184	10184
1	100114	Air Base Extension	2155	2155
1	100218	Tree Extension	2155	2155
1	100283	DI Extension	6160	6160
2	100115	Smart Socket Air Typ F	1539	3078
1	100125	RGBW 24V Dimmer Air	1642	1642
1	100141	IR Control Air	2566	2566
1	100142	Detektor kouře Air	2104	2104
5	200077	1-Wire senzor v pouzdre	293	1465
1	100149	Temperatur, Feuchte & DI Sensor Air	2016	2016
1	100151	Loxone Zählerinterface IR Air	2334	2334
3	100153	Nano IO Air	2566	7698
2	100154	Loxone Touch for Nano Bílá	1113	2226
2	100155	Loxone Touch Air Bílá	2566	5132
3	100163	Hlavice Air	2155	6465
1	100190	Pohybový senzor Air antracit	2309	2309
2	100190	Pohybový senzor Air bílý	2309	4618
4	100211	Záplavový senzor Air	1488	5952
9	100221	Touch Tree bílá	1898	17082
11	100223	Pohybový senzor Tree bílá	2052	22572
3	100225	Hlavice Tree	1796	5388
1	100237	Příložný LED Spot RGBW Tree	2652	2652
1	100238	Příložný LED Spot WW Tree	1680	1680
5	100239	RGBW 24V Dimmer Tree	1698	8490
1	100246	Meteostanice Tree	10782	10782
1	100269	LED Spot RGBW Tree Gen. 1	1618	1618
1	100299	NFC Code Touch Air bílý	6499	6499
1	-	TDK Lambda 30-24	950	950
1	-	TDK Lambda 60-24	1220	1220
			<b>Celkem bez DPH</b>	<b>178390</b>
			<b>Celkem s DPH</b>	<b>215852</b>

## Ostatní elektro

Ks	Č. p.	Popis	Cena [Kč/kus]	Cena celkem [Kč]
<b>Měření spotřeb</b>				<b>4425</b>
1	-	Vodměr ENBRA ER-AM s impulsním výstupem	1040	1040
0	2VE16IDA24DC	Elektromagnetický ventil 24VDC (dodávka instalatér)	1942	0
1	10-PLINZ61	ELSTER INZ 61 Nízkofrekvenční snímač k plynoměru	1990	1990
5	-	Elektroměr na DIN lištu 1f	279	1395
<b>Napájecí zdroje pro světla, UPS</b>				<b>6727</b>
2	ELG-240-24A-3Y	Meanwell ELG-240-24A	890	1780
1	DPP-120-12-1	TDK Lambda DPP 120-12	2057	2057
1	5E1500iUSB	EATON 5E 1500i USB	2890	2890
<b>Topná folie / Heating foils</b>				<b>2127</b>
2	MHF 12	Fenix ECOFILM folie pod zrcadlo, 252 x 274 mm	190	380
1	MHF 25	Fenix ECOFILM folie pod zrcadlo, 274 x 574 mm	375	375
1	MHF 50	Fenix ECOFILM folie pod zrcadlo, 524 x 519 mm	551	551
1	MHF 100	Fenix ECOFILM folie pod zrcadlo, 1004 x 524 mm	821	821
<b>Podlahové vytápění / Floor heating - Termokabel / Thermo cable</b>				<b>7316</b>
1	7290013211552	TURBO MAT 200/1,5 - 300 W (sklad)	1063	1063
1	7290101733492	CLASSIC IN 2LF 160/2,4 - 384 W (koupelna 2)	2118	2118
1	7290101733355	BASIC LEP IN 2LF 160/2 - 320 W (koupelna 3)	1569	1569

1	7290101733508	CLASSIC IN 2LF 160/3 - 480 W (prádelna)	2566	2566
---	---------------	---	------	------

**Kabely, instalační krabice**

**15610**

320		Kabel CYKY 3Jx1,5	9,2	2944
46		Kabel CYKY 5Jx1,5	15,3	704
224		Kabel CYKY 3Jx2,5	15,5	3472
34		Kabel CYKY 5Jx2,5	25,2	857
25		Kabel CYKY 5Jx4	41	1025
10		Kabel CYSY 2x1	5,8	58
20		Vodič CYA ZŽ 4	7,5	150
25		Vodič CYA ZŽ 6	11,2	280
30		Koax CB113UV	9,2	276
64		Koax CB100F	8,1	518
470	-	FTP kabel cat 7	10,3	4841
62		KRABICE KR 68	4,2	260
12		KRABICE KPR 68 HLUBOKA	14,9	179
2		KRABICE KUH 1 UNIVERZALNI	23,1	46

**Strojky, rámečky - Merten M-Plan (Polar bílá RAL 9016/rámečky anthracit)**

**20494**

41		Zásuvka 230 V (jeden modul)	182	7455
7		Ethernetová zásuvka (strojek + kryt)	380	2661
5		Televizní zásuvka koncová (strojek + kryt)	537	2686
23		Jednorámeček	97	2224
14		Dvojrámeček	155	2175
6		Trojrámeček	255	1532
1		Sporáková vývodka s rámečkem	83	83
2		Tlačítko čtyřnásobné - Gira 014700	337	674
3		Tlačítko dvojitě - MTN3155-0000 + kryt	335	1004

**Rozvaděč**

**17704**

1		ROZVODNICE BP-U-600/10/144-C-W	4327	4327
3		Schneider iC60H B6A	125	375
4		EATON PL7-B10/1	95	380
3		Schneider iC60H B10A	102	306
11		EATON PL7-B16/1	82	902
6		Schneider iC60H B16A	88	528
2		Schneider iC60H B3x16A	376	752
2		Schneider iC60H B3x20A	424	848
1		Eaton PF7-25/2/003	940	940
3		Eaton PF7-25/4/003	1020	3060
1		SALTEK SLP-275V/4	1920	1920
10		VAZEBNI CLEN 1P/16A	214	2140
1		Zásuvka na DIN lištu	120	120
1		ROZVODNICE EASY9 24M NÁSTĚNNÁ	306	306
1		Ostatní drobný materiál pro sestavení	800	800

**Ostatní**

**5120**

1		Nespecifikovaný drobný elektromateriál	3000	3000
12		Okenní kontakt	90	1080
2	1186740	Ventilátor TDM-100	520	1040

**Celkem bez DPH 79524**

**Celkem s DPH 96224**

**Celková cena**

**Celkem bez DPH 257914**

**Celkem s DPH 312075**





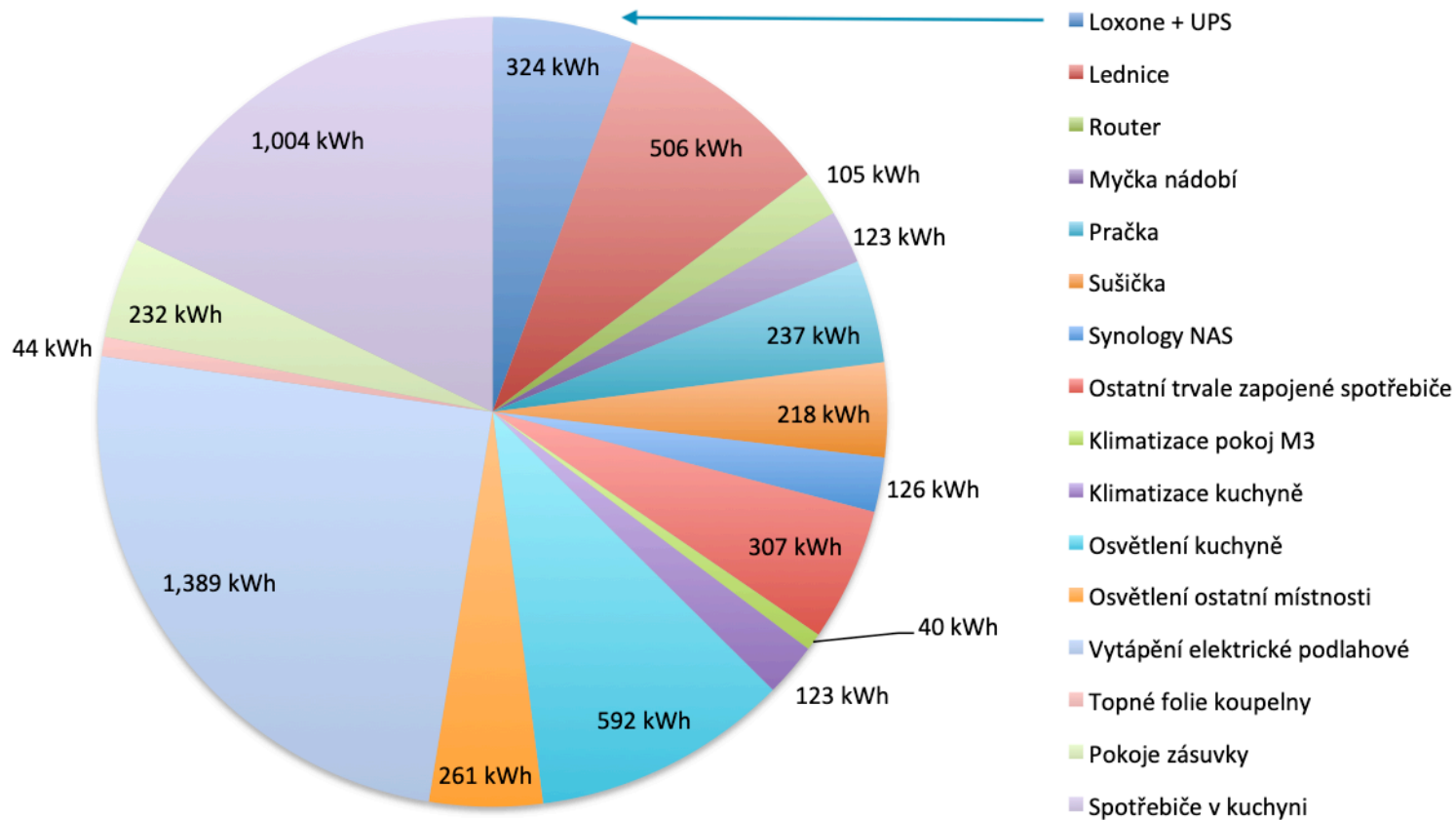
## **Příloha D**

**Přehled spotřeby elektrické energie po  
měsících (4/2019 - 3/2020)**

2019 - Spotřeba [kWh]	Celková spotřeba	Loxone + UPS	Lednice	Router	Myčka nádobí	Pračka	Sušička	Synology NAS	Ostatní trvale zapojení	Klimatizace pokoj M3	Klimatizace kuchyně	Osvětlení kuchyně	Osvětlení ostatní místnosti	Vytápění elektrické podlahové	Topné folie koupelny	Pokoje zásuvky	Spotřebiče v kuchyni
leden		27,8	42,9	8,9													33,5
únor		24,8	38,7	8,0										269,52			33,9
březen		27,3	42,9	8,9										210,46		2,8	19,3
duben	455,9	26,2	41,5	8,6	10,1	44,5	41,0	10,3	25,2			43,2	19,2	43,90	4,4	16,5	121,36
květen	511,1	26,9	42,9	8,9	10,4	48,2	44,4	10,6	26,0			33,48	14,88	67,73	5,3	19,1	152,27
červen	354,8	26,1	41,5	8,6	10,1	21,2	19,5	10,3	25,2			32,4	14,4	1,53	4,5	37,6	101,89
červenec	431,1	27,1	42,9	8,9	10,4	25,4	23,4	10,6	26,0	18,9	47,7	33,48	14,88	2,88	4,5	36	97,94
srpen	498,7	27,2	42,9	8,9	10,4	22,3	20,5	10,6	26,0	18,7	68,3	44,64	19,84	1,62	6,0	30,4	140,39
září	286,6	26,5	41,5	8,6	10,1	17,5	16,1	10,3	25,2	2	7,2	43,2	19,2	3,32	3,7	15,7	36,55
říjen	393,3	27,5	42,9	8,9	10,4	19,1	17,6	10,6	26,0			55,8	24,8	50,97	5,2	23,5	70,03
listopad	509,1	26,6	41,5	8,6	10,1	7,4	6,8	10,3	25,2			64,8	28,8	189,40	2,5	15,9	71,22
prosinec	673,8	27,8	42,9	8,9	10,4	11,1	10,2	10,6	26,0			78,12	34,72	350,22	3,5	16,4	42,79
<b>2020 - Spotřeba [kWh]</b>																	
leden	664,1	27,9	43	8,9	10,9	9,2	8,5	10,6	26,0			66,96	29,76	336,73	2,0	9,5	74,178
únor	561,7	25,8	40	8,3	9,3	8,3	7,6	9,9	24,4			62,64	27,84	268,80	1,4	7,1	60,232
březen	290,1	28	43	8,9	10,4	2,5	2,3	10,6	26,0			33,48	12,4	72,1	1,2	4,3	35,017
<b>Celkem za posledních 12 měsíců</b>	<b>5630,2 kWh</b>	<b>323,6 kWh</b>	<b>506,2 kWh</b>	<b>104,7 kWh</b>	<b>123,0 kWh</b>	<b>236,8 kWh</b>	<b>217,8 kWh</b>	<b>125,5 kWh</b>	<b>307,4 kWh</b>	<b>39,6 kWh</b>	<b>123,2 kWh</b>	<b>592,2 kWh</b>	<b>260,7 kWh</b>	<b>1389,2 kWh</b>	<b>44,4 kWh</b>	<b>232,0 kWh</b>	<b>1003,9 kWh</b>



