



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

**Možnosti implementace „smart technologií“ do existujících
objektů pro bydlení**

**Implementation of Smart Technologies into Existing Residential
Buildings**

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, ekonomika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

Kryštof Boháč

Praha 2018

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Boháč Kryštof**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Elektrotechnika a management

Název tématu:

Možnosti implementace „smart technologií“ do existujících objektů pro bydlení

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše technologií v rámci konceptu „smart house“ a jejich kategorizace
2. Analýza současné situace v bytovém fondu ČR jako potenciálu pro rekonstrukce a instalace „smart technologií“
3. Možná technická řešení instalace „smart technologií“ do stávajících objektů, definice možných typických řešení
4. Analýza možných přínosů ze zavedení „smart technologií“ a metodika ekonomické efektivity posouzení přínosů „smart technologií“ při instalaci do stávajících objektů
5. Posouzení možných technických řešení u vybraného modelového objektu a provedení analýzy ekonomické efektivity
6. Závěry a doporučení

Seznam odborné literatury:

1. Garlík B.: Inteligentní budovy, Praha: BEN - technická literatura, 2012.
2. Chan M., Esteve D., Escriba C., Campo E.: A review of smart homes - Present state and future challenges, Computer methods and programs in biomedicine 91, pp. 55-81, 2008.
3. Jiří Beranovský J., Pokorný J.: Je úsporný dům opravdu úsporný? Praha, 2014.

Vedoucí bakalářské práce: prof.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2018/2019

L.S.

Prof.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.

vedoucí katedry

děkan

Praze dne 21.2.2017

Abstrakt

První část této práce se věnuje rešerši smart technologií aplikovatelných do rodinných domů, jejich základním funkcím a potenciálu k úsporám.

Dále se snaží na modelovém objektu v podobě rodinného domu ilustrovat možnosti, které inteligentní technologie nabízejí, zvážit jejich finanční rentabilitu a navrhnout, jaké aspekty smart systémů mohou být pro uživatele atraktivní.

Klíčová slova

Inteligentní dům, ekonomická efektivita, současná čistá hodnota

Abstract

The first part of this thesis deals with listing and describing smart technologies, which are currently available on the market. The focus is on basic functions and potential savings.

In the second part, a case study of a detached house is described in order to calculate net present value and determine, whether it is reasonable to invest money in such manner, and what benefits can one potentially expect by doing so.

Key words

Smart house, Economic efficiency, Net Present Value

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a v souladu s metodickým pokynem o dodržování etických principů pro vypracování závěrečných prací, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Jaroslavu Knápkovi za nezměrnou trpělivost, shovívavost a cenné rady při vypracování mojí práce. Také bych chtěl poděkovat firmě ElkoEP, konkrétně panu Ing. Pavlu Vyoralovi a panu Ing. Lukášovi Ponížilovi, kteří vypracovali návrh a cenovou nabídku inteligentní elektroinstalace pro rodinný dům.

Obsah

Úvod

1. Rešerše technologií v rámci konceptu „smart house“ a jejich kategorizace	9
1.1. Péče o děti, hendikepované a seniory	9
1.2. Úspora energií a automatizace	9
1.2.1. Nucené větrání s rekuperací tepla	9
1.2.2. Systém osvětlení	10
1.2.3. Zásuvky	10
1.2.4. Žaluzie a rolety	11
1.2.5. Zabezpečení	11
1.2.6. Smart metering	12
2. Analýza současné situace v bytovém fondu ČR jako potenciálu pro rekonstrukce a instalace „smart technologií“	12
3. Možná technická řešení instalace „smart technologií“ do stávajících objektů, definice možných typických řešení	13
3.1. Centralizované a decentralizované systémy	14
3.2. Bezdrátová a kabelová instalace	14
3.3. Volba vhodné technologie	15
3.4. Modelový rodinný dům a smart technologie navržené firmou ElkoEP	15
4. Analýza možných přínosů ze zavedení „smart technologií“	16
4.1. Analýza přínosů smart technologií	16
4.1.1. Nucené větrání, vytápění a ohřev vody	16
4.1.2. Osvětlení a zásuvky	17
4.1.3. Komfort a úspora času	18
4.1.4. Zabezpečení a zdravotní benefity	18
4.1.5. Prestiž	18
5. Kritéria hodnocení a metodika ekonomické efektivity při instalaci „smart technologií“ do stávajících objektů	19
5.1. Ekonomické efekty a jiné benefity	19
5.2. Životnost projektu a kritéria hodnocení	19
5.2.1. Současná čistá hodnota	20
5.2.2. Inflace v ČR a její vliv na ekonomickou efektivitu investice	20
5.2.3. Vývoj ceny elektřiny v ČR, její predikce a vliv na ekonomickou efektivitu investice	20
5.2.4. Diskontovaná doba návratnosti investice T_d	23

6. Posouzení možných technických řešení u vybraného modelového objektu a provedení analýzy ekonomické efektivity	23
6.1. Návrh od firmy ElkoEP	23
6.2. Vybavení domácnosti	24
6.2.1. Vytápění, větrání a ohřev vody	24
6.2.2. Videovrátný	24
6.2.3. Umělé osvětlení	24
6.3. Určení měsíčních a ročních úspor	26
6.3.1. Složky vytvářející úspory	28
6.3.2. Složky vytvářející náklady	29
6.4. Výpočet současné čisté hodnoty (NPV) a diskontované doby návratnosti.....	31
6.4.1. NPV pro levnější instalaci bez videovrátného	32
6.4.2. NPV pro dražší instalaci včetně videovrátného	32
6.5. Citlivostní analýza.....	33
7. Závěry a doporučení.....	34
Citovaná literatura	35
Seznam tabulek.....	36
Seznam příloh.....	37
Přílohy	38

Úvod

Inteligentní systémy se stále více dostávají do obecného povědomí lidí, získávají na popularitě a objevují se nové způsoby a rozsahy jejich použití. V současné době se nejčastěji a patrně nejnáze aplikují při výstavbě nových a spíše rozsáhlých kancelářských a průmyslových budov. Po luxusu, technických inovacích a úsporách touží ale i běžní obyvatelé, a proto je na místě zamyslet se nad možností instalace moderních inteligentních systémů do rodinných domů, a to jak u novostaveb, tak u staveb starších či rekonstruovaných. Důležitou otázkou jsou náklady na takový projekt. Je třeba uvažovat, zda se jedná o investici, od které čekáme, že se nám jednou splatí, či zda saháme ke smart systémům zejména s vidinou vyššího komfortu a společenské prestiže.

Pokud očekáváme od smart systémů, že se nám v budoucnu zaplatí, musíme rozhodnout, zda je investice v kontextu budoucích výnosů či úspor rozumná.

Cílem této práce je shrnout nabídku v současnosti dostupných technologií; nastínit, jaké benefity lze od instalace těchto technologií očekávat a pro modelový případ vyčíslit, zdali se finančně inteligentní elektroinstalace vyplatí.

Pro modelový rodinný dům je vytvořena ve dvou variantách ukázková elektroinstalace obsahující smart technologie. Úspory a náklady vybraných smart technologií jsou porovnány s částí standardní elektroinstalace. Tím jsou určeny úspory, které můžeme implementací smart systémů očekávat a v opačném gardu jsou také určeny náklady, které se s těmito technologiemi pojí. Výsledkem jsou hodnoty současné čisté hodnoty a diskontované doby návratnosti, které ilustrují rentabilitu investice.

1. Rešerše technologií v rámci konceptu „smart house“ a jejich kategorizace

V pojetí inteligentních budov můžeme rozlišit dva hlavní proudy. První způsob pojetí se zaměřuje na službu lidem ve smyslu zdravotní péče, přičemž cílovou skupinu tvoří zejména starší lidé s omezenými možnostmi pohybu a jejich blízcí, kteří jim chtějí zajistit bezpečný domov. Druhý způsob pojetí inteligentního domova je širší, rozpíná se přes oblasti inteligentního měření, zabezpečení, ventilace a vytápění, ale také vzdálené ovládání jak spotřebičů, tak již zmíněné ventilace a vytápění. Inteligentní budovy v této druhé větvi přinášejí svým uživatelům zejména komfort, luxus, lepší kontrolu nad spotřebou energie, ergo nabízejí i její úsporu.

1.1. Péče o děti, hendikepované a seniory

Vymoženosti inteligentních systémů jsou aplikovatelné i na poli domácí péče a zajištění bezpečí. Fungují na principu monitorování životních funkcí obyvatel domu, senzorů pohybu a otřesu a inteligentní video analýzy, která umožňuje analyzovat stav obyvatelů, rozpoznat, kdy jsou v nebezpečí a potřebují pomoc. V případě, kdy například senior upadne a není schopen se sám postavit, systém upozorní pečovatele nebo rodinného příslušníka, který seniorovi v nouzi přijde na pomoc.

1.2. Úspora energií a automatizace

1.2.1. Nucené větrání s rekuperací tepla

Větrání s rekuperací tepla je technologie, která se stává nutností ať už v případě výstavby nových domů nebo rekonstrukce starých, pokud máme za cíl dosáhnout nízkoenergetického, pasivního nebo nulového standardu. Základním principem rekuperace tepla je ohřátí přiváděného chladného venkovního vzduchu vzduchem teplým odváděným z domu, případně naopak ochlazení venkovního vzduchu, pokud dům klimatizujeme. (1)

S ohledem na inteligentní budovy ale můžeme funkčnost rekuperační jednotky rozšířit automatizací, která znamená zejména měření kvality vzduchu podle hladiny CO₂ nebo směsných plynů, případně podle relativní vlhkosti. (1)(2) Čidla CO₂ jsou vhodná zejména pro prostory, kde se lidé déle zdržují, jako například obývací pokoj, ložnice, či kuchyně. Čidla vlhkosti se hodí nejvíce do kuchyní a koupelen. (1)(3) Spouštění a vypínání větrání je také možno řídit s ohledem na otevření oken tak, aby se zbytečně nešla ventilace nebo vytápění, když jsou otevřená okna.

Hlavním parametrem větrací jednotky s rekuperací je její účinnost, která se v současné době pohybuje přibližně v rozmezí zhruba 50 ÷ 90 %, maximálně může dosahovat až 92 %.(1)(4)

1.2.2. Systém osvětlení

Řešení inteligentního systému osvětlení můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin.

Zprvé můžeme inteligentní osvětlení chápat jako bezdrátové dálkové ovládání, které probíhá pomocí aplikace přes mobilní zařízení, zabudovaný ovládací panel, nebo bezdrátového vypínače. Nahrazením klasických vypínačů získáme možnost definovat světelné scény přiřazené k určitým činnostem (například režim vaření, sledování filmu, společné jídlo atp.), dále lze dálkově ovládat jednotlivá světla či celé místnosti dle uživatelských požadavků mimo rámec předdefinovaných scén, a to vše odkudkoliv z domu nebo i vzdáleně přes Internet. Významnou výhodou použití bezdrátových vypínačů namísto klasických, je možnost jejich přenastavení a přiřazení jinému světlu bez stavebních úprav.

Druhý způsob pojetí ovládání systému osvětlení je automatizace, která do jisté míry rozhoduje za uživatele. Běžným příkladem jsou pohybová čidla, která spínají světla automaticky na základě rozpoznání přítomnosti osob, a při odchodu všech lidí ze sledovaného prostoru dojde k automatickému zhasnutí světel. Nevýhodou ovšem bývá vypínání světel v okamžiku, kdy se lidé sice stále nachází v místnosti, ale nepohybují se dost na to, aby bylo čidlo schopné tento pohyb zaznamenat. Často používanou funkcí je regulování osvětlení na základě intenzity osvětlení světelného senzoru, přičemž cílem je zachovat požadovanou světelnou pohodu dříve nastavenou uživatelem.(5)

Nejpraktičtější variantou je potom kombinace obou těchto přístupů. V praxi se můžeme setkat s řešením, kdy uživatel může ovládat osvětlení pomocí tabletu, telefonu nebo nástěnného panelu a zároveň systém může sám světla vypnout.

Osvětlení lze také připojit na zabezpečovací systém, což v praxi znamená například automatické zhasnutí světel a aktivaci alarmu při odchodu a uzamčení domu, nebo aktivaci osvětlení, když dojde k narušení objektu a spuštění poplachu.

1.2.3. Zásuvky

Na trhu můžeme nalézt různá provedení zásuvek, která nabízejí širokou variabilitu. Jedná se například o zásuvky Master/Slave, kde při zapnutí/vypnutí spotřebiče ve zdířce Master se zapnou/vypnou spotřebiče ve zdířkách Slave. Další variantou jsou dálkově ovladatelné zásuvky, či celé skupiny zásuvek.

Zásuvky v inteligentní elektroinstalaci mohou být automaticky vypínány a tím dochází k omezení ztrát v pohotovostním režimu. Další funkcí, která skýtá potenciál k úsporám, je měření příkonu v jednotlivých zásuvkách, což spotřebiteli umožňuje sledovat, které spotřebiče jsou energeticky náročnější a případně podniknout opatření k optimalizaci spotřeby elektrické energie.

1.2.4. Žaluzie a rolety

Napojení žaluzií nebo rolet na řídicí systém přináší výhody zejména v oblasti řízení osvětlení a regulování tepelných zisků a ztrát.(3) Pomocí světelných čidel, ať už uvnitř nebo vně domu, můžeme kombinovat osvětlení prostoru světlem přirozeným isvětlem umělým. Obyvatel si může nastavit preferovanou hladinu osvětlení a systém rozhodne, v jaké míře se využije sluneční světlo a v jaké míře je nutné využít umělé osvětlení. Další využití nalezneme při optimalizaci nákladů za energii, neboť zatemněním oken můžeme regulovat příjem tepla z venku. V zimním slunečném dni se rolety automaticky vytáhnou, aby se mohl dům prohřát, v noci se venkovní rolety zatáhnou, aby zabránily úniku tepla. V létě naopak zůstanou rolety více zatažené, aby se dům zbytečně nepřehříval a nezvyšovaly se náklady za klimatizování prostor. Toto vše může probíhat automaticky na základě informací ze senzorů teploty, světla a preferencí nastavených uživatelem.

Venkovní rolety je možné využít také jako bezpečnostní prvek proti vniknutí do objektu; při opuštění domu a aktivaci alarmu se stáhnou a vytvoří tak další překážku proti vniknutí do objektu.

1.2.5. Zabezpečení

Zabezpečení objektu je jednou z klíčových oblastí inteligentního domu. Obecně můžeme definovat následující prvky zabezpečení: (6)(7)

1. Prostorová ochrana

Slouží pro hlídání zejména vnitřních prostor, využívají se pasivní infračervené (PIR) detektory ke zjištění pohybu narušitele. Často se detektory PIR kombinují s mikrovlnnými senzory a výsledkem je duální senzor, který je méně náchylný k falešným poplachům. Do prostorové ochrany je možné uvažovat i čidla kouřová a čidla CO₂ pro detekci požáru.

2. Obvodová ochrana

Skládá se zejména z fyzických překážek, jako jsou ploty kolem pozemku a potom samotné stěny a okna domu. K hlídání se používají kontakty na dveřích či oknech, detektory tříštění skla.

3. Předmětová ochrana

Jedná se o zabezpečení konkrétních předmětů, zpravidla sochy, obrazy, nebo jiné vzácné objekty. Slouží jako zvláštní doplněk celkového zabezpečení budovy.

4. Ochrana dat a komunikace

Klíčová část zabezpečení, která byla dlouho opomíjenou. Všechny úrovně zabezpečení zmíněné výše jsou připojeny do inteligentní sítě, kde je patrný trend rozmachu bezdrátové komunikace. Stejně tak je ve světě patrné, že budoucnost zločinu leží v oblasti IT. Z toho jasně plyne, že dobré zabezpečení domácí bezdrátové sítě je naprosto nepostradatelné. (8) Pokud by došlo k naborování do sítě, útočník se může dostat k citlivým údajům, případně může poškodit, nebo až vyřadit systémy přes síť ovládané.

1.2.6. Smart metering

Hlavním principem smart meteringu je oboustranná komunikace mezi centrálou a měřicím zařízením. To umožňuje nejen automatický sběr dat v reálném čase a bez nutnosti manuálního odečtu, ale také zpětnou vazbu v podobě řízení sítě, připojení či odpojení měřeného místa.

2. Analýza současné situace v bytovém fondu ČR jako potenciálu pro rekonstrukce a instalace „smart technologií“

Podle dat českého statistického úřadu za rok 2011 bylo průměrné stáří obydlí domovního fondu 49,8 let, přičemž průměrné stáří bytových domů bylo 52,4 let, rodinných domů 49,3 let. Při sčítání v roce 2001 bylo průměrné stáří 46,9 let, což znamená nárůst skoro o tři roky. Z hlediska struktury byly v roce 2001 rodinné domy v průměru skoro o tři roky starší (47,1 let) než domy bytové (44,5 let). Vývoj ukazuje, že bytové domy v posledních deseti letech zestárnuly více než rodinné domy. To je možné přisuzovat mimo jiné větší oblíbenosti rodinných domů, což znamená jejich častější výstavbu i rekonstrukci. V roce 2011 činil podíl rodinných domů na všech obydlích domech 93 %. (9)

Životnost domů a bytů se sice uvažuje v řádu od desítek let po pár stovek (100 ÷ 200) let, ale za dobu životnosti jsou nutné rekonstrukce a pravidelná údržba. Vzhledem ke stáří současných domů a také vzhledem k výraznému technickému pokroku, který se

odehrál jednak na poli stavebních materiálů, jednak i na poli domácích spotřebičů a spotřebitelské elektroniky, se lze domnívat, že je na trhu potenciál pro rekonstrukce.

V potaz je nutné vzít také ceny nemovitostí a dostupnost hypoték. V roce 2013 byly rekordně nízké úrokové sazby u hypoték, od té doby nevzrostly nijak dramaticky a v současné době je o hypotéky enormní zájem. Ve spojení s malou výstavbou zejména ve větších městech to přináší nepříjemný efekt, a sice velmi rapidní zdražování nemovitostí.
(10)

Z toho plyne, že pokud se v nejbližší době nenastartuje výstavba nových bytů a neklesnou ceny, může být lákavým řešením rekonstrukce nebo vylepšení stávajících prostor.