## Přehled spotřeby elektrické energie (4/2019-3/2020)







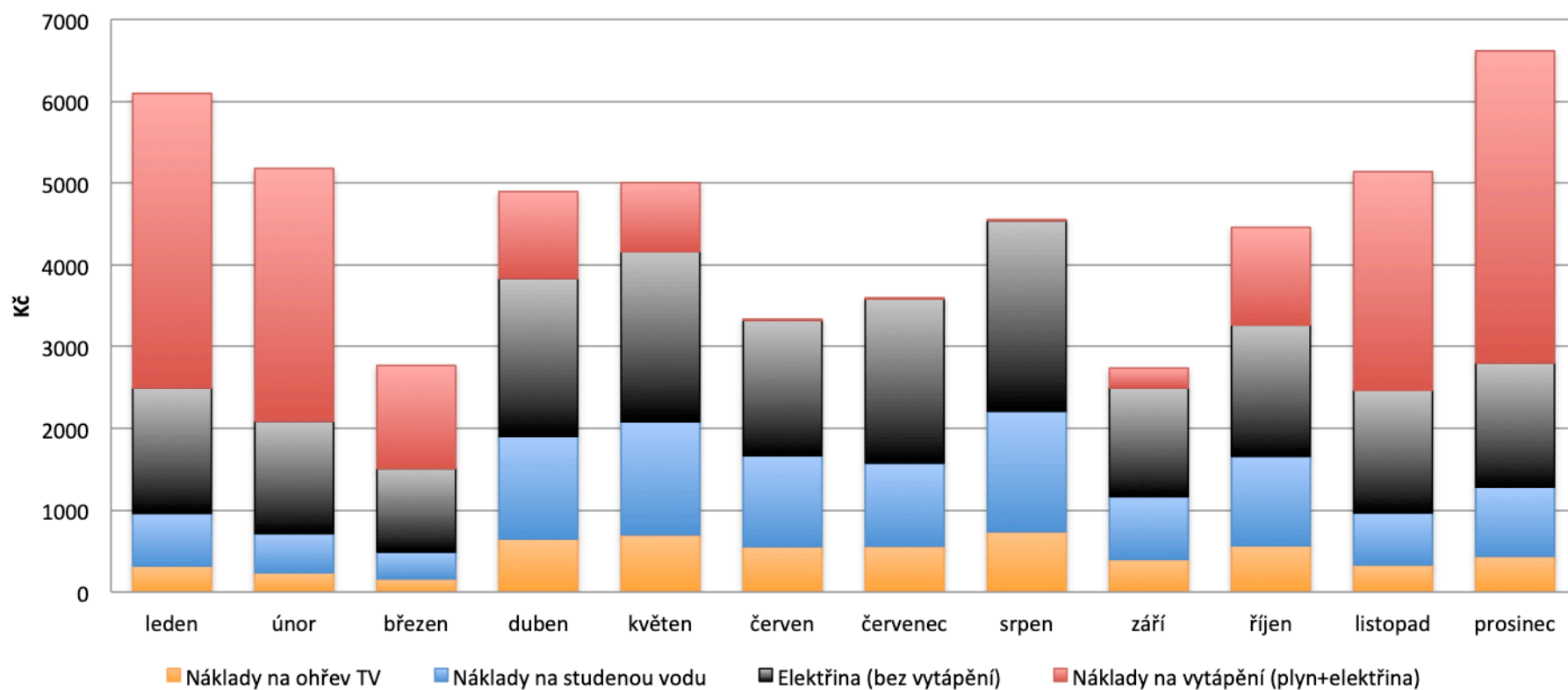
## **Příloha E**

**Náklady na energii (4/2019 - 3/2020)**

Přehled spotřeby energií								
2019	Plyn [m3]	Plyn [kWh]	Studená voda [litr]	Elektrina [kWh]	Spotřeba plynu na TUV [m3]	Spotřeba plynu na vytápění [m3]	Spotřeba elektriny na vytápění [kWh]	Průměrná venkovní teplota [°C]
leden			8688					-9,8
únor			10022					3,2
březen			11901					12,2
duben	91,4	964,3	13986	455,9	39,3	52,1	43,9	13,0
květen	74,4	784,9	15424	511,1	42,4	32,0	67,7	13,4
červen	33,6	354,9	12408	354,8	33,6	0,0	1,5	25,6
červenec	34,0	358,4	11331	431,1	34,0	0,0	2,9	22,9
srpen	44,8	472,1	16426	498,7	44,8	0,0	1,6	21,8
září	38,0	400,6	8581	286,6	24,1	13,8	3,3	15,8
říjen	92,3	974,1	12200	393,3	34,3	58,0	51,0	10,9
listopad	128,4	1354,6	7112	509,1	20,0	108,4	189,4	5,3
prosinec	158,6	1673,0	9426	673,8	26,5	132,1	350,2	2,4
<b>2020</b>								
leden	141,9	1497,3	6855	664,1	19,2	122,8	336,7	1,2
únor	125,5	1323,8	5090	561,7	14,2	111,3	268,8	4,27
březen	65,7	692,8	3482	290,1	9,7	55,9	72,1	6,18
Celkem za posledních 12 měsíců	1028,5	10850,8	122321	5630,2	342,1	686,4	1389,2	-
Průměr za měsíc	85,7	904,2	10193	469,2	28,5	57,2	115,8	11,9

Přehled nákladů na energie [Kč]								
2019	Plyn celkem	Náklady na ohřev TUV	Studená voda	Elektrina celkem	Náklady na vytápění celkem (plyn+elektrina)	Cena plynu na vytápění	Cena elektriny na vytápění	Celkem za měsíc
leden								
únor								
březen								
duben	1505	647	1254	2137	1063	858	206	4896
květen	1225	698	1383	2396	844	527	318	5004
červen	554	554	1112	1664	7	0	7	3330
červenec	559	559	1016	2021	14	0	14	3596
srpen	737	737	1473	2338	8	0	8	4548
září	625	397	769	1344	244	228	16	2738
říjen	1520	565	1094	1844	1195	956	239	4458
listopad	2114	329	638	2387	2673	1785	888	5139
prosinec	2611	436	845	3159	3817	2175	1642	6615
<b>2020</b>								
leden	2337	316	645	3114	3600	2021	1579	6096
únor	2066	234	479	2634	3092	1832	1260	5179
březen	1081	160	328	1360	1259	921	338	2769
Celkem za posledních 12 měsíců	16936	5635	11055	26398	17816	13305	6513	54268
Průměr za měsíc	1411	469	920	2200	1485	942	543	4531

## Náklady na energie (4/2019 - 3/2020)







## **Příloha F**

### **Uživatelský dotazník po zkušebním pobytu**



## Survey of a living in a smart flat

Thank you for your stay in my apartment! Please help me with my diploma thesis and give me a few minutes of your time to complete this questionnaire. Thank you!

How many days have you stayed?

What is your age?

What is your nationality?

Have you ever been in a smart home? (automatic lights, etc.)





## Survey of a living in a smart flat

### Entrance to the apartment

Have you always got into the apartment without any problem?

Vyberte

Yes

No

What do you think about plastic key entrance?

Vaše odpověď

Zpět

Další

Strana 2 z 5



## Survey of a living in a smart flat

### Lights

Have you had any problem with lights?

Vyberte

Yes

No

Did you use day/night mode?

Vyberte

No

Yes, I like it :)

Yes, but I do not like it.

Can you write me, what I can improve about the lights? Or what did you like?

Vaše odpověď

Zpět

Další

Strana 3 z 5



## Survey of a living in a smart flat

### App

There is a Loxone mobile/tablet App.

Have you tried Loxone App?

Vyberte

Yes

No

Have you tried any function? Like morning alarm etc.

Vaše odpověď

Zpět

Další

Strana 4 z 5



## Survey of a living in a smart flat

### Anything else?

THANK YOU for your opinion!... and I hope you have enjoyed the stay in Prague.

Is there anything else you would like to write me?

Vaše odpověď

How difficult was to learn how to control an apartment with smart system?

Vyberte

Very easy

Easy

Moderate

Difficult

Very difficult



## **Příloha G**

**Ukázka dokumentace pro uživatele chytré  
instalace**

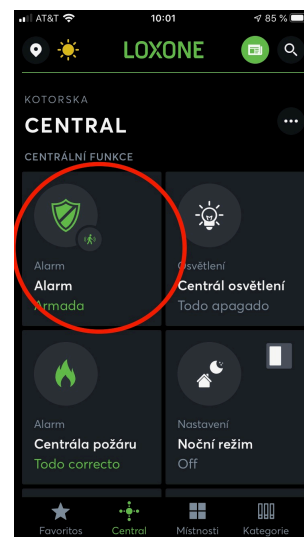
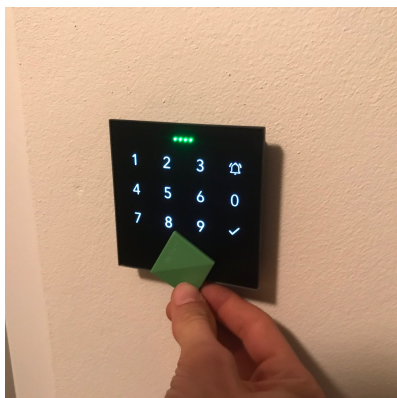
Společně jsme vytvořili projekt, který Vám nyní co nejvíce usnadní bydlení a zbaví Vás mnoha povinností, které byste jinak museli každý den manuálně vykonat. Už nemusíte řešit otázky typu „Vypnul jsem konvici?“. Aby Vám ale domov sloužil jak má, je potřeba na začátku věnovat pár minut tomuto manuálu a pochopit chování automatiky. Jednou z předních výhod chytré instalace je její možnost úprav bez nutnosti fyzického zásahu a lze tedy úpravy provést i na dálku. **V případě**, kdy vám nějaké z **nastavení nevyhovuje**, není nic jednoduššího než ho **změnit**. Neváhejte mne v tomto případě kontaktovat.

### Příchod do bytu

Jako první úkon, který vykonáte pro příchodu do bytu je přiložení zeleného čipu k spodní části bílé čtečky. Přijetí čipu je potvrzeno probliknutím zelených diod na čtečce. Alternativou může být zadání kódu na klávesnici, který Vám mohou v případě zájmu nastavit. Další možností je vypnutí alarmu v aplikaci Loxone (lze provést i na dálku, pokud máte připojení k internetu).

#### Co po přiložení čipu proběhne?

- Odstřežení bytu (vypnutí alarmu)
- Vypnutí režimu simulace přítomnosti
- Zapnutí zásuvek v kuchyni a koupelně



### Odchod z bytu

Pokud z bytu odcházíte jako poslední, jednoduše zmáčknete stříbrné tlačítko mezi čtečkou a domovním telefonem.

**SMART FLAT s.r.o.**  
Slezská 2219/130  
130 00 Praha 3

info@smartflat.cz  
+420 720 542 040



## Seznámení s Vaším smart bydlením

### Co po zmáčknutí tlačítka proběhne?

- Spustí se odpočet 10 minut, po kterém se byt zastřeží (zapnutí alarmu, čas lze upravit)
- Vypnutí všech světel v bytě
- Zapnutí režimu simulace přítomnosti
- Vypnutí zásuvek v kuchyni (bez zásuvek pro lednici, myčku) a koupelně
- Proveďte se kontrola zavření oken, pokud je nějaké otevřené, vyskočí upozornění v aplikaci.

### Osvětlení

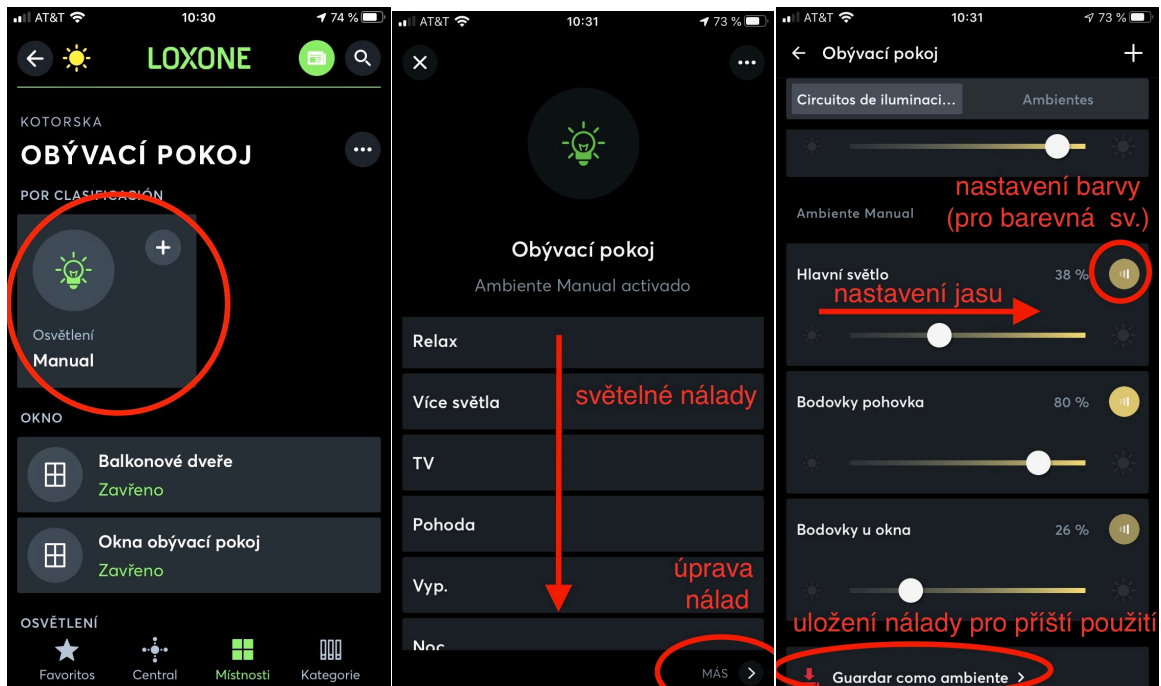
V klasické instalaci je obvyklé, že v domě se nachází mnoho vypínačů a každý zapíná určité světlo (resp. světelný okruh). Fungování v chytré instalaci ovšem funguje mnohem lépe a to pomocí světelných nálad. Po příchodu do místnosti se díky přítomnosti pohybových čidel zapne základní světelná nálada (pokud je v místnosti nedostatek přírodního světla), kterou můžete následně pomocí vypínače přepnout na jinou. Každá nálada má definované jaká světla mají být zapnutá a s jakou intenzitou (téměř všechna světla jsou stmívatelná). Pokud Vám nastavení nálad nevyhovuje, je možné je změnit v aplikaci Loxone. Fantazii se meze nekladou, doporučuji mít ovšem zadaných 3-5 nálad. Více už je většinou na škodu.

Pokud odcházíte z místnosti, můžete světla nechat rozsvícená, sama se v případě nepřítomnosti vypnou (čas lze nastavit). Světla můžete vypnout i manuálně dvojklikem vypínače (rychlým dvojitým zmáčknutím), po vypnutí následuje pětiminutová ochranná lhůta během které se světla znovu sama nezapnou. Je to ovšem vzhledem ke spotřebě LED světel zbytečné, jelikož celý rozsvícený byt má spotřebu asi jako dvě až tři rozsvícené klasické žárovky.

**SMART FLAT s.r.o.**  
Slezská 2219/130  
130 00 Praha 3

info@smartflat.cz  
+420 720 542 040





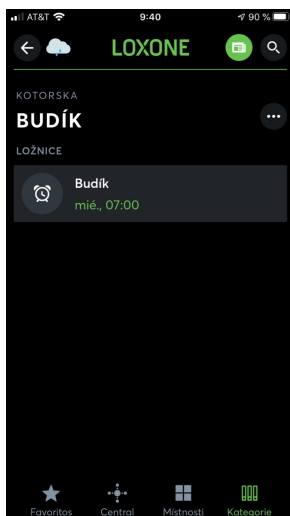
## Noční režim

Vedle postele je na každé straně vypínač označený den/noc. Stisknutím tohoto tlačítka přepínáte mezi nočním a denním režimem. V nočním režimu je automatika rozsvícení v ložnici vypnuta a v ostatních místnostech jsou světla rozsvěcována tlumeně, aby Vás v případě noční procházky do kuchyně či na záchod neoslňovala, ale stále jste na cestu viděli. Noční režim ráno vypnete pomocí tlačítka, případně se vypne automaticky pokud používáte funkci budík. Dále se noční režim vypne po odchodu z bytu. Pokud tedy vstanete za světla a nočním režim nevypnete, po příchodu večer domu již máte aktivovaný denní režim a světla se vám rozsvěčí jak mají.

**SMART FLAT s.r.o.**  
Slezská 2219/130  
130 00 Praha 3

info@smartflat.cz  
+420 720 542 040





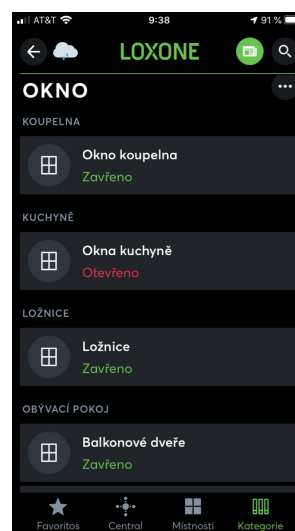
### Budík

Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, k dispozici je Vám budík, který lze nastavit v Loxone aplikaci. Budík pracuje s osvětlením, stíněním i audiem (pokud jsou v bytě zahrnuta do automatizace).

V první fázi je postupně rozsvíceno světlo, v druhé fázi zapnuto audio a otevřeno zastínění. Vypne se zároveň i noční režim. Lze také samozřejmě doprogramovat další automatiku, např. zapnutí kávy, fantazii se opět meze nekladou.

### Monitoring oken a dveří

Mít přehled o stavu otevření oken i dveří je dobré hned z několika důvodů. Prvním je zabezpečení proti zlodějům, druhým návaznost na funkci chlazení a vytápění, abyste zbytečně netopili do otevřeného okna. Posledním důvodem je upozornění na kombinaci otevřeného okna a deště (pokud je meteostanice instalována). Stav oken a dveří je viditelný v Loxone aplikaci.



### Audio systém

Ve vašem bytě není audio systém instalovaný, ale je samozřejmě možné provést dodatečnou instalaci. Počítejte ovšem s investicí v desítkách tisíc. Na druhou stranu získáte ozvučení celého bytu, včetně hlasové odezvy systému. Zároveň se jedná o akustické doplnění alarmu, kdy v dnešní době na sirénu nikdo nereaguje, ale pokud Vám v bytě začne hrát na plný výkon např. Nirvana, máte jistotu, že se během pár minut dostaví naštvání sousedé.

K dispozici je alternativa v podobě IR extension Air, díky kterému můžete do systému zahrnout již vlastněná zařízení, která jsou ovladatelná přes dálkový ovladač (toto zařízení funguje jako náhrada ovladače). Zařízení lze pak zapnout např. při

**SMART FLAT s.r.o.**

Slezská 2219/130  
130 00 Praha 3

info@smartflat.cz  
+420 720 542 040

budíku nebo u již zmíněného alarmu. Lze takto ovládat většinu zařízení na dálkové ovládaní, tedy např. i klimatizaci, ventilátor...

### Ventilátor na WC

Zapíná se pomocí tlačítka na WC troj nebo čtyř stiskem. Následně se sám po třech minutách vypne (čas lze změnit). Případně lze vypnout i dříve opět troj nebo čtyř stiskem. (Jeden a dvoj stisk funguje stejně jako v ostatních místnostech na světla)

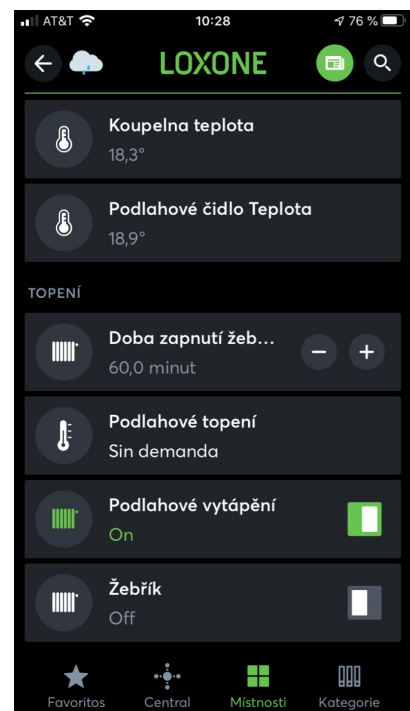
### Podlahové vytápění v koupelně

Bohužel vzhledem ke stavebně-technickým podmínkám je odezva na zapnutí topní rohože poměrně dlouhá. V současnosti je zapnutí nastaveno na východ/západ slunce s časovačem na 3 hodiny. Vytápění lze i manuálně zapnout v aplikaci, stejně tak sledovat teplotu podlahy, vč. statistik (po kliknutí na danou teplotu v aplikaci).

### Topný žebřík v koupelně

Primární účel žebříku je vysušení ručníků a to po ranní a večerní hygieně. Aktuálně je nastaveno zapnutí na 60 minut a to 3 hodiny po východu/západu slunce.

Všechny výše uvedené časy jdou v případě potřeby změnit a přizpůsobit Vašemu životnímu rytmu. Ani jeden tepelný zdroj se nezapne, pokud je v místnosti přes 24 °C.



### To je vše? Nemusí být!

Uvedenými funkcemi možnosti Vaší chytré elektroinstalace nekončí. K dispozici je mnoho dalších rozšíření, kterými můžete Vaše bydlení udělat ještě pohodlnější i bezpečnější. V případě zájmu mne můžete kontaktovat.

### \* Sledování spotřeby elektrické energie

Zajímá Vás spotřeba lednice, či počítače dětí? Do rozvaděče Vám můžeme namontovat jednofázové elektroměry a zajistit tak informaci o aktuálním příkonu a historické spotřebě zařízení. Jednoduchými algoritmy lze pak nastavit upozornění, že Vaše dítě hraje příliš dlouho na počítači nebo je možné posílat automatické přehledy s cenou spotřebované elektřiny z daného místa. K dispozici je také přenosná verze (Smart Socket Air), kterou zapojíte mezi zásuvku a spotřebič. Následně kromě spotřeby můžete zařízení i vypnout podle potřeby z aplikace či zahrnout spínanou zásuvku do automatických úkonů.



**900 Kč / elektroměr, 1.990 Kč / Smart Socket**

### \* Záplavový senzor

Záplavový senzor hlídá jakékoliv místo, které by mělo zůstat vždy v suchu. Senzor pracuje bezdrátově a můžete ho tedy téměř libovolně přemísťovat. V případě úniku vody dostanete notifikaci do Loxone aplikace, mohou začít blikat světla či se automaticky uzavřít přívod vody do bytu (v případě, že je instalován elektromagnetický ventil na přívodním potrubí – cena cca 1.800 Kč).

**SMART FLAT s.r.o.**

Slezská 2219/130

130 00 Praha 3

info@smartflat.cz

+420 720 542 040



**2.000 Kč /senzor**

### \* Automatické vytápění

Další funkcí, která výrazně zvýší komfort bydlení je automatická regulace pokojových teplot. Už si nemusíte hrát s hlavicí na otopném tělese, ale teplotu pro každou místnost si nastavíte pohodlně v aplikaci. Jedete na dovolenou? Jedním klikem byt přepnete do režimu dovolená a o víc se nestaráte. Teplo máte v bytě jen, když ho potřebujete a ušetříte tedy za vytápění. Co je k tomu potřeba? Zakoupit na každé otopné těleso bezdrátovou hlavici.



**2.700 Kč /hlavice**

**SMART FLAT s.r.o.**  
Slezská 2219/130  
130 00 Praha 3

info@smartflat.cz  
+420 720 542 040



## Seznámení s Vaším smart bydlením

### Kontaktní osoba:

SMART FLAT s.r.o.  
Slezská 2219/130  
Praha – Vinohrady

**Tomáš Kodad**  
[kodad@smartflat.cz](mailto:kodad@smartflat.cz)

+420 720 542 040

V Praze dne 28.1.2020

---

za SMART FLAT s.r.o.

**SMART FLAT s.r.o.**  
Slezská 2219/130  
130 00 Praha 3

info@smartflat.cz  
+420 720 542 040





## Seznámení s Vaším smart bydlením

### Instalace aplikace Loxone

Pro uživatelský přístup je k dispozici aplikace „Loxone“ dostupná pro iOS, MacOS, Android, Windows.



Pro snadnější instalaci se připojte k domácí Wi-Fi síti.

Otevřete aplikaci, klikněte na volbu mám vlastní Miniserver.

Následně klikněte na najít Miniserver. Po chvíli by se Vám měl váš domácí Miniserver zobrazit. Kliknete na něj a zadáte přihlašovací údaje, které jsou uvedeny níže.

Následně doporučuji zapnout notifikace, abyste mohli do telefonu dostávat zprávy o mimořádných událostech, např. uvedená notifikace o zavření oken.

#### **Přihlášení k Wi-Fi**

Název:

Heslo:

#### **Přihlášení Loxone**

Jméno:

Heslo:

**SMART FLAT s.r.o.**

Slezská 2219/130

130 00 Praha 3

info@smartflat.cz

+420 720 542 040

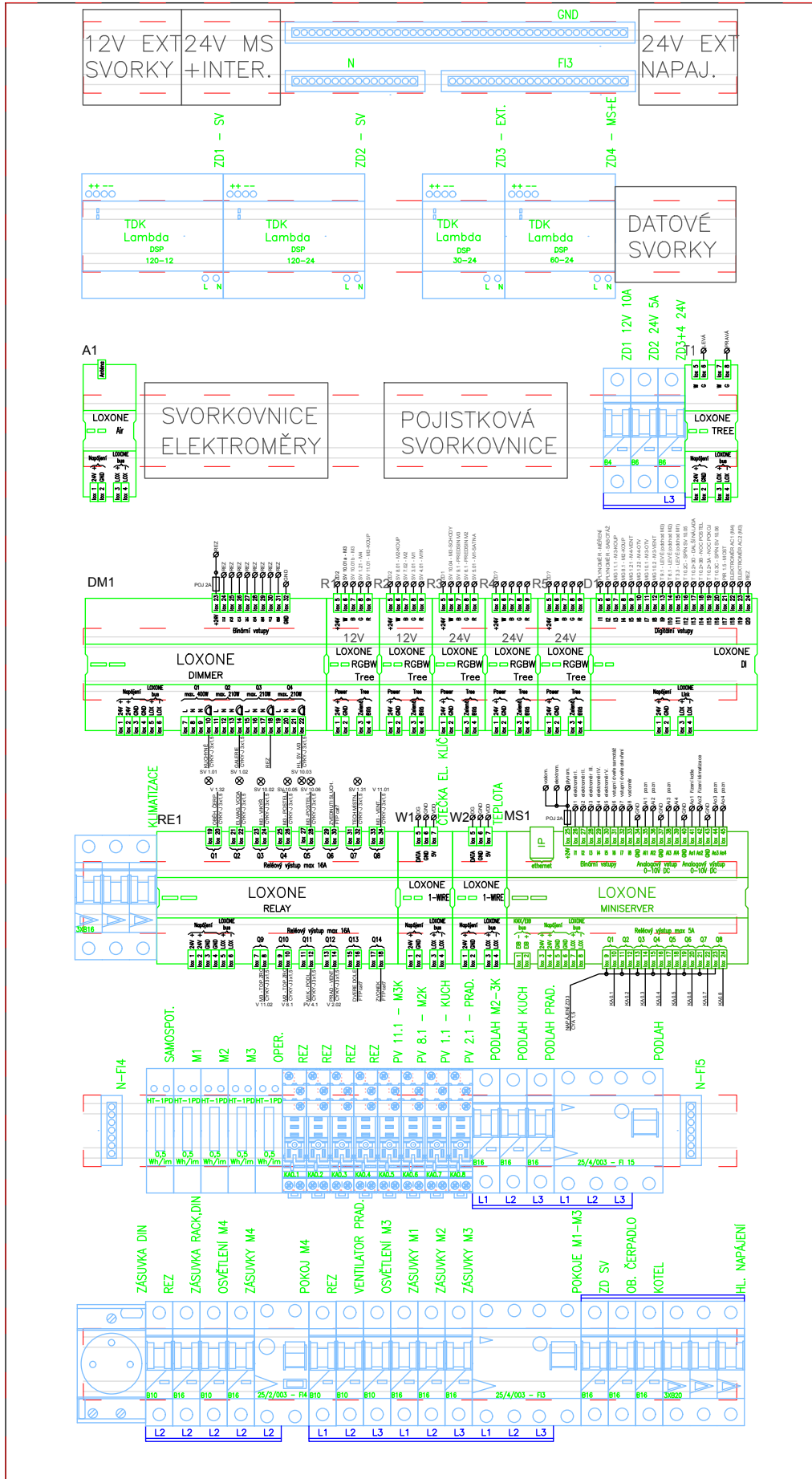




## **Příloha H**

### **Modulové schéma rozváděče RH2**





Vypracoval Bc. Tomáš Kodad	Zodp.proj. :	Zakázka č.
Místo: Praha		Datum: 06/2018
Investor: ██████████		SMART FLAT
Akce: Rekonstrukce bytové jednotky		
Objekt: Zařízení silnoproudé a slaboproudé elektrotechniky		
Schéma umístění modulů – RH2		č.





## **Příloha I**

### **Technická zpráva**

# Technická zpráva

## 1. Identifikace stavby

**Název:** Rekonstrukce bytové jednotky  
**Investor:** [REDAKCE]  
**Vypracoval:** Bc. Tomáš Kodad  
**Stupeň:** RDS/Realizační dokumentace stavby  
**Datum:** 11/2018

## 2. Předmět projektu

Předmětem projektu je návrh elektrotechnických rozvodů v objektu rekonstruované bytové jednotky. Projektová dokumentace zahrnuje vnitřní silnoproudou a slaboproudou elektroinstalaci napojení spotřebičů. V domě se počítá s využitím chytré elektroinstalace systému Loxone pro úplné řízení.

## 3. Výchozí podklady

Výkresová dokumentace, situace, půdorysy, řezy.  
Požadavky ostatních profesí.  
Požadavky investora definovány klientským standardem bytu.  
Předpisy a normy ČSN:

- ČSN 33 1500 - Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
- ČSN 33 2000-1 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-4-443 ed. 2 - Elektrické instalace budov - Část 4-44: Bezpečnost - Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením - Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím
- ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy
- ČSN 33 2000-4-46 ed. 3 - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 46: Odpojování a spínání
- ČSN 33 2000-4-473 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům
- ČSN EN 50310 ed. 3 - Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízeními informační technologie
- ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy
- ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení
- ČSN 33 2000-5-523 ed. 2 - Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech
- ČSN 33 2000-5-537 ed. 2 - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje - Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou
- ČSN EN 60446 ed. 2 - Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Označování vodičů barvami nebo písmeny a číslicemi
- ČSN EN 12464-1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- ČSN 33 2130 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN 33 2180 - Elektrotechnické předpisy ČSN. Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů
- ČSN EN 62305 - Ochrana před bleskem

## 4. TECHNICKÉ ÚDAJE

### **Použité napěťové soustavy**

Rozvody NN

Přívodní vedení: zachování současného přívodu 3/N/PE AC 400/230 V 50 Hz, TN – S,

El. instalace: 3/N/PE AC 400/230 V 50Hz, TN – S

### **Ochrana před úrazem el. proudem v soustavách NN**

U aplikovaných NN soustav 3+N+PE AC 50 Hz 400V, TN – S je navržena základní ochrana (ochrana před dotykem živých částí) dle ČSN EN 61140 ed.2, platná od 1.2.2009 spolu s předmětnou normou ČSN 33 2000-4-41 ed.2 vhodnými prostředky základní ochrany, kterými je ochrana:

dle čl. 5.1.1 – základní izolací (kabely, rozváděče NN)

dle čl. 5.1.2 – přepážkami a kryty (rozdávěče)

Podle prostředí pak je podle ČSN 33 2000-4-41 ed.2/Z1 při poruchových stavech vyžadována ochrana normální, nebo doplňená.

Normální ochrana při poruše (ochrana před dotykem neživých částí v prostorách normálních a nebezpečných) je tvořena dle tabulky NA.2 národní přílohy ČSN 33 2000-4-41 ed.2/Z1 vhodnými prostředky zejména :

1. Automatickým odpojením od zdroje
2. Dvojitou nebo zesílenou izolací

Podle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a čl. 5.2.5 ČSN EN 61140 ed.2 je základní podmínkou pro aplikaci ochrany samočinným (automatickým) odpojením od zdroje provedení systému ochranného pospojování.

K automatickému odpojení v případě poruchy základní izolace jsou použity nadproudové jističí prvky (jističe), které v souladu s impedancí smyčky vypnou koncový obvod do 32A (včetně) při poruše základní izolace v čase dle tab. 41.1 normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 tj. 0,4 sec. U napájecích soustav uvažujeme s vypínací dobou 5 sec.