3. Možná technická řešení instalace „smart technologií“ do stávajících objektů, definice možných typických řešení

Technická řešení můžeme dělit s ohledem na dva hlavní aspekty. Zprv se jedná o strukturu zapojení, kde rozlišíme systémy centralizované a systémy decentralizované. Zadruhé elektroinstalaci rozlišíme podle toho, zda mezi sebou jednotlivé prvky komunikují nějakou bezdrátovou technologií, nebo zda je signál veden pomocí kabelů.

Inteligentní elektroinstalace se skládá z následujících prvků:

1. Senzory a snímače

Představují vstupní signály, zpracované do řídicích povelů. Patří mezi ně například senzor osvětlení, pohybu, teplotní čidlo, termostaty atp., ale také tlačítkové ovladače, ovládací panely a další koncové prvky.

2. Akční členy (aktory)

Jsou konatelem požadované akce, například tedy akční členy pro řízení žaluzií, ventilace a vytápění, stmívací členy, zabezpečení dveří a domácích spotřebičů připojené do sítě.

3. Systémové přístroje

Napájecí zdroje, datové sběrnice, komunikační rozhraní, svorkovnice apod.

3.1. Centralizované a decentralizované systémy

Hlavní řídicí systémy jsou buď centralizované (Ego-n, Gild, iNELS), nebo decentralizované (KNX).(11)

Všechny senzory a výstupy (akční členy) jsou připojeny na hlavní jednotku centralizovaného systému, které zajišťuje komunikaci a spolupráci. Výhodou centralizovaného systému je menší pořizovací cena, oproti tomu nevýhodou je nebezpečí selhání hlavní jednotky, které by vedlo k výpadku systému. Vzhledem k větším nárokům na kabeláž se jedná o řešení vhodnější spíše pro malé instalace.(5)

Decentralizovaný systém pracuje bez hlavní řídicí jednotky, neboť řídicí jednotku má každý účastník na sběrnici svou. Výhodou takového systému je například menší složitost zapojení z důvodu úspory kabeláže, nezávislost na řídicí jednotce a větší variabilita systému, protože stačí přeprogramovat jednotlivé prvky.(5)(12) Často se využívá celosvětový standard KNX, který má především výhodu otevřenosti, neboť lze kombinovat zařízení různých výrobců. Další výhodou je více možností přenosu dat (Powerline, RF, Ethernet).

3.2. Bezdrátová a kabelová instalace

Bezdrátové řešení v současné době používá hlavně radiofrekvenční protokol (RF), v menší míře se používá i komunikace přes síť Wi-Fi. Taková bezdrátová síť je lákavá zejména díky snazší implementaci do domu nebo bytu. Obejde se s menšími stavebními úpravami, neboť není nutné vedle silových vodičů táhnout i vodiče datové, a v budoucnosti je možné instalaci snáze upravit opět bez stavebních úprav. Vedle těchto výhod ale musíme uvést i slabé stránky. Jedná se například o zabezpečení, bezdrátová síť se nedá omezit jen na prostor uvnitř domu, proto by zvenku teoreticky bylo možné takovou síť ohrozit. Kromě toho může být problém s dosahem rádiových vysílačů a přijímačů, zvláště pokud se jedná o členitější prostory, tam je pak nutné použít opakovače signálu.

Kabelové řešení je z hlediska výhod a nevýhod takřka přesným opakem bezdrátového. Při instalaci je třeba táhnout kromě silových kabelů i kabely datové. To s sebou přináší komplikace z hlediska stavebních úprav, a tedy i nákladů na instalaci, ale na druhé straně je kabelové spojení spolehlivější a v rodinných domech není třeba signál po cestě násobit.

Obě varianty lze zkombinovat a pokusit se využít jejich výhody, zatímco se minimalizují jejich slabé stránky. V praxi to znamená, že datové kabely nebudou vedeny ke každému prvku instalace, ale jen do RF přijímačů, které se vhodně rozmístí po objektu a buď se vzájemně propojí kabely, nebo se připojí k centrální jednotce.

3.3. Volba vhodné technologie

Škála použitých technologií může být pro rodinné domy opravdu široká. Na trhu jsou k vidění instalace od několika desítek či stovek tisíc, až po miliony korun. Závisí na uživateli, jak komplexní systém si představuje a jaká je dispozice domu. V případě staršího domu závisí, do jaké míry je majitel ochotný podstoupit stavební úpravy. Pokud plánuje rekonstrukci domu tak jako tak, kabelová nebo kombinovaná instalace může nabízet ideální poměr mezi náročností instalace, bohatostí implementovatelných funkcí a spolehlivostí. Pokud uživatel není ochotný pustit se do stavebních úprav, lze použít pouze bezdrátové technologie, byť většinou nenabízí tak komplexní a spolehlivé řešení.

Výběr technologií záleží zejména na přínosech, které obyvatelé domu očekávají. V současnosti je inteligentní elektroinstalace stále záležitostí spíše pro nadšence a bohatší vrstvu obyvatelstva. Z toho důvodu tedy lze očekávat, že kromě finančních úspor bude pro potenciálního „investora“ důležitý i aspekt luxusu a požitku z nových technologií.

3.4. Modelový rodinný dům a smarttechnologie navržené firmou ElkoEP

Pro účely této práce pracuji s dvoupodlažním rodinným domem o celkové podlahové ploše 137 m². Objekt situuji do okolí Prahy, konkrétně do Středočeského kraje, okresu Praha-západ.

Firma ElkoEP vypracovala návrh a cenovou nabídku na instalaci balíku inteligentních technologií do přízemí modelového rodinného domu o užitkové ploše 79,39 m², kde senachází devět místností a garáž. Detailní zobrazení půdorysu domu je k vidění v přílohách 1 a 2.

Provedení se uvažuje v tomto případě v kabelové verzi. Jedná se o poměrně menší dům, kabelové řešení je sice pracnější na instalaci, ale zase nabízí větší spolehlivost.

Tato nabídka obsahuje řízení osvětlení, zásuvek, stínící techniky a vytápění, dále videovrátného s ovládacím panelem v obývacím pokoji, koncové prvky (zásuvky, vypínače, dotykový panel) s vestavěným měřením teploty a vlhkosti, systémové části (centrální jednotka, napájecí zdroj, server) a aplikace pro mobilní zařízení i počítač. Návrh jsem dále doplnil o stmívatelná LED svítidla od téže firmy, více o osvětlení v části 6.2.3. Kompletní návrh od ElkoEP je k prostudování v příloze 3 a 4.

Pro instalaci kabelových rozvodů jsou nutné určité stavební zásahy, které ovšem u modelového objektu nemůžu dostatečně přesně ocenit. Při předpokladu, že by rodinný

dům stejně prošel rekonstrukcí, která by byla spojena s výraznějšími stavebními zásahy, můžeme tuto položku z úvahy vypustit.

4. Analýza možných přínosů ze zavedení „smart technologií“

4.1. Analýza přínosů smart technologií

Přínosy, které můžeme od instalace smart technologií do rodinného domu očekávat, rozdělíme do dvou rovin:

1. kvantitativní – přinášející finanční úsporu,
2. kvalitativní – přinášející větší komfort, prestiž, zabezpečení a případně také zdravotní benefity.

Uvažovat musíme i úsporu času, která stojí kdesi na pomezí. Nabízí se argumentovat, že „čas jsou peníze“, ale v tomto případě nebude nejspíš úspora času hlavní pohnutkou, která by člověka vedla k rekonstrukci domu a investici do poměrně drahých technologií. Z tohoto důvodu tedy nebudu úsporu času dále uvažovat a pozornost bude soustředěna na přínosy zmíněné dále.

K finančním úsporám (kvantitativním) u existujících objektů můžeme dospět zejména snížením spotřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody, dále snížením spotřeby elektřiny.

Kvalitativní přínosy ze zavedení smart technologií jsou velmi individuální. Vzhledem k tomu, že tyto moderní technologie zatím nejsou běžně rozšířené a dosud byly výsadou bohatší vrstvy obyvatelstva, nesou si stále určitý punc luxusu a prestiže, který může být jedním z významných motivů pro investici do této záležitosti u lidí, kteří nemají v moderních technologiích žádnou zvláštní zálibu. Naopak u lidí, kteří jsou nadšenci do nových technologií, touha „jít s dobou“, či být dokonce průkopníkem v dané oblasti, může být jedním z hlavních faktorů, proč se rozhodnou pro inteligentní elektroinstalaci.