Doplňená ochrana při poruše (ochrana před dotykem neživých částí v prostorách zvlášť nebezpečných) je tvořena dle tabulky NA.2 národní přílohy ČSN 33 2000-4-41 ed.2/Z1 kombinací ochran. Pro soustavy TN-C či TN-S je vhodné doplnit ochranu automatickým odpojením od zdroje chráničem s vybavovacím proudem 30mA.

Zvýšená ochrana zesílenou izolací (dvojitou izolací) dle čl. 5.3 normy ČSN 61140 ed.2), kterou je zajištěna jak základní ochrana, tak ochrana při poruše, se aplikuje použitím plastových rozváděčů, kabelů s dvojitou izolací aj.

### **Vlivy prostředí**

Prostředí je definováno způsobem požadovaným normou ČSN 33 2000-5-51 edice 3 v členění na

- A / vnější podmínky prostředí
- B / využití
- C / konstrukce budov

Dle přílohy 32-NM1 jsou jednotlivé místnosti zařazeny jako „prostory normální“. Prostory s prostředím normálním jsou takové, v nichž používání el. zařízení je považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí úrazu el. proudem.

Jsou to zejména prostory s normálními vnějšími vlivy neovlivňujícími nebezpečí úrazu el. proudem. Elektroinstalace bude provedena ve smyslu určených prostorů dle normy ČSN 33 2000-5-51 edice 3 v odpovídajícím krytí.

V koupelnách a sprchách bude elektroinstalace provedena v souladu s normou ČSN 33 2000-7-701 edice 2 s přihlédnutím k jednotlivým zónám a zvýšené ochraně před nebezpečným dotykovým napětím neživých částí elektrického zařízení.

Dle ČSN 33 2000-5-51 edice 3 a ČSN 33 2000-1 edice 2 předpokládáme pro realizaci silnoproudé elektroinstalace následující prostředí. V dalším stupni PD se provede kontrola stavu elektrorozvodů vzhledem k stanovenému prostředí, stanoveném protokolem o určení prostředí.

Vnitřní prostory:

Prostory vnitřní:	normální, převážně bez působení zvláštních vlivů
teplota +5 až 40°C	- AA4
vlhkost vzduchu 5 až 95%	- AB4

zanedbatelný účinek vody	- AD1
cizí tělesa prašnost	- AE1
nadmořská výška	- AC1
korozí – zanedbatelná	- AF1
vibrace – zanedbatelné	- AH1
schopnost lidí	- BA1
dotyk se zemí	- BC1
únik – snadný	- BD1
venkovní vstupy	- AD4

Venkovní prostory: zvlášť nebezpečné

AA7 – teplota okolí -25°C až +55°C

AB8 – prostory nechráněné před atmosférické vlivy bez regulace teploty

AD3 – možnost spadu vody.

AD4 – lehká prašnost

Konstrukce budov:

CA1 –nehořlavé

Zóna v koupelnách dle ČSN 33 2000-7-701 edice 2.

Z důvodu, že nebyl k vypracování projektové dokumentace předložen protokol o určení vnějších vlivů, budou uvažována prostředí sepsaná výše. V případě neexistence protokolu o určení vnějších vlivů, bude vypracován v rámci výstavby.

## Údaje o spotřebě - Energetická bilance

Pro řešený objekt byla provedena energetická bilance, do které byly zahrnuty maximální rozsahy energetické náročnosti domu. Podle provedených výpočtů předpokládáme následující rozsah spotřeby objektu.

Elektroměr je v jednotarifovém provedení. Přívod ovládání HDO je zaveden do rozváděče RH1, pro případnou změnu v budoucnu.

Instalovaný příkon $P_i$ :	20 kW
Součinitel soudobosti $\beta_s$ :	0,6
Soudobý příkon $P_s$ :	12 kW
Hlavní jistič:	3x20 A
Přívodní kabel:	CYKY-J 5x6 mm <sup>2</sup>

## 5. Technický popis řešení

### 5.1 Připojení na distribuční síť

Elektroměrový rozváděč je umístěn na chodbě v mezipatře mezi 5. a 6. podlažím. Jistícím prvkem před elektroměrem je třífázový jistič 20A charakteristiky B.

Kabel CYKY-J 5x6mm<sup>2</sup> je v bytové jednotce ukončen v rozváděči RH1. Propojení s rozváděčem RH2 je zajištěno kabelem CYKY-J 5x6mm<sup>2</sup>. Společně s ním je veden kabel ovládání CYKY-O 2x1,5 mm<sup>2</sup> se signálem HDO.

### 5.2 Rozváděč RH1 a RH2, slaboproudý rozváděč (RACK)

Rozváděč RH1 (Rozvodnice 24M IP40 EASY9 - EZ9E212P2S) je umístěn v místnosti 1.0. Rozvodnice je dostatečně dimenzována pro všechny potřebné prvky. Obsahuje ochranné a jistící prvky, spínací prvky, svorkovnice, apod. podle vyhotoveného schématu. V RH bude osazen svodič přepětí tř. 2. Z této rozvodné skříň RH1 jsou napájeny místnosti 1.0, 2.0 a částečně 1.1.

Rozváděč RH2 (ROZVODNICE BP-U-600/10/144-C-W) je umístěn v místnosti 1.1. Rozvodnice je dostatečně dimenzována pro dostatek všech potřebných prvků. Obsahuje veškeré ochranné a jistící prvky, spínací prvky, svorkovnice, apod. Z této rozvodné skříně RH jsou napájeny všechny místnosti, vyjma uvedených v prvním odstavci výše. V tomto rozváděči je umístěna také veškerá technologie Loxone.

Datový rozváděč (RBA-09-AS4 - 19" nástěnný jednodílný rozváděč Triton 9U hl.400mm) je v místnosti 1.1 pod schody na galerii. Do datového rozváděče jsou staženy slaboproudé technologie – datové a televizní zásuvky, audio kabely, komunikační kabely od kamer. Do budoucna je počítáno s umístěním Loxone Music Server + 8 kanálového zesilovače. V rámci realizace je zde umístěn NAS Server Synology DS218+ DiskStation s osazeným HDD Seagate IronWolf PRO - 7200, 3,5" SATA III, 256MB - 6TB, který je použit pro nahrávky z kamerového systému. Propojení datového rozváděče a RH2 je realizováno 4x FTP kabelem cat.7 a 2x CYKY-J 3x2,5mm2

### 5.3 Osvětlení

Pro osvětlení budou použita svítidla dle výběru investora. Krytí svítidel odpovídá vlivům, které na svítidlo působí. Pro svítidla jsou připraveny kabely CYKY-J 3x1,5mm2, popř Loxone Tree kabel. Typy svítidel vybere investor, zde musí být přihlédnuto na správné nasvětlení a vytvoření tzv. světelné pohody. Kromě světél v místnosti 1.1, 1.2 a 10.0 jsou všechna svítidla napájena 24V z Loxone RGBW extension s možností stmívání. Projekt osvětlení je podrobně řešen v dokumentu Projekt 1.

### 5.4 Ovladače

Podle projektu jsou instalovány ovládací prvky dle projektu, který vycházel z požadavků investora. Ovládací prvky jsou instalovány standardně ve výšce 1250mm nad konečnou podlahou.

### 5.5 Zásuvky a silové vývody

Zásuvkové obvody jsou provedeny kabely CYKY-J 3x2,5mm2 uloženými pod omítkou. Rozvody pro instalaci ovládacích bodů, zásuvek a svítidel jsou vedeny v instalačních zónách dle ČSN 332130. Tyto obvody jsou jistěny v rozváděči RH1/RH2 jističi. Zásuvkové okruhy jsou opatřeny chrániči. Ostatní obvody pro jednotlivé spotřebiče jsou vedeny kabely CYKY-J 3x2,5mm2 (pračka, myčka, el. trouba, atd.), CYKY-J 5x2,5mm2 (varná deska, třífázová zásuvka, atd.) a zakončeny dle spotřebiče (zásuvka, volný přívod). Pro případné budoucí napojení terasy na elektroinstalaci jsou připraveny kabely zavedené do servisního otvoru umístěného nad vstupem do místnosti 1.1 a zakončeny v rozváděči RH1. Vybrané zásuvky pro připojení PC mohou být vybaveny přepětovou ochranou typu 3.

Elektroinstalace v koupelnách podléhá ČSN 33 2000-7-701 ed.2. V koupelnách je provedeno vyrovnání potenciálu doplňkovým pospojováním, případně je provedena jeho příprava pro případnou změnu vybavení koupelen v budoucnosti.

### 5.6 Pospojování

V objektu bude provedeno hlavní pospojování na zemnicí svorku v rozváděči RH2. Na ní jsou napojeny ochranné vodiče, rozvod kovového potrubí v objektu, pospojování z koupelen, kovové konstrukční součásti.

### 5.7 Přepět'ová ochrana

Vzhledem k poměrně velké koncentraci elektronických spotřebičů je v objektu provedena instalace přepět'ových ochran. Objekt je před účinky přímého nebo nepřímého zásahu chráněn ochranou, stupeň 2, umístěnou v rozváděči RH1. Uvnitř mohou být použity jemné ochrany v zásuvkových obvodech, stupeň 3.

### 5.8 Ochrana před vytopením

Podle projektu jsou umístěny senzory zaplavení na místa, kde hrozí riziko úniku vody. Senzory jsou bezdrátové. Součástí systému automatické ochrany je elektromagnetický ventil (2VE16IDA24DC). Pro ovládání ventilu je natažen kabel CYKY-J 3x1,5mm2, který je zakončen v rozváděči RH2.

### 5.9 Kouřový hlásič

V objektu je instalován signalizační hlásič kouře (Loxone Detektor kouře Air) připojený do systému Loxone pomocí bezdrátové technologie Air. Hlásič je umístěn podle výkresu v místnosti 1.1 u dveří na terasu. Dále investor doplnil vlastní hlásič kouře do místnosti M3 a M2. Tyto dva hlásiče nejsou integrovány do systému Loxone.

### 5.10 Televizní rozvod

Z rozváděče je rozvod proveden topologií hvězda k účastnickým zásuvkám. Rozvod je proveden koaxiálními kabely. Kabely jsou uloženy do chrániček příslušného průměru. V rozváděči je ukončen přívod kabelové televize od společnosti UPC.

### 5.11 Datový rozvod

Přípojka je provedena koaxiálním kabelem ze společného domovního rozvodu poskytovatele UPC. Datová síť je topologií hvězda rozvedena ze slaboproudého rozváděče umístěného pod schody v místnosti 1.1 do jednotlivých účastnických zásuvek. Kabely FTP jsou opět uloženy do chrániček příslušného průměru. Pro datové rozvody jsou použity FTP kabely cat.7

### 5.12 Vytápění

K vytápění je instalován plynový kondenzační kotel řízený systémem Loxone. Pro komunikaci kotle a zásobníku TV je natažen kabel 2x FTP cat. 7. Regulace teploty je lokální po místnostech za pomoci senzorů teploty umístěných v Loxone Touch, případně v bezdrátových senzorech. Ke každému otopnému tělesu (vyjma koupelen a pokoje M1) je natažen FTP kabel cat. 7 pro napojení Loxone Hlavice Tree.

Pro zvýšení uživatelského komfortu jsou ve všech koupelnách položeny elektrické topné rohože a zavedeny do podlahy teplotní senzory. Instalační štítky jsou umístěny na vnitřní straně dveří rozváděče RH2.

Pro vytápění místností 1.0 a 1.1 je použita topná folie ECOFILM F 80W/m<sup>2</sup>, která je překryta izolační PE folií a je položena přímo pod vinylovou podlahovou krytinou.

### 5.13 Stínící technika

Pro pohon a řízení žaluzií byly použity motory Loxone Geiger GJ56 Air. Ovládání je automatické s možností manuálního ovládání pomocí tlačítka nebo aplikace (mobil, tablet, PC). Napájení zajišťují kabely CYKY-J 3x1,5mm<sup>2</sup>, které jsou zakončeny v rozváděči RH2. Byla provedena instalace motoru pouze v místnosti M3. V dalších místnostech je provedena pouze kabelová příprava.

### 5.14 Meteostanice

Na objektu je instalována meteostanice Loxone – komínová stěna. Komunikace je zajištěna datovým kabelem FTP cat. 7 vedeným do RH2.

## 6 BEZPEČNOST PRÁCE A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

### 6.1 Všeobecně

Při montáži, provozu a užívání stavby byly respektovány platné právní předpisy, vyhlášky a normy ČSN k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, které se týkají projektované stavby.

### 6.2 BOZP při montáži

Projekt je zpracován v souladu s obecnými předpisy o bezpečnosti práce, na které se odvolává, a kmenovou normou (nebo normami) dotčeného oboru činnosti.

Pro montáž byla zpracována technologie postupu montáže, kterou zpracovala dodavatelská organizace. Tato technologie obsahuje a respektuje všechny platné bezpečnostní předpisy pro daný obor činnosti.

Při montážích byly používány všechny předepsané ochranné pomůcky, dodržovány bezpečnostní předpisy ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na pracovní prostředí.

Pracovníci byli s předpisy k zajištění bezpečnosti práce prokazatelně seznámeni alespoň v rozsahu potřebném pro provádění práce.

## **7 Závěr**

Celá elektroinstalace byla provedena v souladu s normami ČSN a požadavky bezpečnostních, požárních, ekologických a hygienických předpisů, rovněž při montáži bylo dbáno těchto norem a předpisů.

Práce na elektrickém zařízení a montáž podle tohoto projektu prováděli pouze pracovníci s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací pro danou činnost podle normy ČSN 34 3100 a přidružených norem. Tyto normy byly dodrženy i z hlediska bezpečnosti práce.

Všechny výrobky a zařízení použité při realizaci stavby splňovaly podmínky stanovené zákonem č. 22/97 Sb. „O technických požadavcích na výrobky“ a souvisejícími nařízeními vlády ČR.

Dodavatel přezkoušel po úplném dokončení montážních prací el. zařízení a zajistil výchozí revizi. Ve zprávě o výchozí revizi je uvedeno, že el. zařízení je schopno bezpečného a spolehlivého provozu. Součástí zprávy o výchozí revizi je projektová dokumentace.

Vybavení domu kuchyňskými elektrospotřebiči (sporák, vařič, trouba) je součástí dodávky majitele domu, elektrifikace domu bude odpovídat osazenému jištění.

Vypracoval Bc. Tomáš Kodad  
4.11.2018







## **Příloha J**

### **Dokumentace zapojení zařízení Loxone**

# SMART FLAT

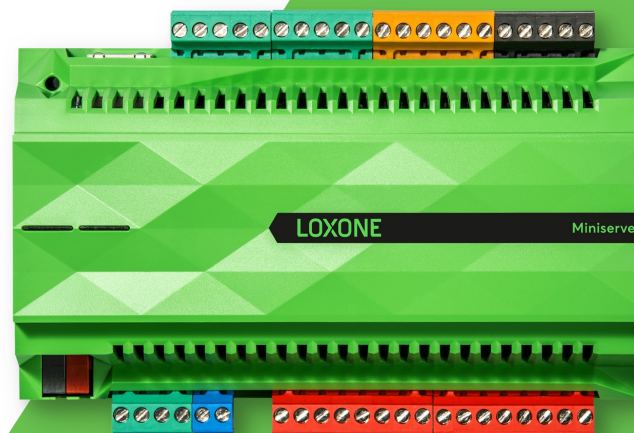
Made by Loxone Config 10.3.11.27 dne 06.04.2020 v 8:52:38

Loxone instalaci provedl/a  
**Tomáš Kodad**

Telefonní číslo  
**+420 720 542 040**

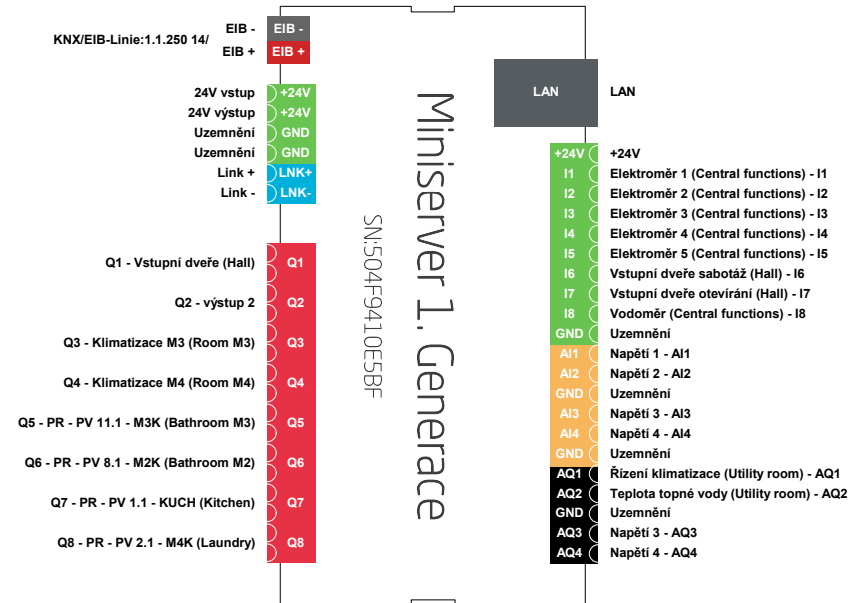
Email  
**kodad@smartflat.cz**

Webové stránky  
**www.smartflat.cz**



# SMART FLAT / KODDYS SLEZSKA\_

[Více informací](#)



Místo instalace:

Rozvaděč: RH2

Řada v rozvaděči: 3

Pozice v řadě rozvaděče: 4

# Sjednocení z původních stran 3, 4, 8 a 9

SMART FLAT / A1 R01 P01

[Více informací](#)



SMART FLAT / Rozvaděč R01 P08

[Více informací](#)



SMART FLAT / W1 teplotní čidla

[Více informací](#)



SMART FLAT / W2 čtečky

[Více informací](#)



Místo instalace:  
Rozvaděč: RH2  
Řada v rozvaděči:  
Pozice v řadě rozvaděče:

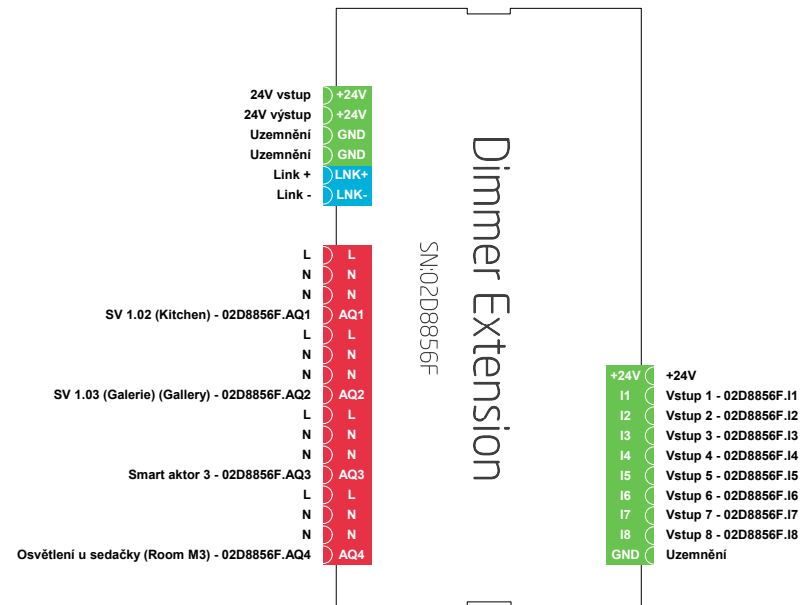
SMART FLAT/A1 R01 P01

06.04.2020 8:52:38

Strana 3/28

# SMART FLAT / Rozvaděč R01 P01

[Více informací](#)



Místo instalace:

Rozvaděč: RH2

Řada v rozvaděči: 2

Pozice v řadě rozvaděče: 1

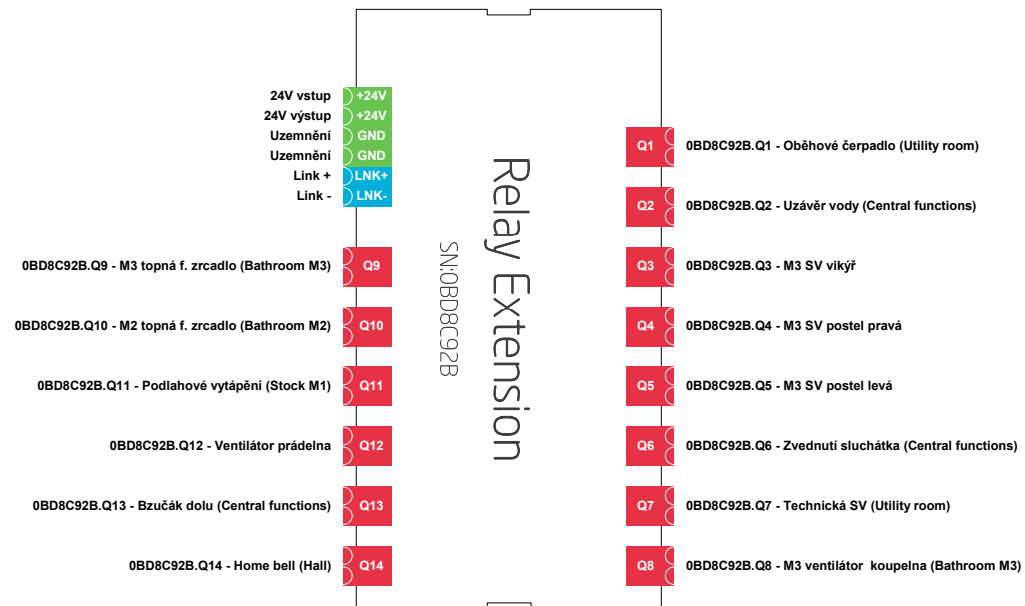
SMART FLAT/Rozvaděč R01 P01

06.04.2020 8:52:38

Strana 5/28

# SMART FLAT / Rozvaděč R03 P01

[Více informací](#)



Místo instalace:

Rozvaděč: RH2

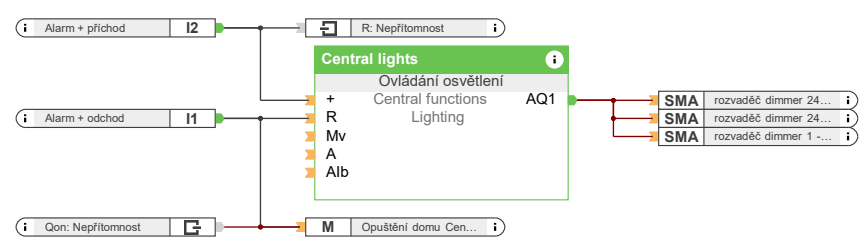
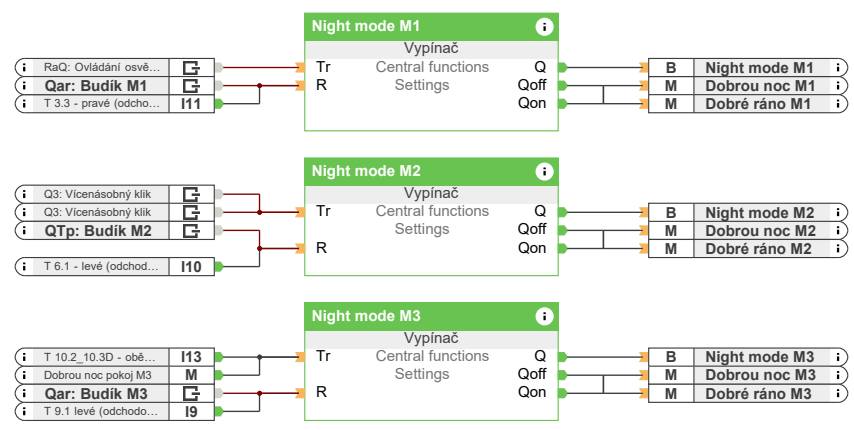
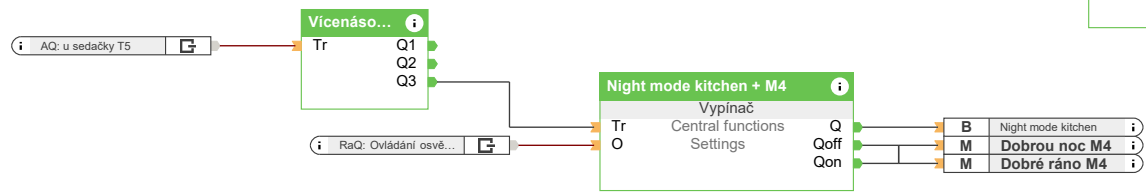
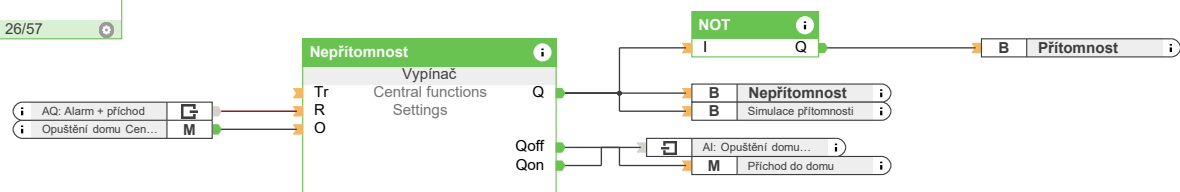
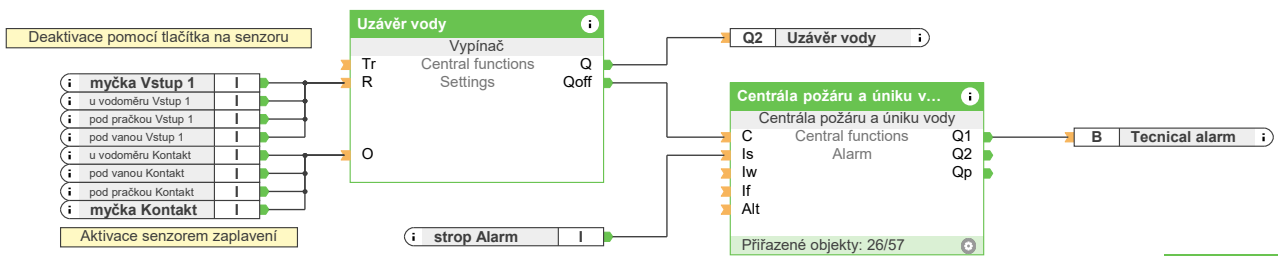
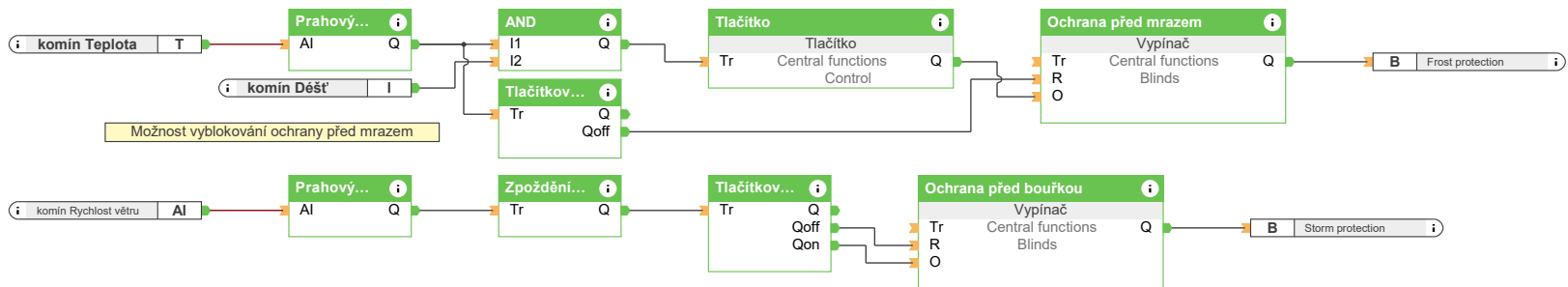
Řada v rozvaděči: 3

Pozice v řadě rozvaděče: 1



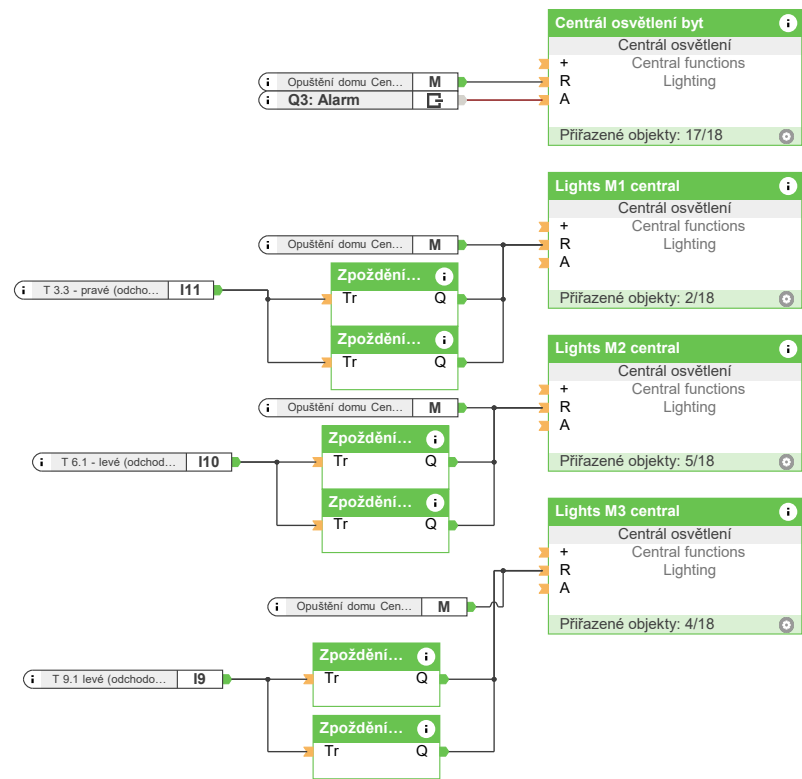
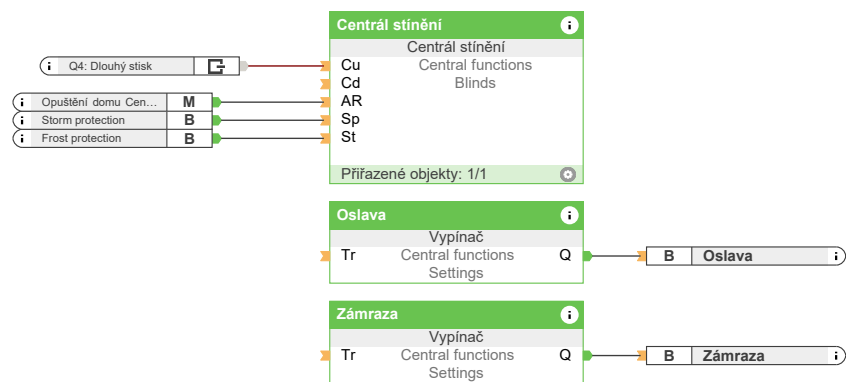
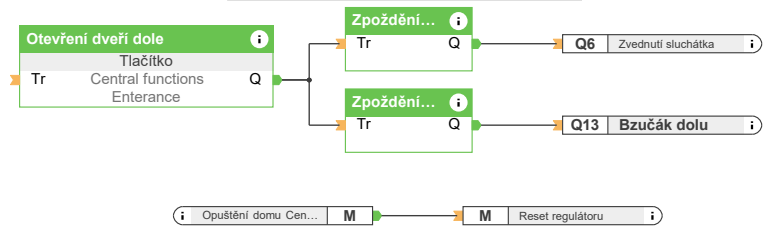
## **Příloha K**