4.1.1. Nucené větrání, vytápění ohřev vody

Náklady na vytápění budovy patří k hlavní položce na účtu za energie, tvoří až 60 % celkové spotřeby v budovách pro bydlení.(13)

Bohužel potřeba tepla je daná konstrukcí a provedením domu a nelze ji již změnit.(14) Můžeme ale snížit spotřebu tepla, tedy hlavně spotřebu elektrické energie. Pro snížení nákladů na vytápění můžeme zkombinovat hned několik technologií. Zejména je to rekuperační jednotka v dobře zatepleném domě s minimálním součinitelem prostupu

tepla, automatické nastavování rolet podle slunce a teploty a dobré řízení vytápění. (pokud je vůbec k dispozici). Spotřebu energie lze tímto snížit až o 40 ÷ 55 %.(15) Samotná rekuperační jednotka však není přímo inteligentní technologií, tou se stává ve chvíli, kdy se využije možnost jejího automatizovaného řízení. Při automatickém řízení rekuperace je možné dosáhnout až 30% úspory. (3) Proti úsporám ale přicházejí určité náklady. V případě rekuperace se jedná o filtrační textilie, které je nutné dvakrát ročně měnit. Rekuperační jednotka by jednou ročně měla projít také větší údržbou, ale po zaškolení ji zvládne uživatel sám, tudíž tuto položku nebudeme dále uvažovat.

Při ohřevu vody je možné využít hromadného dálkového ovládání (HDO), skrze které je bojler spínán distributorem v časech nízkého tarifu. Toto dálkové spínání může přinést přibližně 10% úsporu.(16)

4.1.2. Osvětlení a zásuvky

Osvětlení a ostatní spotřeba elektřiny tvoří přibližně 14÷ 18 % celkové spotřeby domácnosti. (3)(15) U osvětlení můžeme uvažovat úsporu z důvodu důsledného automatického vypínání světel, z využití funkce stmívání, které některé typy žárovek nabízejí, ale také z důvodu instalace úsporných LED svítidel, které mají v porovnání s klasickými inkandescenčními výrazně nižší příkon při zachování porovnatelného světelného toku.

Budeme předpokládat, že stmíváním světel a lepším využitím přirozeného světla dokážeme snížit spotřebu o 20 %. (17)

U ostatních spotřebičů se jedná zejména o provoz v režimu stand-by, kdy je sice odebrán výkon většinou řádově v desetinách až jednotkách wattu, ale prakticky po celý den a mnoha spotřebiči. Dle Nařízení Komise (ES) č. 1275/2008 ze dne 17. prosince 2008, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, se omezuje od roku 2013 příkon elektrospotřebičů v režimu stand-by na 0,5 W, respektive na 1 W v případě spotřebičů s informačním displejem. Podle průzkumu evropské studie SELINA skoro 50 % spotřebičů tento limit nedodržuje a průměrný příkon domácích spotřebičů v pohotovostním režimu činí 40 W, což představuje zhruba 305 kWh ročně. (18)(19) Úsporou tedy je úplné vypnutí spotřebiče v době, kdy se určitě nebude využívat, ideálně naprosté odpojení od sítě. Se systémem navrženým pro omezení příkonu odebíraného v režimu stand-by je možné takto dosáhnout úspor až 10,5 %. (20)

4.1.3. Komfort a úspora času

Mezi subjektivní přínosy při využití smart technologií v rodinných domech patří hlavně zvýšení komfortu. Když odhlédneme od rekuperace tepla, která je hlavním bodem při úspoře v rodinném rozpočtu, přínosy ostatní techniky bych zařadil spíše do části zvýšení kvality života. Technologičtí nadšenci ocení „hraní si“ se světelnými scénami, s automatickým nebo manuálním vypínáním a zapínáním zásuvkových okruhů, či s možností sledovat přes notebook, počítač nebo telefon stav osvětlení, vytápění a dalších prvků. Atraktivní je také možnost dálkově upravit vytápění, případně aktivovat spotřebiče, které takovou funkci nabízejí, a tím například v zimě cestou z práce nebo dovolené vyhřát dům ještě před samotným příjezdem.

Obyvatelům takové věci mohou ušetřit čas, protože ovládání celého domu je vždy na dosah v telefonu, tabletu, počítači, nebo nástěnném panelu.

4.1.4. Zabezpečení a zdravotní benefity

Jako nepeněžní položku budeme chápat i zabezpečení domu před zloději. V případě reálného zařízeného domu by bylo možné ocenit zlepšení zabezpečení skrze vyšší pojistného, které by domácnost platila jednak bez inteligentních technologií a jednak s nimi. Pro účely této práce ale peněžní stránku toho benefitu uvažovat nebudu a zdůrazním zejména aspekt pocitu bezpečí, který chytrá implementace moderních technologií může přinést. S využitím ovládání přes internet a přednastavených scén je možné při delší nepřítomnosti simulovat přítomnost lidí v prázdném domě, nebo sledovat data z pohybových senzorů a kamer.

Zdravotní benefity potenciálně přináší zaprvé nucená ventilace vzduchu a zadruhé systém umělého či smíšeného osvětlení. Jednotka ventilace je standardně osazena filtrem, který omezuje množství prachu a pylu, které se zvenku dostane se do domu v porovnání s klasickým větráním otevřeným oknem. Některé jednotky mohou být vybaveny i funkcí regulace vzdušné vlhkosti. Filtrace vzduchu je důležitá zejména pro alergiky a astmatiky, kterým vytváří bezpečnější prostředí, na druhou stranu pro některé lidi není tato vidina „umělého“ větrání lákavá a subjektivně ji vnímají spíše negativně jako život v příliš sterilním prostředí.

4.1.5. Prestiž

Neopomenutelným motivem investice do inteligentních technologií je bezesporu prestiž a jedinečnost, která se v dnešní době ještě s těmito moderními technologiemi pojí. Obzvláště větší a sofistikovanější instalace jsou působivé a vyvolávají pocit velmi luxusního

bydlení, neboť navzdory tomu, že smart systémy pozvolna zlevňují, skutečně komplexní řešení je stále finančně náročné.

5. Kritéria hodnocení a metodika ekonomické efektivity při instalaci „smart technologií“ do stávajících objektů

5.1. Ekonomické efekty a jiné benefity

Při hodnocení ekonomické efektivity projektu je klíčové určit přínosy ekonomické a kvalitativní ve smyslu kapitoly 4.1.

Ekonomická efektivity rekonstrukce rodinného domu při instalaci smart technologií spočívá hlavně v úspoře energií. Rekonstrukci domu nelze chápat jako klasickou investici, protože dům peníze přímo nevydělává. Místo reálného zisku ale můžeme čekat každoroční úspory, které jsou výsledkem úspor a nákladů přinášejících různými skupinami smart technologií. V dalších kapitolách tyto úspory popisují také jako cash flow, byť se striktně vzato o hotovostní tok nejedná.

5.2. Životnost projektu a kritéria hodnocení

Při určování životnosti projektu je třeba vzít v potaz několik faktorů. První faktor je technická životnost komponent, neboli doba, po které bude danou komponentu nutné vyměnit. Další faktor je ekonomická životnost. Elektronika, kotel, bojler sice mohou fungovat dlouho bez poruchy, ale je možné, že doba a technologie pokročila natolik, že je výhodnější pořídit nové vybavení, které je úspornější. Poslední faktor, který zmíním, je morální životnost. I v případě, kdy zařízení v pořádku funguje a jeho provoz nás nestojí nepřiměřeně mnoho, můžeme uvažovat o výměně za novější model. To se stává hlavně u zboží, které se v čase rychle vyvíjí a nové modely přinášejí nové a nové funkce.

V tomto případě budu předpokládat jednotnou životnost 12 let, po kterou nebude třeba do zařízení domu investovat. Zásuvky, vypínače, LED osvětlení, kotel, bojler i většina ostatních komponent by tuto dobu měla přečkat a drobnější spotřební elektronika, která by potřebovala během této doby vyměnit, nesouvisí přímo s inteligentní elektroinstalací, tudíž nemá vliv na její hodnocení.

5.2.1. Současná čistá hodnota

Hlavním kritériem hodnocení bude současná čistá hodnota (NPV), kterou spočítáme dle vztahu:

$$NPV = \sum_{n=0}^{11} \frac{CF_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

kde

CF_n hotovostní tok daného roku

i diskontní míra

n počet období, v tomto případě
životnost investice

Hotovostní toky jednotlivých let určím jako částku tvořenou rozdílem kumulovaných měsíčních úspor za daný rok a stejně vzniklých nákladů. Měsíční úspory jsou částka, kterou můžeme ušetřit na platbách za elektřinu tím, že vybavení domácnosti řídíme inteligentním způsobem, respektive necháváme část rozhodování na řídicí jednotce. V úsporách tedy nehraje roli přímo energetický štítek vybavení, ale způsob, jakým je toto vybavení ovládáno.