### **Zdrojové kódy Loxone**



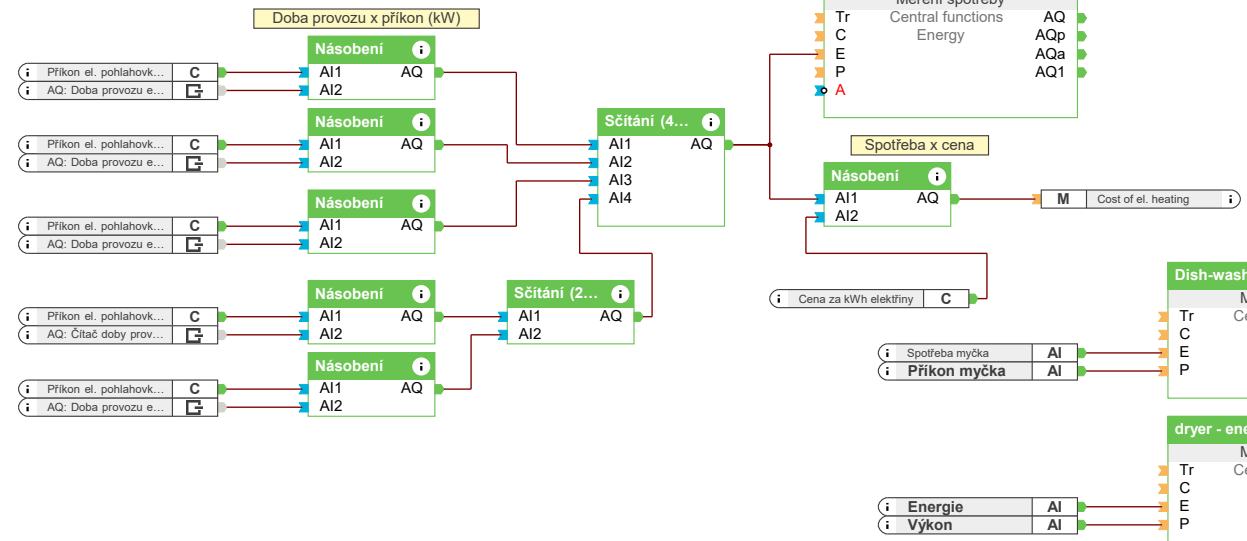


Logika pro otevírání vstupních dveří do domu  
(nutno vyvolat spojení zvonkovým tablem)

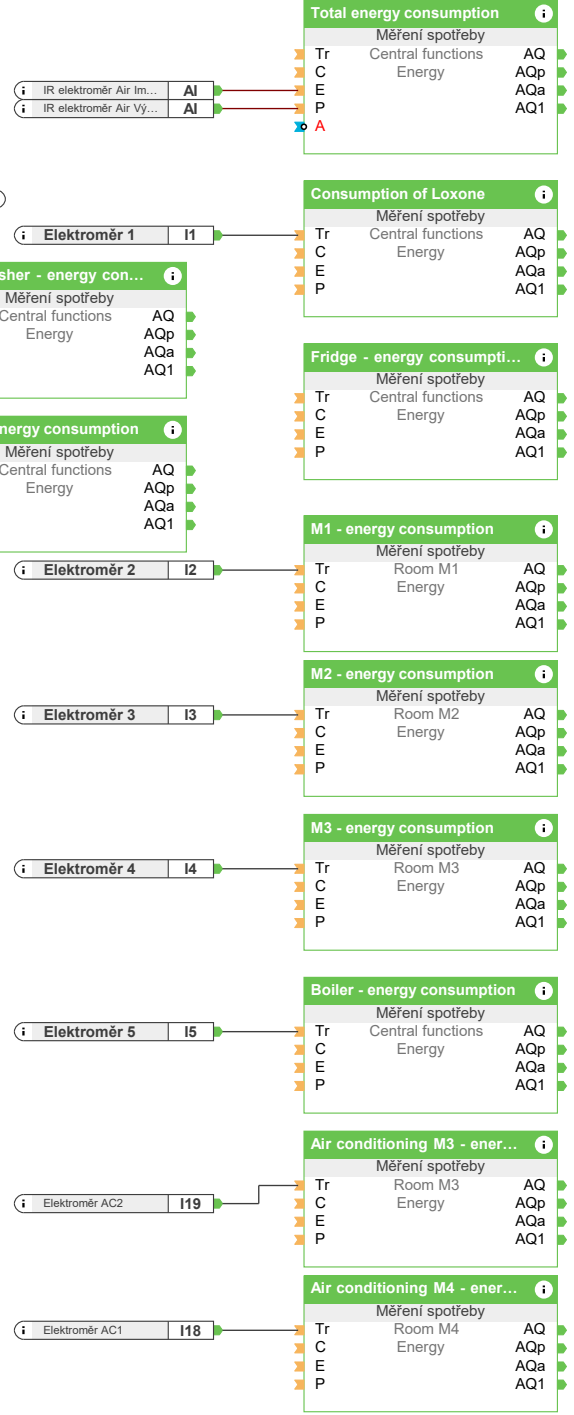


druhý zpožděný impuls kvůli zapnutí světel  
po deaktivaci nočního režimu

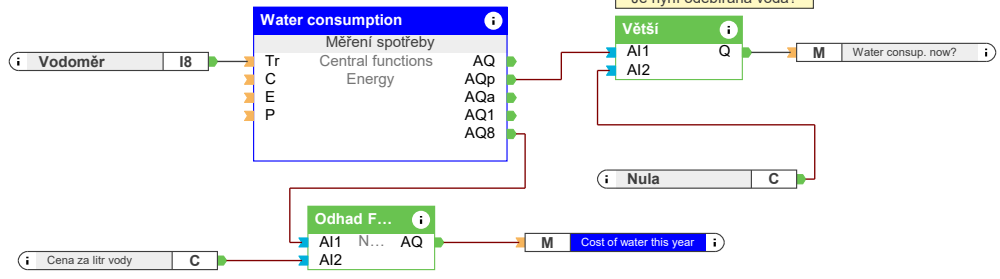
Výpočet nákladů na vytápění



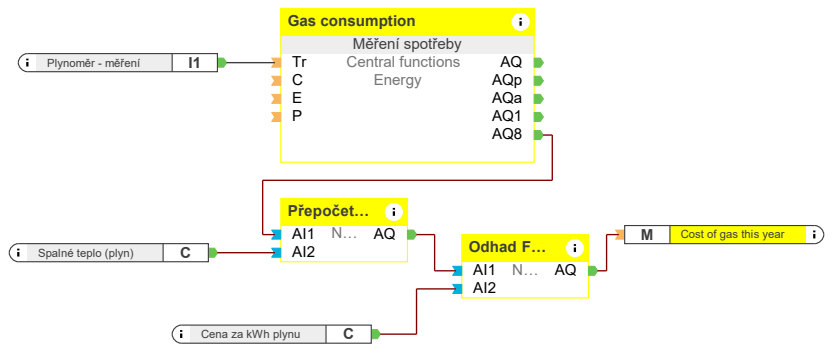
Sledování spotřeby elektřiny

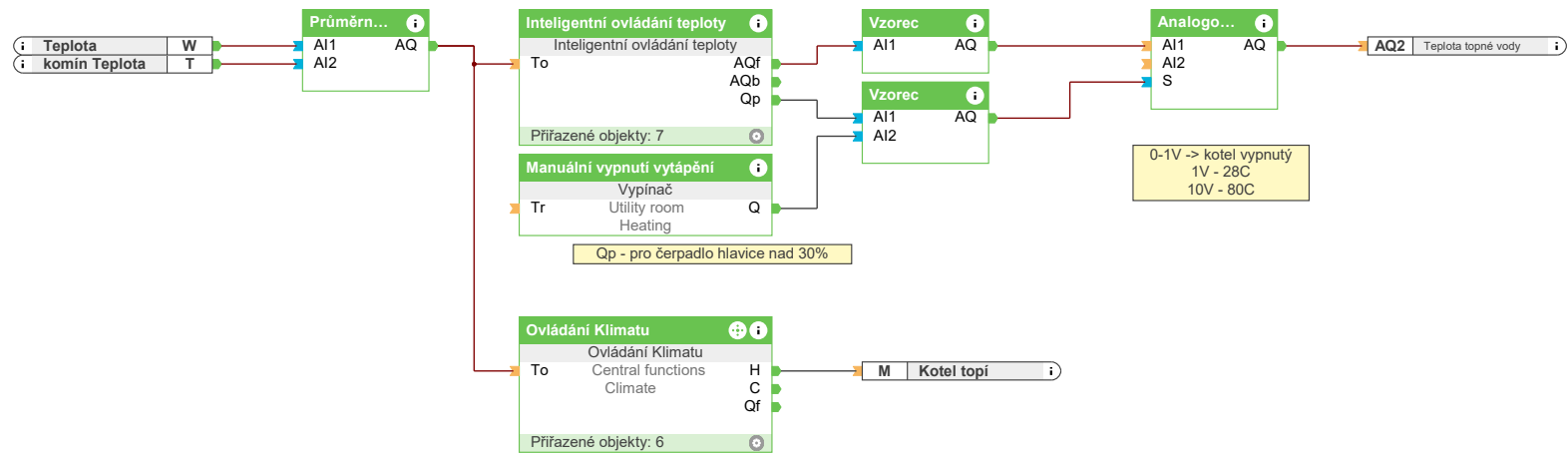


Sledování spotřeby voda/plyn

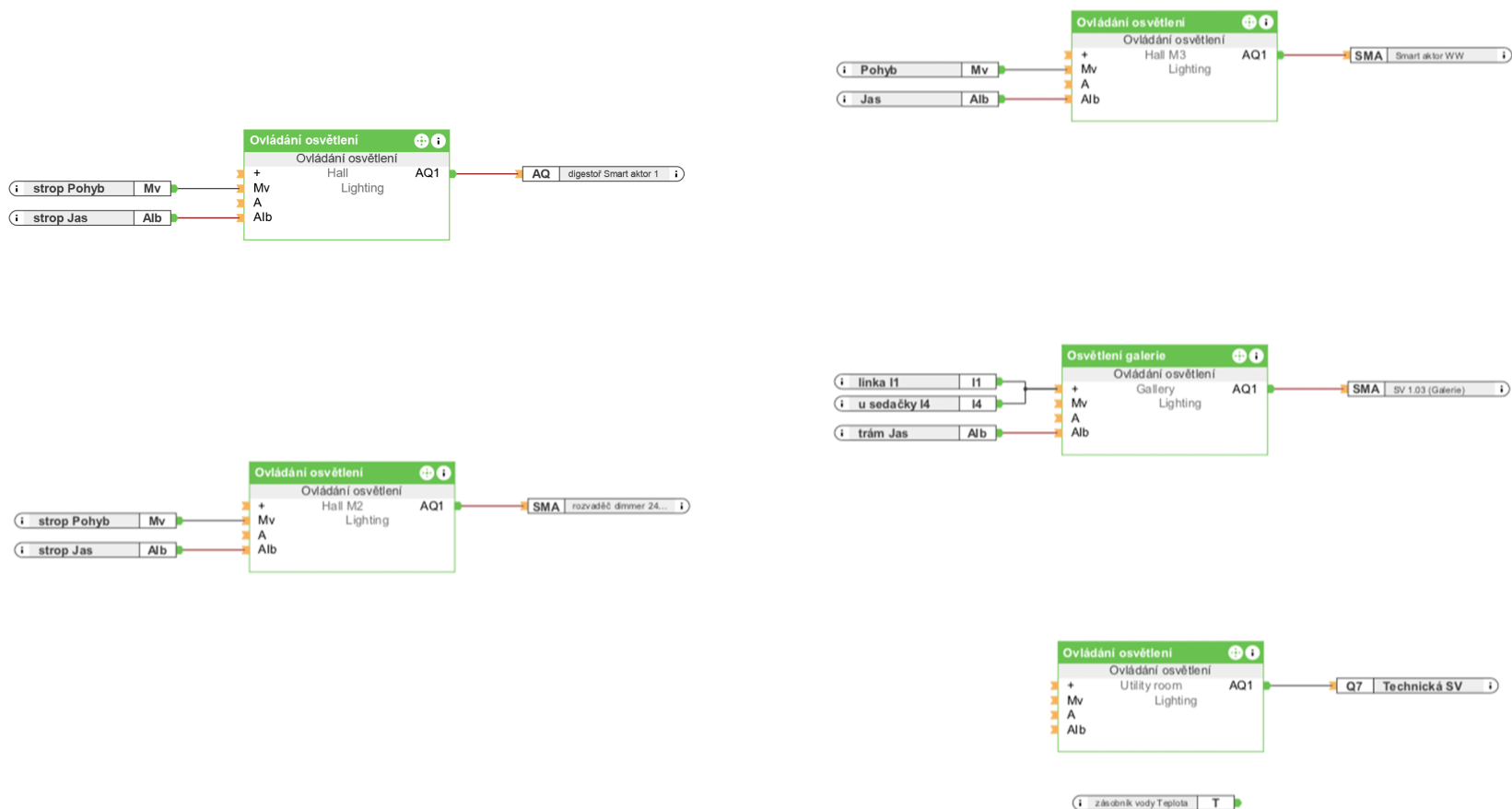


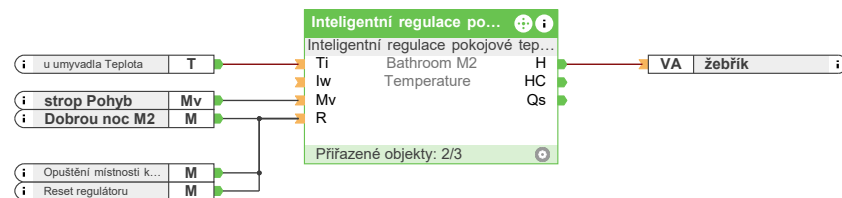
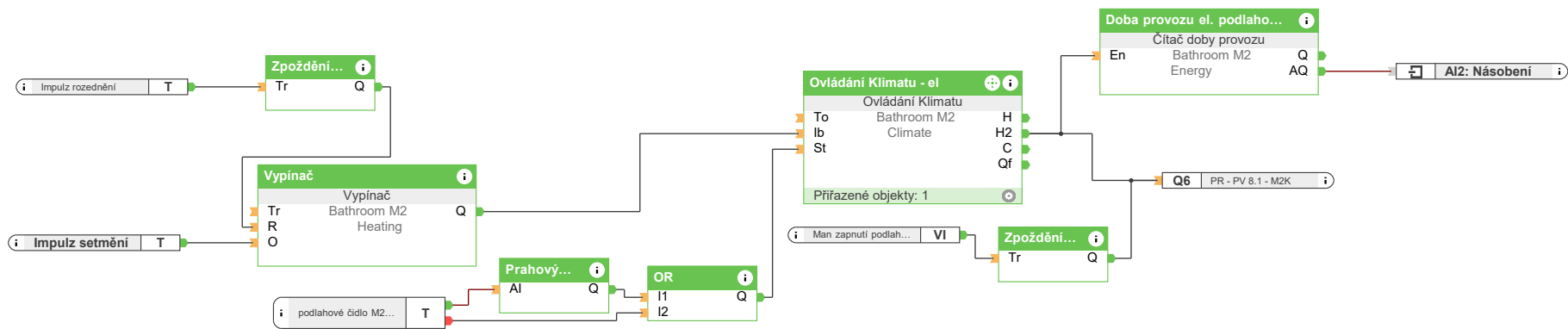
Plyn se měří od 7.6.2019 - počáteční stav plynoměr 1243,565 m3 a Loxone 0,4 m3

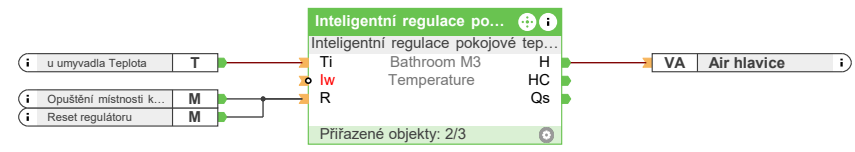
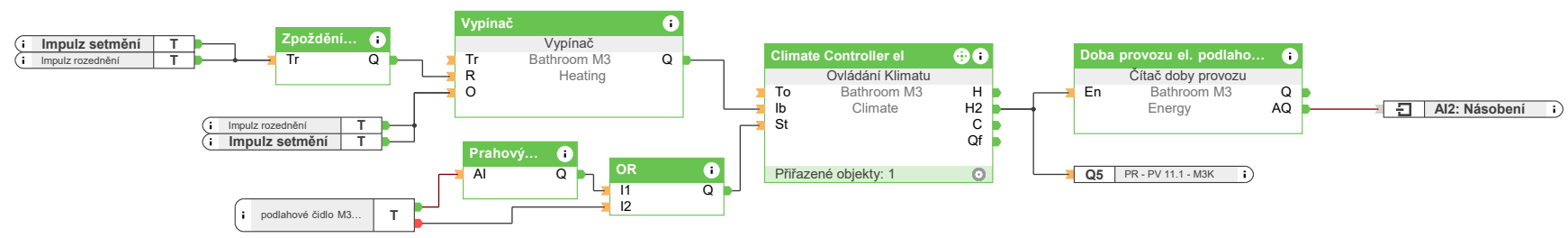
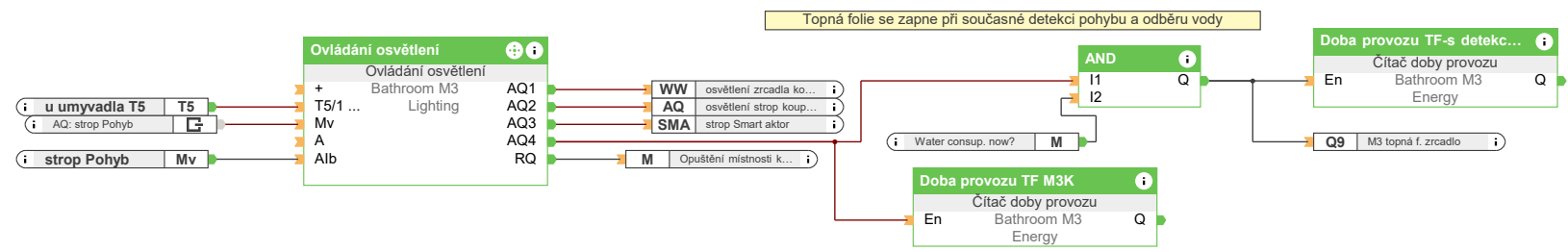
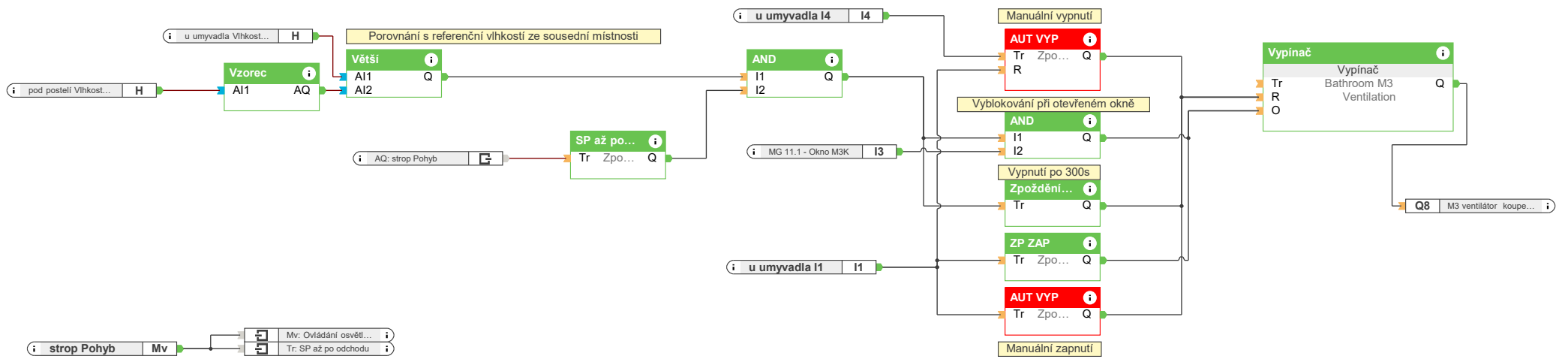


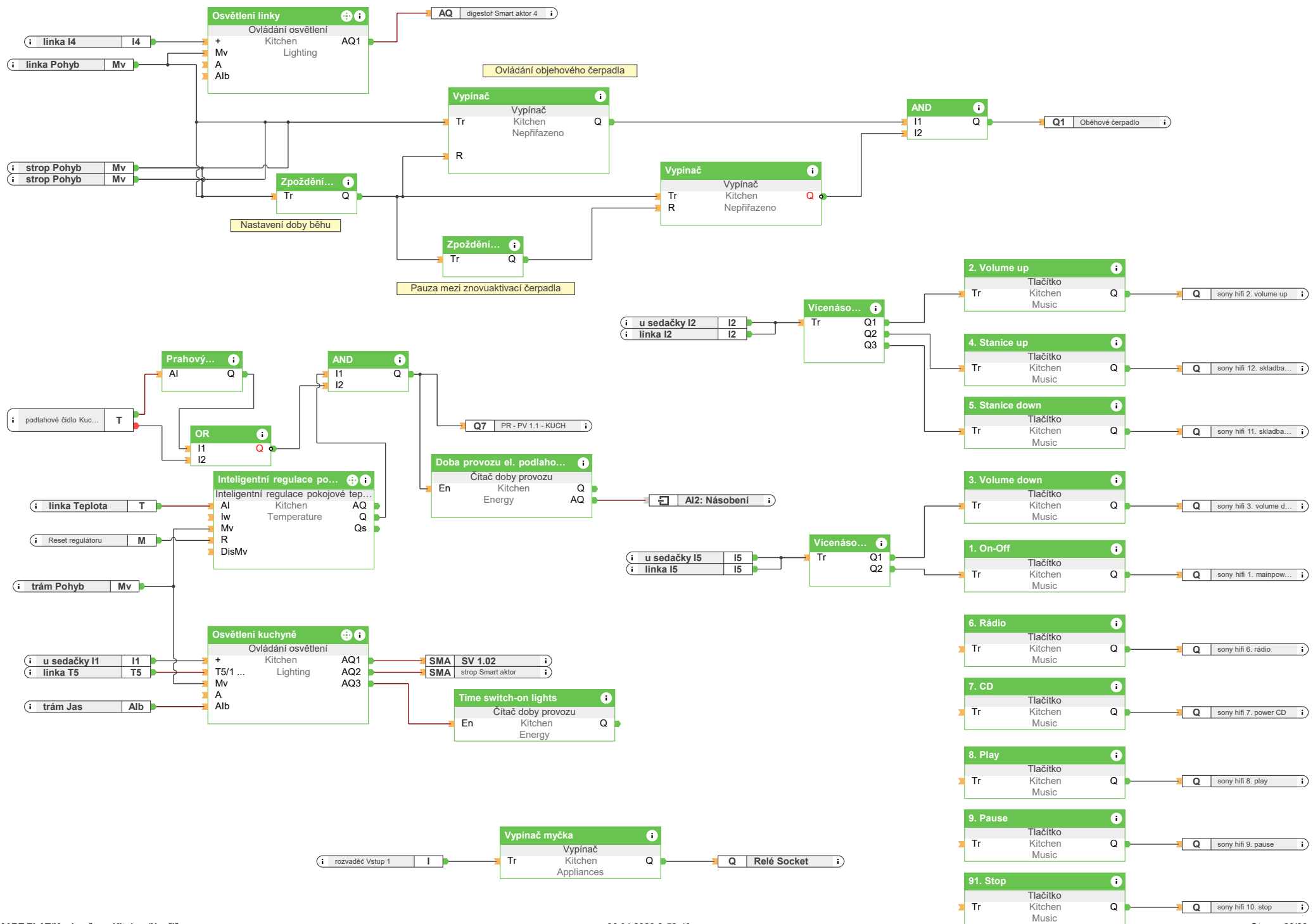


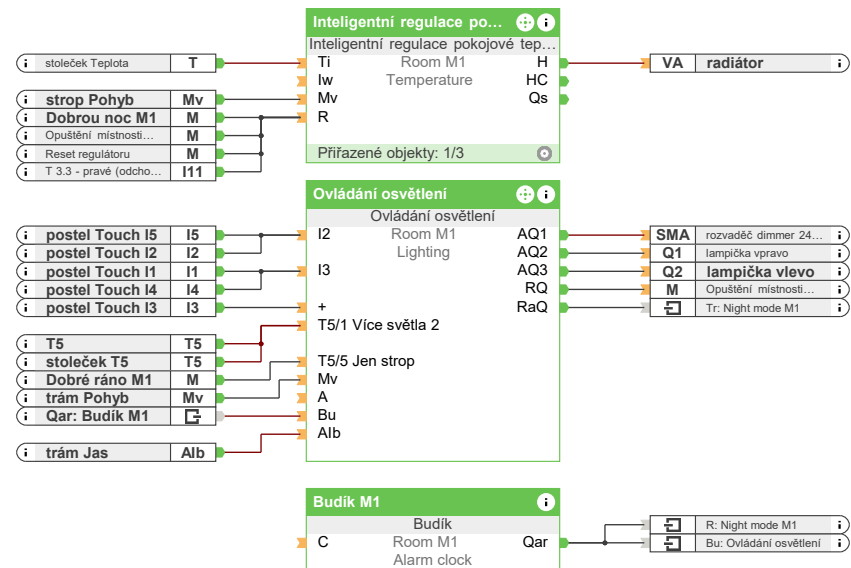
## Sjednocení kódů z původních stran 14, 15, 16, 17 a 28