Diskontní míra je cena ušlé příležitosti plus určitá míra rizika. V tomto případě určím cenu ušlé příležitosti podle stavebního spoření, které je možné uzavřít na shodné období jako je životnost projektu, tedy na dvanáct let, a míra rizika je zanedbatelná. Na trhu lze v současnosti sehnat stavební spoření s nejlepším úrokem ve výši 1 %, což budu nadále považovat jako diskontní míru pro tuto práci. (21)

5.2.2. Inflace v ČR a její vliv na ekonomickou efektivitu investice

V roce 2010 určila Česká národní banka inflační cíl, který je platný až do přistoupení České republiky do eurozóny, tento inflační cíl jsou 2 %. V listopadu 2017 činila míra inflace dle ČSÚ dokonce 2,4 %. (22) Po dobu životnosti investice budu počítat právě s touto rychlostí inflace 2,4 %. (23)

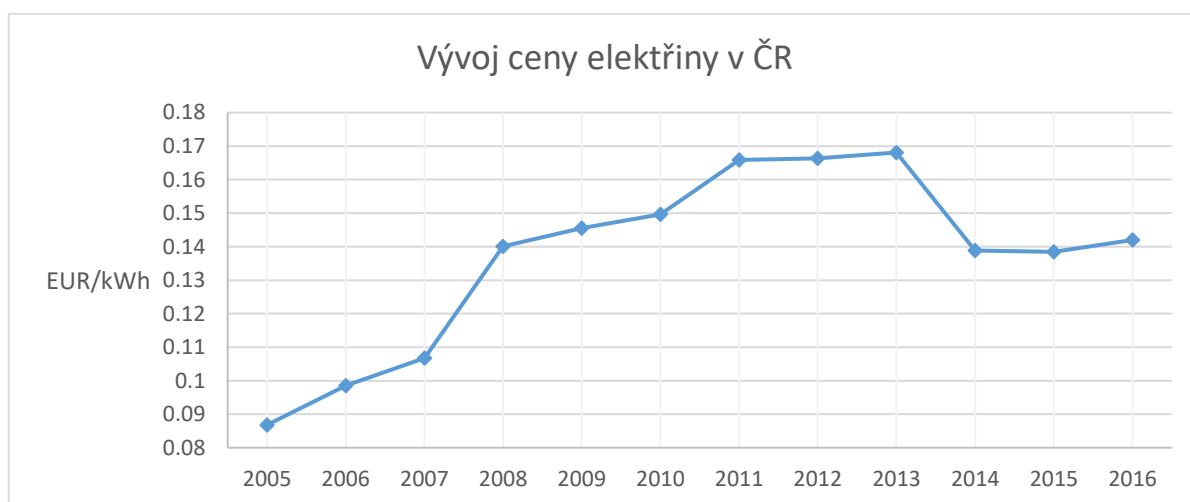
Inflace značí růst spotřebitelských cen, tudíž v případě, kdy je nějaký peněžní tok spojen s nákupem zboží, je nutné upravit cenu toho zboží o adekvátní míru inflace.

5.2.3. Vývoj ceny elektřiny v ČR, její predikce a vliv na ekonomickou efektivitu investice

Podle dat od Eurostatu se cena elektřiny pro domácnosti od roku 2005 vyvíjela tak, jak je uvedeno v tabulce 1 a znázorněno v obrázku 1. (24)

Rok	EUR/kWh
2005	0,0868
2006	0,0985
2007	0,1067
2008	0,1401
2009	0,1455
2010	0,1496
2011	0,1659
2012	0,1664
2013	0,1681
2014	0,1388
2015	0,1385
2016	0,142

Tabulka 1: Vývoj ceny elektřiny pro domácnosti v ČR od roku 2005 do roku 2016



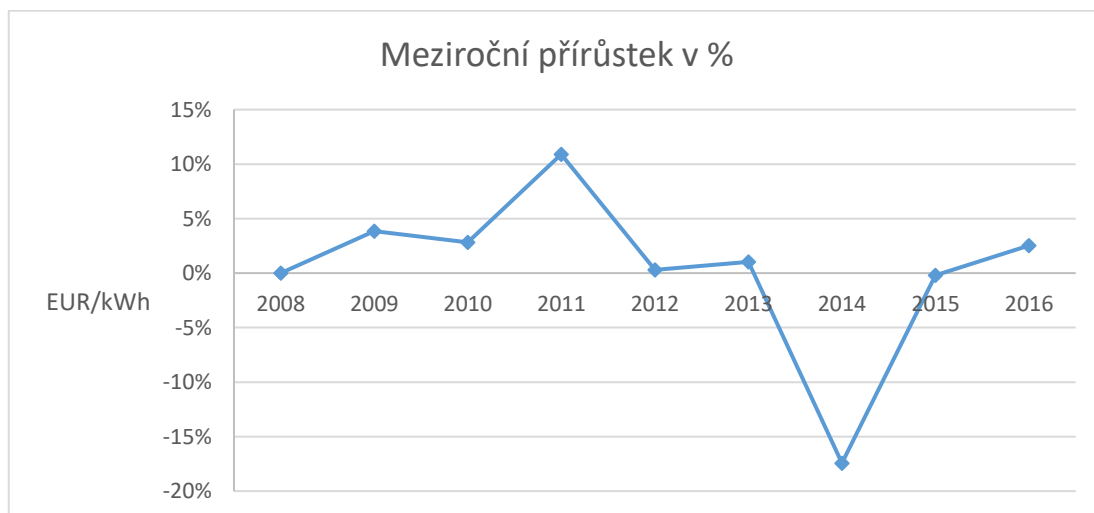
Obrázek 1: Vývoj ceny elektřiny pro domácnosti v ČR

V grafu si můžeme všimnout významného skoku, který nastal v roce 2008. Tento prudký nárůst byl způsoben zavedením regulovaného poplatku na podporované obnovitelné zdroje elektřiny. Z toho důvodu pro určení průměrného ročního nárůstu použijí data právě od roku 2008 a dále. V tabulce 2 zadefinujeme rok 2008 jako výchozí hodnotu a určíme procentuální meziroční přírůstky.

Rok	EUR/kWh	Roční koeficient růstu	Meziroční přírůstek v %
2008	0,1401	1,00	0 %
2009	0,1455	1,039	4 %
2010	0,1496	1,028	3 %
2011	0,1659	1,109	11 %
2012	0,1664	1,003	0 %
2013	0,1681	1,010	1 %
2014	0,1388	0,826	-17 %
2015	0,1385	0,998	0 %
2016	0,142	1,025	3 %

Tabulka 2: Roční přírůstky ceny elektřiny pro domácnosti v ČR od roku 2008

Na obrázku 2 vidíme vývoj meziročních přírůstků. V roce 2014 je patrný výrazný propad, způsobený patrně částečně ropnou krizí, kdy cena barelu ropy spadla od července 2014 ze zhruba 110USD na přibližně 50USD v lednu 2015. (25)



Obrázek 2: Meziroční přírůstky ceny elektřiny v ČR od roku 2008

Geometrickým průměrem meziročních přírůstků dle vztahu

$$G = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

určíme průměrné tempo růstu ceny elektřiny.

Po dosazení do vztahu (2) dostaneme průměrné tempo růstu $G = 0,15 \%$.

Pro zpřesnění předpokládaného vývoje elektřiny je žádoucí vzít do úvahy následující aspekty.

Evropská Unie zdůraznila ve svém „zimním balíčku“ z konce roku 2016 cíl na výrazné omezení emisí CO₂, v revizi evropského systému obchodování s emisemi (EU ETS) z listopadu 2017 se počítá s významným nárůstem cen emisních povolenek. Lze očekávat, že tyto faktory se na konečné ceně elektřiny projeví spíše negativně ve smyslu jejího růstu. Od roku 2016 navíc můžeme pozorovat změnu trendu ve vývoji ceny silové elektřiny, která za období posledních dvou let vzrostla celkem o přibližně 73 %. (26)

Z těchto údajů vyvodíme, že růst ceny elektřiny 0,15 % ročně je spíše nerealisticky malý. Z tohoto důvodu se bude v dalších výpočtech objevovat tempo růstu přibližně korespondující s inflací, tempo tedy stanovím na $r = 2,5 \%$.

5.2.4. Diskontovaná doba návratnosti investice T_d

Kromě ukazatele současné čisté hodnoty zhodnotíme investici také pomocí takzvané diskontované doby návratnosti. Toto kritérium vyjadřuje, za kolik let se nám na úsporách zaplatí investice, kterou jsme na začátku do rekonstrukce vložili. Zmíněné úspory jsou v čase diskontované, stejným způsobem, jako při výpočtu NPV.

6. Posouzení možných technických řešení u vybraného modelového objektu a provedení analýzy ekonomické efektivity

Při posouzení ekonomické efektivity budu vycházet z modelového rodinného domu s celkovou podlahovou plochou 137 m², detailní zobrazení půdorysu je zobrazeno v příloze 1 a 2. V přízemí o celkové užitkové ploše 79,39 m² se nachází devět místností a garáž. Pro přízemí vypracovala firma ElkoEP návrh inteligentní elektroinstalace, viz další kapitola.

Provedení se uvažuje v tomto případě kabelové. Jedná se o poměrně menší dům, kabelové řešení je sice pracnější na instalaci, ale zase nabízí větší spolehlivost. V případě, že by dům stejně prošel rekonstrukcí, stavební úpravy už by takřka nehrály roli.

6.1. Návrh od firmy ElkoEP

Tato nabídka obsahuje řízení osvětlení, zásuvek, stínící techniky a vytápění, dále videovrátného s ovládacím panelem v obývacím pokoji, koncové prvky (zásuvky, vypínače,

dotykový panel) s vestavěným měřením teploty a vlhkosti, systémové části (centrální jednotka, napájecí zdroj, server) a aplikace pro mobilní zařízení i počítač. Návrh jsem dále doplnil o stmívatelná LED svítidla od téže firmy, více o osvětlení v části 5.2.2. Kompletní návrh od ElkoEP je k vidění v příloze 3.

6.2. Vybavení domácnosti

6.2.1. Vytápění, větrání a ohřev vody

Vytápění a nucené větrání je zajištěné teplovzdušnou rekuperační jednotkou Duplex od firmy Atrea s teplovodním ohřivačem o výkonu 6 kW. Ohřev vody je zajištěn bojlerem OHKE SMART od firmy Dražice. Tento bojler je vybaven funkcí HDO (hromadné dálkové ovládání), což by mělo přinést úspory oproti normálnímu ohřivači vody ve výši zhruba 10 %.

(16)

6.2.2. Videovrátný

V navržené instalaci je zahrnutý i videovrátný, což je domovní videotelefon a dveřní komunikátor. Obzvláště pro svoji větší pořizovací cenu, která tvoří 17 % z celkových nákladů na instalaci, je žádoucí zvážit, zdali za tento objem peněz poskytne dostatečný přínos. Z hlediska ekonomického nemá tato část smart technologií žádný efekt, nic méně jak bylo řečeno výše, tyto technologie mohou poskytnou také významný nepeněžitý benefit. Výpočet ekonomického efektu proto bude proveden jak pro variantu s videovrátným, tak pro variantu o tuto funkci ochuzenou.

6.2.3. Umělé osvětlení

Součástí nabídky nebylo samotné osvětlení, pouze technické prostředky umožňující nastavení světelných scén, plynulé upravování jasu a další programovatelné chování světel dle preferencí uživatele. Vzhledem k poměrně velké pořizovací ceně u LED svítidel bylo nutné spočítat, kolik jich bude třeba na vhodné osvětlení prostor.

Pro jednotlivé místnosti jsem vycházel z doporučených hodnot intenzity osvětlení, které jsou uvedeny v technické normě ČSN EN 12464-1(27) pro dané pracovní činnosti a pro dané prostory. Hodnoty intenzity osvětlení předepsané technickou normou míří primárně na průmyslové podniky, provozovny a na komerční prostory obecně, můžeme je ale méně striktně aplikovat i jako hodnoty vhodné do rodinného domu. V normě se operuje takřka výhradně s veličinou intenzita osvětlení E , pro určení nutného počtu žárovek je ale nutné toto převést na potřebný světelný tok v lumenech, jelikož toto je parametr, který je možné

u žárovek skutečně zjistit. Obecný vztah mezi intenzitou osvětlení a světelným tokem je následující:

$$\Phi = E \cdot S \quad (3)$$

kde

Φ je světelný tok [lm]

E je intenzita osvětlení [lx]

S je plocha osvětlení [m²]

Přesné určení počtu svítidel by vyžadovalo detailní navržení celkového osvětlení rodinného domu, neboť kromě celkové osvětlené plochy hraje roli i rozmístění svítidel a úhel, s jakým dopadají světelné paprsky na srovnávací rovinu. Vzhledem k faktu, že se nejedná o komerční prostor a technické normy nejsou obecně závazné, situaci mírně zjednoduším a budu předpokládat rovnoměrné rozložení svítidel, tudíž zanedbám nerovnoměrnost intenzity osvětlení v různých částech místností. Kromě celkového osvětlení místností se uvažuje ve třech případech i osvětlení místní, tedy speciální osvětlení pracovní plochy, kde se často provádějí úkoly vyžadující větší pozornost k detailu. Místní osvětlení je doplňkové k celkovému a lze jej samostatně ovládat. Při výpočtu požadovaného světelného toku je použita podlahová plocha místností dle výkresu v příloze. Místní osvětlení uvažuji pro konferenční stůl v obývacím pokoji, psací stůl v pracovně a kuchyňskou linku. Jejich plocha je uvedena v tabulce 3.

	Celková plocha [m ²]	Plocha pro místní osvětlení [m ²]	Celková požadovaná intenzita [lx]	Celkový požadovaný sv. tok [lm]	Počet a typ svítidel	Požadovaná intenzita místního osvětlení [lx]	Požadovaný místní sv. tok [lm]	Počet a typ svítidel
Kuchyň	11,81	2,80	300	3543	4 x 806 lm	500	1397,5	2 x 0,5 m pásek
Obývací pokoj	20,63	1	200	4126	5 x 806 lm	300	300	1 x 470 lm
Pracovna	9,91	1,28	250	2477,5	3 x 806 lm	300	384	1 x 470 lm
Zádveří	2,53		100	253	1 x 470 lm			
Koupelna, WC	5,37		150	805,5	1 x 806 lm			

	Celková plocha [m ²]	Plocha pro místní osvětlení [m ²]	Celková požadovaná intenzita [lx]	Celkový požadovaný sv. tok [lm]	Počet a typ svítidel	Požadovaná intenzita místního osvětlení [lx]	Požadovaný místní sv. tok [lm]	Počet a typ svítidel
Hala	5,7		100	570	1 x 806 lm			
Spíž	1,63		150	244,5	1 x 470 lm			
Užitková místnost	2,03		150	304,5	1 x 470 lm			
Technická místnost	3,24		100	324	1 x 470 lm			
Garáž	16,31		100	1631	2 x 806 lm			

Tabulka 3: Výpočet potřebného osvětlení

Použitá LED svítidla jsou tří druhů:

1. 16 ks žárovek 10W, světelný tok 806 lm, stmívatelné, životnost 35 000 h,
2. 6 ks žárovek 7,5W, světelný tok 470 lm, nestmívatelné, životnost 25 000 h,
3. 1 m pásku 14,4W/m, světelný tok 1320 lm/m, stmívatelný, životnost 25 000 h

Pro výpočet úspor plynoucích z umělého osvětlení navíc navrhnu variantu, ve které budou místo úsporných LED žárovek a pásek použity klasické wolframové žárovky. Výběr inkandescenčních žárovek je proveden tak, aby byly co nejpřesněji zachovány světelné toky LED svítidel. LED žárovky jsou naštěstí navrhovány tak, aby se daly s klasickými dobře srovnat, dále proto pro jednoduchost předpokládám, že světelné toky budou u ekvivalentních žárovek shodné. Následující žárovky jsou použity jako náhrada LED svítidel v respektujícím pořadí:

1. 16 ks žárovek 60W, životnost 3 000 h
2. 6 ks žárovek 40W, životnost 3 000 h
3. 2 ks Lineární zářivka 13W, světelný tok 750 lm, životnost 5 000 h

6.3. Určení měsíčních a ročních úspor

Při vyčíslování úspor budu vycházet z následujících údajů. Dům je osazen jističem 3x25 A a využívá dvoutarifovou sazbu D 45d od distributora ČEZ. Pro tuto sazbu musí být splněny následující podmínky:

1. V odběrném místě musí být řádně instalovány přímotopné elektrické spotřebiče pro vytápění objektu.
 - Dům je vybaven elektrokotlem Protherm Rejnok 6K.

2. Součtový instalovaný příkon přímotopných elektrických spotřebičů (včetně příkonu akumulárního ohřevu teplé vody) musí činit nejméně 40 % příkonu odpovídajícího proudové hodnotě hlavního jističe před elektroměrem, popř. součtový instalovaný příkon přímotopných elektrických spotřebičů musí odpovídat tepelným ztrátám vytápěného objektu.
 - Elektrokotel Protherm má příkon 6 kW, dále je přítomen ohřívač vody s příkonem 2,2 kW. Dohromady 8,2 kW, maximální příkon třífázového jističe je 17,25 kW. Elektrokotel a ohřívač vody představují příkon 48 % z hodnoty jističe.
3. Odběratel musí zajistit technické blokování topných elektrických spotřebičů po dobu platnosti vysokého tarifu.
 - Elektrokotel i ohřívač vody jsou spínány pouze v nízkém tarifu.

Výpočet úspor se opírá výhradně o snížení spotřeby elektřiny, tedy proměnné složky. Stálá složka, neboli platba za jistič, nehraje při tomto porovnání roli, neboť velikost jističe by se bez inteligentních technologií nezmensšila ani nezvětšila.

Cena elektrické energie odpovídá tarifu D 45d, což je dvoutarifová sazba s dobou platnosti nízkého tarifu 20 hodin denně. (28)

Sazba D 45d - Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 20 hodin		
		ČEZ
cena 1 kWh v Kč	vysoký tarif	2,82
	nízký tarif	2,36

Tabulka 4:Detaily sazby D 45d

Pro účely dalších výpočtů určím průměrnou cenu elektřiny, což je vážený průměr ceny nízkého a vysokého tarifu, kde vahou je počet hodin, po které je daný tarif aktivní. Výslednou průměrnou cenu elektřiny použiji pro výpočet úspor z řízení osvětlení, které je spínáno nezávisle na aktuálním tarifu.

Tarif	D45d	
Nízký tarif	2,36	Kč/kWh
Vysoký tarif	2,82	Kč/kWh
Počet hodin nízkého tarifu	20	hodin
Hodiny nízkého tarifu denně tvoří	0,83	-
Hodiny vysokého tarifu denně tvoří	0,17	-
Průměrná cena elektřiny	2,44	Kč/kWh
Diskont	1,0	%
Předpokládaný roční růst ceny elektřiny	2,5	%

Tabulka 5: Ceny nízkého a vysokého tarifu zpracovány pro potřeby výpočtu

6.3.1. Složky vytvářející úspory

První složkou podílející se na peněžitě úspoře, kterou vyčíslím, je úspora vzniklá inteligentním řízením. V tabulce 6 je úspora vyčíslena pro vybrané technologie z kapitol 1.2. a 4.1. s použitím očekávaného procentuálního efektu z odpovídajících kapitol. Spotřebičům je přiřazena určitá typická denní doba provozu s odpovídajícím příkonem, kteréžto hodnoty jsou nadále využity při výpočtu typického měsíčního odběru elektrické energie a očekávané měsíční úspory. Obzvláště přínosné je v tomto případě řízení vytápění a ohřevu vody.

Spotřebiče	Počet kusů	Zapnuto hodin denně	Zapnuto hodin týdně	Příkon v provozu [W]	Spotřeba v provozu měsíčně [kWh]	Cena za elektřinu v provozu za měsíc [Kč]	Možná úspora inteligentním řízením	Úspora inteligentním řízením [Kč]
Bojler	1	3,8	26,6	2000	212,80	502,00	15 %	75,30
LED žárovky 10 W	16	6	42	10	26,88	65,49	20 %	13,10
LED žárovky 7,5 W	6	4	28	7,5	5,04	12,28	20 %	2,46
LED pásek	1	3	21	14,4	1,21	2,95	20 %	0,59
Kotel	1	5	35	6000	378,00	891,70	30 %	267,51
Celkem						1474,42		358,95

Tabulka 6: Úspora inteligentním řízením

Druhou určenou složkou bude úspora vzniklá z potlačení příkonu spotřebičů v režimu stand-by. Dle kapitoly 4.1.2. tvoří u průměrné domácnosti roční spotřeba elektrické energie pro elektrospotřebiče v pohotovostním režimu zhruba 305 kWh. Za předpokladu, že dokážeme tento odběr snížit o zmiňovaných 10,5 %, vyhneme se

spotřebování přibližně 32 kWh. S ohledem na skutečnost, že se spotřebiče nacházejí v pohotovostním režimu rovnoměrně během dne, za použití průměrné ceny elektřiny 2,44 Kč/kWh z tabulky 5 vyčísím uspořené roční náklady na 78 Kč.

Třetí složkou generující cash flow je rozdíl mezi spotřebou LED žárovek a klasických wolframových. V tabulce 7 je vypočteno množství spotřebované energie za měsíc v případě, kdy nejsou v domě použita LED světla a ohřev vody ani topení není řízeno smart technologiemi.

Spotřebiče	Počet kusů	Zapnuto hodin denně	Zapnuto hodin týdně	Příkon v provozu [W]	Spotřeba v provozu měsíčně [kWh]	Cena za elektřinu v provozu za měsíc [Kč]
Bojler	1	3,8	26,6	2000	212,80	502,00
Žárovka 60 W	16	6	42	60	161,28	392,96
Žárovka 40 W	6	4	28	40	26,88	65,49
Lineární zářivka	1	3	21	14,4	1,21	2,95
Kotel	1	5	35	6000	378,00	891,70
Celkem						1855,10

Tabulka 7: Měsíční spotřeba energie bez LED svítidel a bez řízení

Pro získání konkrétní částky, kolik se ušetří efektivnějšími svítidly, od částky 1855,10 Kč z tabulky 7 odečteme částku 1474,42 Kč z tabulky 6. Výsledná částka 380,68 Kč představuje objem peněz, který měsíčně ušetříme pouhou lepší energetickou účinností LED žárovek.

6.3.2. Složky vytvářející náklady

První položka, kterou je vhodné uvažovat, je rekuperace. S otázkou servisu jsem se vypořádal již v kapitole 4.1.1., ale kromě servisu je žádoucí také dvakrát do roka vyměnit filtry. Filtrační textilie do jednotky Duplex RK2 je ke koupi v balení po pěti kusech při ceně 399 Kč včetně DPH. Pro zahrnutí těchto nákladů do celkových úspor je nutné zvážit vliv inflace. Vzhledem k tomu, že za rok se spotřebují dvě filtrační textilie, budu pro zjednodušení uvažovat každý druhý rok nákup balíku se čtyřmi kusy filtrů. Při ceně 399 Kč vychází jeden filtr na 79,8 Kč. Vývoj ceny se započítáním inflace bude následující:

Cena za 2 ks	Roky
159,6	0
159,6	1
167,4	2
167,4	3
175,5	4
175,5	5
184,0	6
184,0	7

Cena za 2 ks	Roky
192,9	8
192,9	9
202,3	10
202,3	11

Tabulka 8: Vývoj ročních nákladů na filtry s vlivem inflace

Druhou položkou, která vstupuje do hry na straně nákladů, jsou žárovky. LED svítidla by podle svojí deklarované životnosti 35 000 h, respektive 25 000 h a předpokládaném denním využitím dle tabulky 6 měla vydržet 16, respektive 17 let, čili s rezervou přesahují životnost investice. Jiná situace ale panuje u žárovek klasických. Žárovky 60 W a 40 W mají životnost okolo 3 000 h a při denním využití dle tabulky 7 nevydrží silnější žárovky v průměru ani celý rok, slabší žárovky pak vydrží zhruba 1,4 roku, zářivka v kuchyni 4,6 roku. Pro zjednodušení výpočtu určím průměrný počet žárovek, který je třeba každý rok obnovit, dle ceny za kus vyjádřím v korunách na rok a pro další roky tuto částku upravím o inflaci.

	Životnost [rok]	Kusů za rok	Kč/kus	Celkem Kč za rok
60 W	1,4	11,68	15	175,20
40 W	2,1	2,92	10	29,20
Zářivka	4,6	0,219	49	10,73
Celkem				215,13

Tabulka 9: Náklady na žárovky a zářivky za 12 let

Investice do osvětlení dle roků	Roky
215,1	0
220,3	1
225,6	2
231,0	3
236,5	4
242,2	5
248,0	6
254,0	7
260,1	8
266,3	9
272,7	10
279,3	11

Tabulka 10: Roční investice do osvětlení včetně inflace

6.4. Výpočet současné čisté hodnoty (NPV) a diskontované doby návratnosti

Pro výpočet současné čisté hodnoty budu vycházet z těchto údajů:

Diskont d	1	%
Předpokládaný roční růst ceny elektřiny	2,5	%
Inflace (i)	2,4	%
Cena instalace bez videovrátného	128 279	Kč
Cena instalace s videovrátným	154 801	Kč

Tabulka 11: Údaje k výpočtu NPV

Peněžní toky pro výpočet NPV získám jako diskontovaný rozdíl úspor a nákladů daného roku:

$$CF_n = (U_n - N_n) \cdot (1 + d)^{-(n-1)} \quad (4)$$

kde

CF_n je cash flow daného roku

U_n je úspory daného roku

N_n je náklady daného roku

d diskont

Pro úspory daného roku získám započítáním vlivu růstu ceny elektřiny, jak je zapsáno v rovnici (5). Obdobně získám náklady daného roku, ovšem s tím rozdílem, že místo růstu ceny elektřiny započítávám vliv inflace, viz vztah (6).

$$U_n = U_1 \cdot (1 + r)^{n-1} \quad (5)$$

$$N_n = N_1 \cdot (1 + i)^{n-1} \quad (6)$$

kde

U_1 jsou úspory prvního roku

r je tempo růstu ceny elektřiny

N_1 jsou náklady prvního roku

i je náklady daného roku

Současná čistá hodnota je pak součet diskontovaných peněžních toků získaných pomocí rovnice (4), ovšem s odečtenou cenou instalace v prvním období.

Diskontovaná doba návratnosti investice je definována vztahem:

$$0 = -INV + \sum_{i=1}^{T_d} DCF_i \quad (7)$$

kde

INV Je počáteční investice

DCF je diskontovaný hotovostní tok daného roku

6.4.1. NPV pro levnější instalaci bez videovrátného

Následující tabulka zobrazuje hotovostní toky a diskontované hotovostní toky jednotlivých let pro inteligentní elektroinstalaci bez implementace videovrátného, investice zde činí 128 278,79 Kč.

Položky\Rok	1	2	3	4	5	6
1	-128278,79					
2	8578,88	8797,55	9013,95	9243,71	9471,09	9712,49
CF celkem	-119699,91	8797,55	9013,95	9243,71	9471,09	9712,49
DCF celkem	-119699,91	8710,45	8836,34	8971,85	9101,53	9241,10
Položky\Rok	1	2	3	4	5	6
2	8578,88	8797,55	9013,95	9243,71	9471,09	9712,49
CF celkem	-119699,91	8797,55	9013,95	9243,71	9471,09	9712,49
DCF celkem	-119699,91	8710,45	8836,34	8971,85	9101,53	9241,10

Tabulka 12: Hotovostní toky a diskontované hotovostní toky jednotlivých let varianty bez videovrátného

Sumací diskontovaných hotovostních toků získáme současnou čistou hodnotu této investice, která činí -16 441Kč. Diskontovaná doba návratnosti investice T_d je 13,6 let.

6.4.2. NPV pro dražší instalaci včetně videovrátného

Následující tabulka zobrazuje hotovostní toky a diskontované hotovostní toky jednotlivých let pro variantu zahrnující funkci videovrátného.

Položky\Rok	1	2	3	4	5	6
1	-154800,78					
2	8578,88	8797,55	9013,95	9243,71	9471,09	9712,49
CF celkem	-146221,90	8797,55	9013,95	9243,71	9471,09	9712,49
DCF celkem	-146221,90	8710,45	8836,34	8971,85	9101,53	9241,10
Položky\Rok	7	8	9	10	11	12
2	9951,40	10205,04	10456,08	10722,56	10986,35	11266,34
CF celkem	9951,40	10205,04	10456,08	10722,56	10986,35	11266,34
DCF celkem	9374,67	9518,42	9656,01	9804,07	9945,80	10098,28

Tabulka 13: Hotovostní toky a diskontované hotovostní toky varianty s videovrátným

NPV je pro tento případ rovna -42 963 Kč a diskontovaná doba návratnosti T_d je 16,1 let.

6.5. Citlivostní analýza

V obou dvou předešlých scénářích vyšla současná čistá hodnota záporná. Nabízí se ovšem otázka, jak se situace změní, když poklesne nebo naopak stoupne objem investované částky. Pokles investované částky nastane buď při volbě skromnějšího měřítka instalovaných technologií, nebo ho může zapříčinit pokles cen a samotných technologií.

Investice [Kč]	80 000	85 000	90 000	95 000	100 000	105 000	110 000
NPV [Kč]	38 405	33 405	28 405	23 405	18 405	13 405	8 405
Investice [Kč]	115 000	120 000	125 000	130 000	135 000	140 000	145 000
NPV [Kč]	3 405	-1 595	-6 595	-11 595	-16 595	-21 595	-26 595

Tabulka 14: Vývoj NPV při změně prvotní investice

Z tabulky 14 můžeme vyvodit, že při poklesu investované částky pod 120 tis. Kč se již objeví kladné hodnoty NPV.

7. Závěry a doporučení

Pomocí současné čisté hodnoty a diskontované doby návratnosti jsem zhodnotil ekonomickou efektivnost dvou variant provedení inteligentní elektroinstalace pro ukázkový rodinný dům.

Pro levnější variantu vyšly hodnoty $NPV = -16\,441$ Kč a diskontovaná doba návratnosti investice $T_d = 13,6$ let. Dražší varianta, obsahující funkce domovního videotelefonu a dveřního komunikátoru, ukazuje hodnoty $NPV = -42\,963$ Kč a diskontovaná doba návratnosti $T_d = 16,1$ let.

Obě varianty tedy vyšly z čistě finanční stránky jako nevýhodné investice. Při citlivostní analýze s počáteční investicí jako proměnnou, se NPV dostalo do kladných hodnot pod bodem 120 tisíc korun.

Kromě čistě finanční stránky je ale nutné uvažovat i další benefity, které může potenciální obyvatel inteligentního domu očekávat. Mezi nepeněžní benefity patří například automatické větrání, optimalizovaná úroveň světla v různých místnostech a různých denních hodinách, větší pocit bezpečí, možnost ovládat a sledovat domov online i v nepřítomnosti a v neposlední řadě obecně vyšší úroveň komfortu.

Stáří bytového fondu a přehřátý trh s nemovitostmi se jeví jako indikátory vhodného času, kdy investovat do rekonstrukce vlastního rodinného domu. Lze očekávat, že do budoucna inteligentní technologie budou zlevňovat, čímž se dále zatraktivní jejich implementace do všech druhů obydlí, včetně starších rodinných domů.

Citovaná literatura

1. **Beranovský, Jiří a Pokorný, Jan.** Je úsporný dům opravdu úsporný? *EkoWATT*. [Online] 2014. www.ekowatt.cz. ISBN 978-80-87333-10-5.
2. **Murtinger, Karel.** *Nazeleno.cz*. [Online] 30.. 7. 2014. [Citace: 3.. 11. 2015.] <http://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/mereni-kvality-vzduchu-a-co2-v-interierech>.
3. **Valeš, Miroslav.** *Inteligentní dům*. Brno : Vydavatelství ERA, 2006. stránky 9-11. 80-7366-062-8.
4. **Zehnder Comfosystems.** [Online] [Citace: 4.. 11. 2015.] <http://zehnderamerica.com/products/heat-and-energy-recovery-ventilation-units/>.
5. **Klein, Tomáš a Bátora, Branislav.** *Digitální knihovna VUT v Brně*. [Online] 2012. [Citace: 6.. 11. 2015.] <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/5898/Diplomova%20prace%20Tomas%20Klein%20106536.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
6. **Herejk, Jan a Štekl, Pavel.** *Digitální knihovna Západočeské univerzity v Plzni*. [Online] 7.. 6. 2013. [Citace: 10.. 11. 2015.] https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/10471/Bakalarska%20prace%20Jan%20Herejk_2%20kopie%202.pdf?sequence=1.
7. **ELEKTRONICKÁ UČEBNICE.** [Online] [Citace: 15.. 11. 2015.] <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/998>.
8. **Sinopoli, Jim.** *Automated Buildings*. [Online] 12. 2012. [Citace: 18.. 11. 2015.] <http://www.automatedbuildings.com/news/dec12/articles/sinopoli/121119103101sinopoli.html>.
9. **ČSÚ.** *Český statistický úřad*. [Online] 2011. [Citace: 20.. 12. 2015.] p. 12. <https://www.czso.cz/documents/10180/20551777/17021614a02.pdf/341b9f96-0a79-4e5b-9b41-83a7116fb20f?version=1.0>.
10. **ČNB varuje před realitní bublinou.** *Euro*. [Online] 13.. červen 2017. [Citace: 14.. červen 2017.] <http://www.euro.cz/byznys/cnb-varuje-pred-realitni-bublinou-ceny-nemovitosti-rostou-nejrychleji-v-eu-a-jsou-nadhodnocene-1353876>.
11. **Kurzepa, Marek a Veselka, František.** *Digitální knihovna VUT v Brně*. [Online] 4.. 6. 2013. [Citace: 20.. 11. 2015.] pp. 14. https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/20965/kurzepa_125262.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
12. **ABB.** *ABB, Popis systému*. [Online] [Citace: 20.. 12. 2015.] https://library.e.abb.com/public/f8364a3ffd2404f9c125773d0033fe47/elektronicky_prospekt_05.pdf.
13. **Jonášová, Marcela.** *TZBinfo*. [Online] 22.. 7. 2013. [Citace: 22.. 12. 2015.] <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/10161-skutecny-potencial-uspor-energie-v-budovach-v-cr>.
14. **Klazar, Ing. Luděk.** *TZBinfo*. [Online] 18. březen 2003. <http://www.tzb-info.cz/1412-naroky-a-narocnost-potreba-a-spotreba-teplo-a-energie>.
15. **Šafařík, Miroslav.** *Potenciál úspor energie v budovách v ČR*. [Online] 5.. 3. 2013. [Citace: 23.. 12. 2015.] www.mineralniizolace.cz/media/cela-studie-potencialu-uspor-energie-v-budovach-v-cr.pdf.
16. **Dražice.** *Ohřívač vody OKHE SMART*. [Online] <http://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/elektricke/zavesne/okhe-smart#vice-informaci>.
17. **ElkoEP.** *Moderní řešení projektů domů a budov*. [Online] https://www.elkoep.cz/media/files/download/item/files-15/l1_sec_bezdratova_elektroinstalace_view_version.pdf.
18. **Coimbra, University of.** *Standby and Off-Mode Energy Losses In New Appliances Measured in Shops (SELINA)*. [Online] 2010. https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/selina_book_en.pdf.

19. Valentová, Michaela. TZBinfo. [Online] SEVEN, 1. březen 2010. <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/6274-pohotovostni-spotreba-energie-standby-vysledky-mereni-stovek-spotrebicu>.
20. Alwin, George, Anupama, Krishnan a Sreenath, Sukumaran. Smart Energy Saving System Based On Standby Power Reduction . [Online] 20. Leden 2017. https://issuu.com/ijiras/docs/paper_16.
21. Peníze.cz. [Online] <https://www.penize.cz/srovnani/stavebni-sporeni>.
22. ČSÚ. Inflace, spotřebitelské ceny. ČSÚ. [Online] 2017. https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebitelske_ceny.
23. —. Cílování inflace v ČR. [Online] 2010. https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/cilovani.html.
24. Eurostat. [Online] <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00117&plugin=1>.
25. Ropa Brent - aktuální a historické ceny ropy Brent. *Kurzy.cz*. [Online] <http://www.kurzy.cz/komodity/index.asp?A=5&idk=38&od=8.1.2014&do=5.1.2016&curr=USD>.
26. Aktuální a historické ceny elektřiny. *Kurzy.cz*. [Online] 2017. http://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektřiny-graf-vyvoje-ceny/nr_index.asp?A=5&idk=142&od=8.1.2016&curr=EUR&default_curr=EUR&unit=&lg=1.
27. ČSN EN 12464-1; Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory. Praha : Český normalizační institut, 2012.
28. TZBinfo. Přehled cen elektrické energie. [Online] 2017. <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/14-prehled-cen