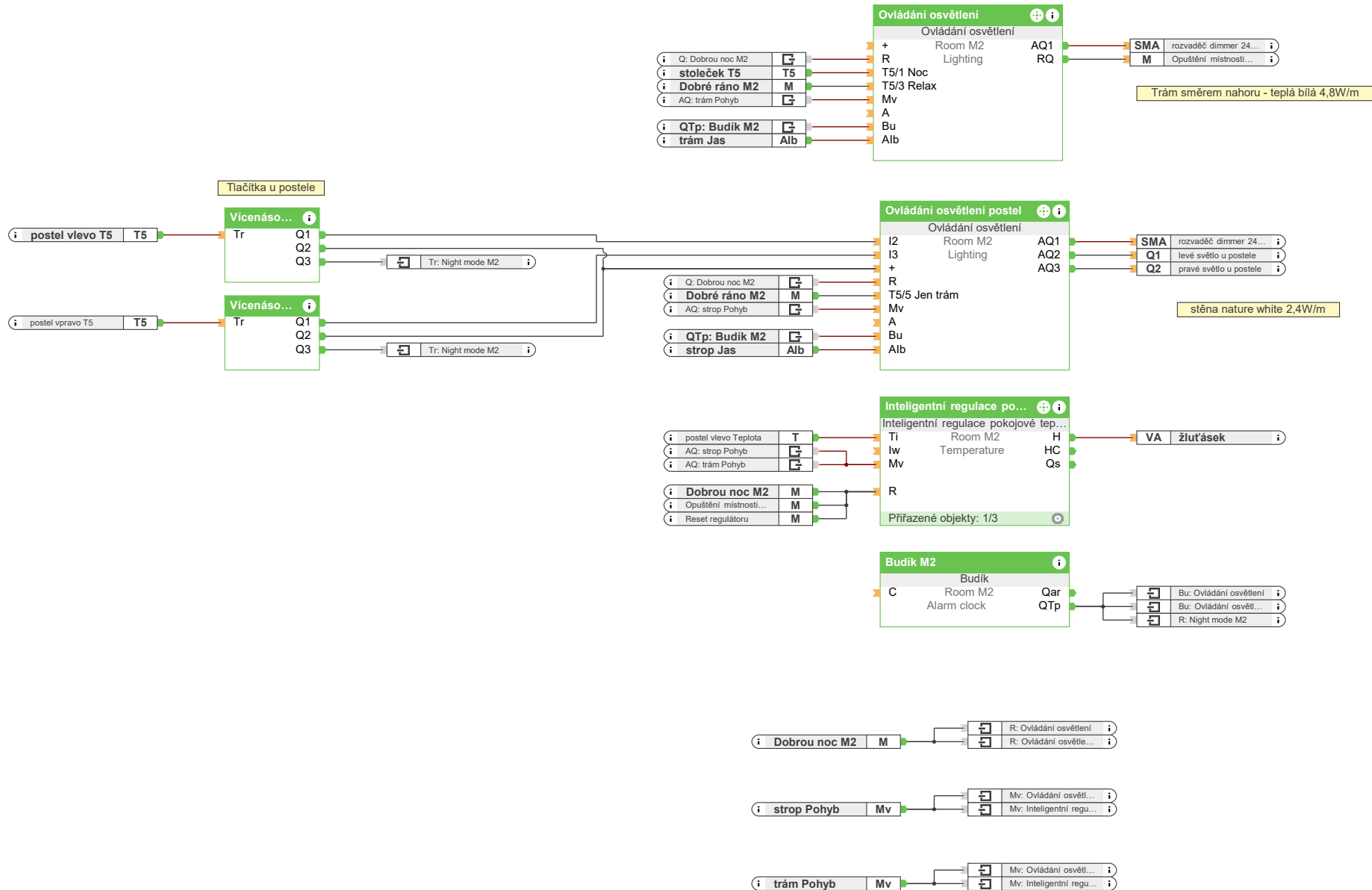


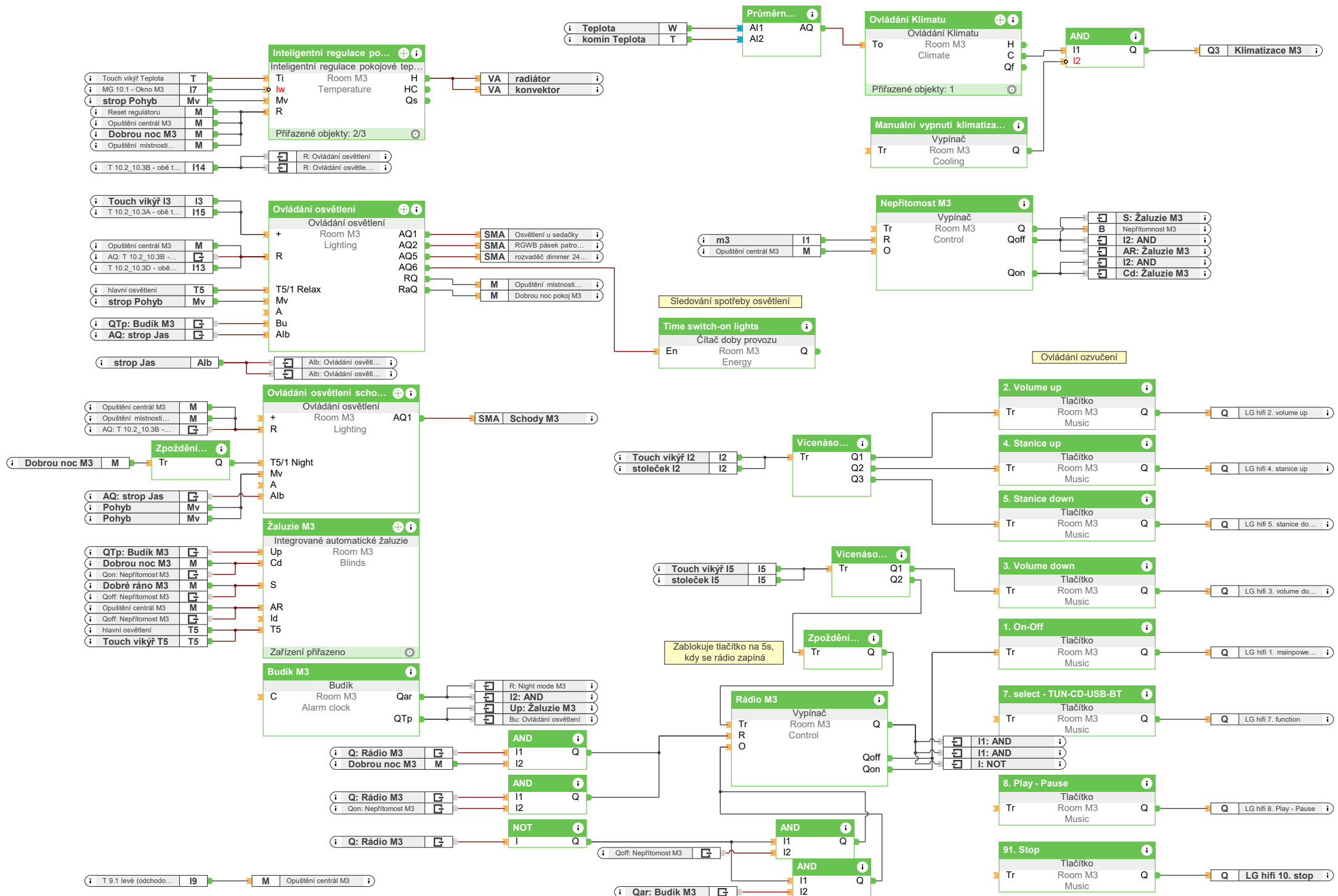


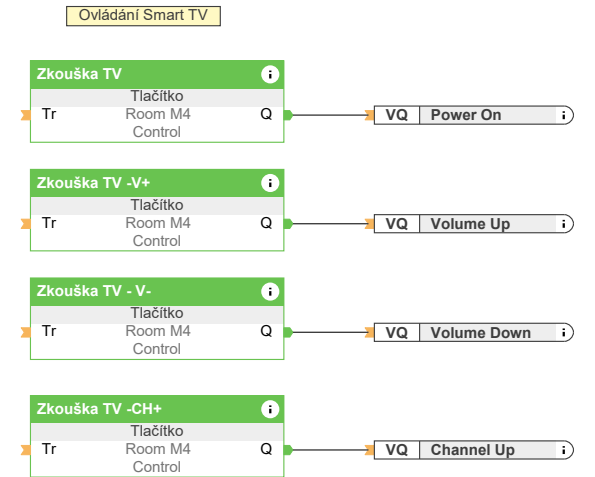
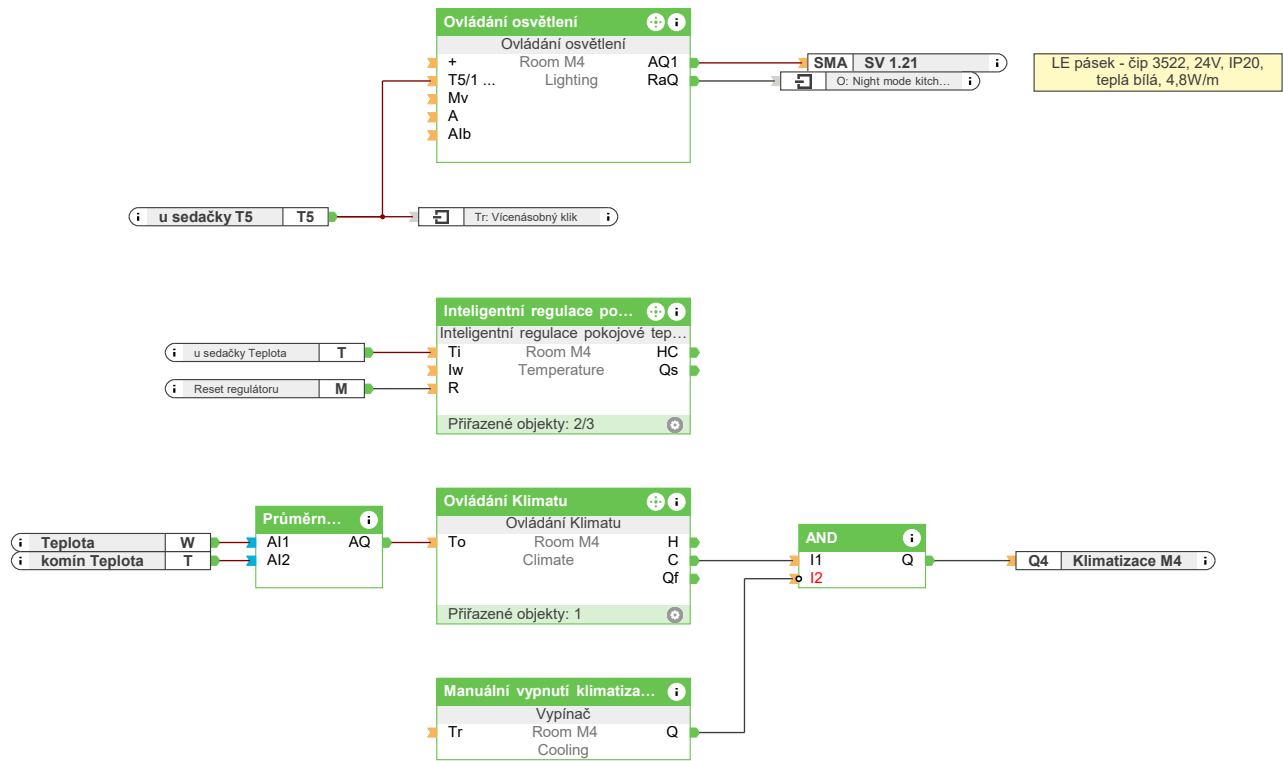


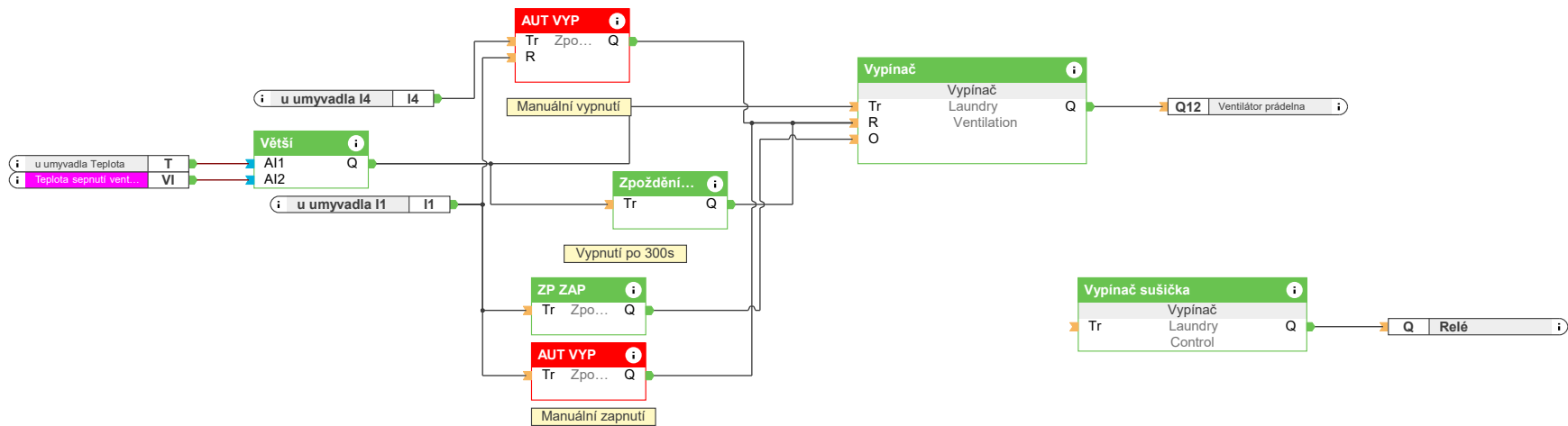




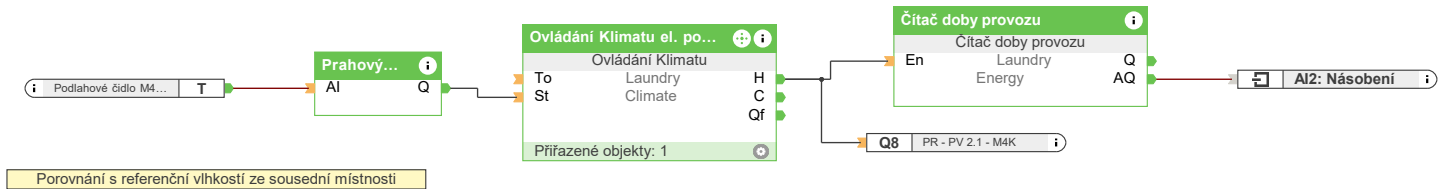
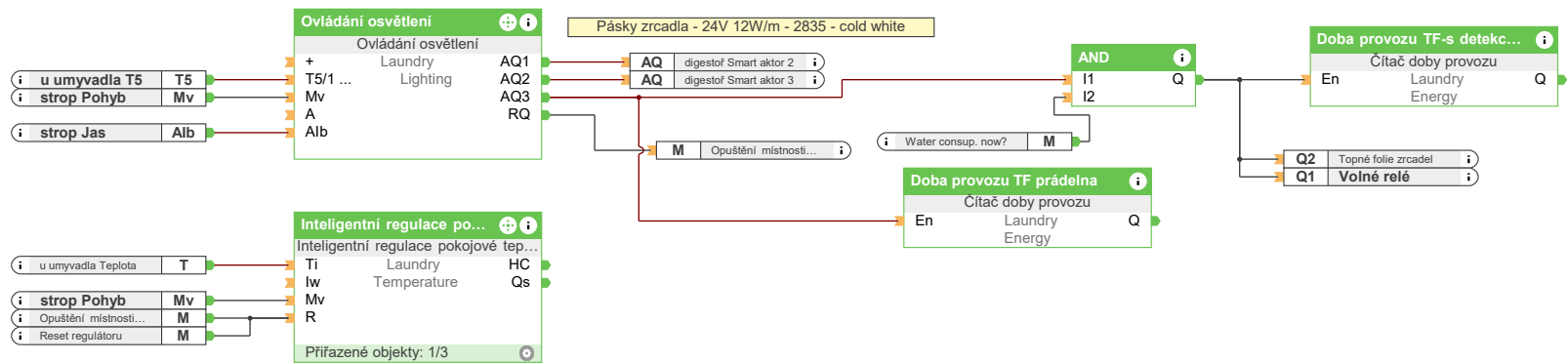




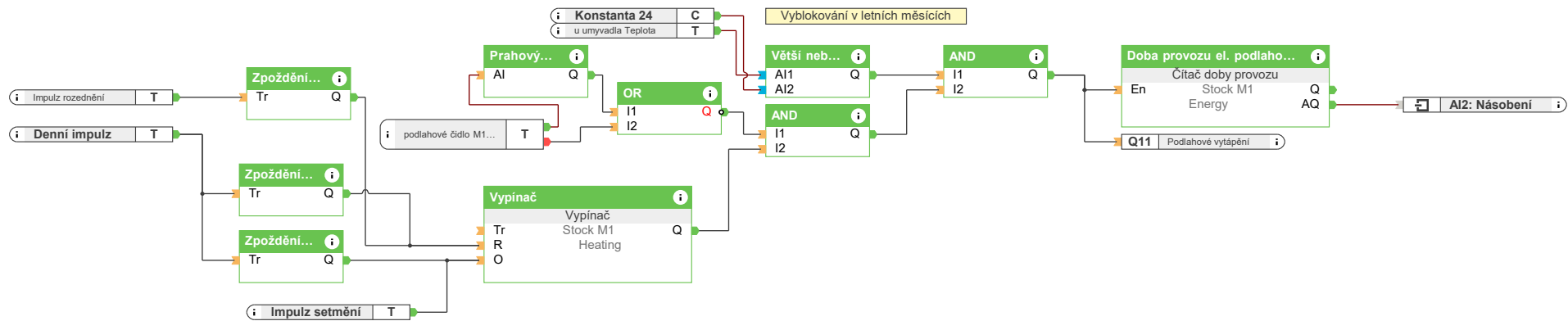




Zprovozněno 4-6-2019 - na základě vlhkosti větší o 8% než oproti galerii se zapne ventilátor. Plus pokud bude teplota větší než 29C.  
 Zjištění - nefunguje, protože díky zvýšené teplotě je vlhkost dokonce o 4% nižší.



Porovnání s referenční vlhkostí ze sousední místnosti







## Příloha L

### Obsah přiloženého CD

1. soubor diplomova-prace - kontejner ve formátu  $LAT_{E}X$
2. vyhodnoceni-spotreby.xlsx - soubor MS excel se zpracovanými daty o spotřebách
3. kalkulace-naklady.xlsx - soubor MS excel s položkovým rozpočtem realizace
4. vyhodnoceni-vyhodnosti.xlsx - soubor MS excel s výpočty ekonomické výhodnosti





## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kodad** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **434948**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra měření**  
Studijní program: **Inteligentní budovy**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Chytrá elektroinstalace mezonetového bytu**

Název diplomové práce anglicky:

**Smart electrical installation of duplex apartment**

Pokyny pro vypracování:

1. Vytvořte kalkulaci pro návrh chytré elektrické instalace realizované v rámci předchozích projektů ve zvoleném mezonetovém bytě
2. Provedte analýzu provozu a proveďte průzkum u uživatelů této instalace po pobytu
3. Navrhněte úsporná opatření a optimalizaci nastavení na základě provedené analýzy provozu

Seznam doporučené literatury:

- [1] Hudcová, L. a kol., Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa. Praha: EkoWATT, 2009, 43 s., ISBN 978-80-87333-03-7  
[2] ČSN 33 2130 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody, Česká technická norma, Praha: 2014  
[3] Tywoniak, J. a kol., Nízkoenergetické domy 2. Praha: Grada, 2008, 204 s., ISBN 978-80-247-2061-6

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Pavel Mlejnek, Ph.D., katedra měření FEL**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **29.01.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: \_\_\_\_\_

Platnost zadání diplomové práce:

**do konce letního semestru 2019/2020**

\_\_\_\_\_  
Ing. Pavel Mlejnek, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta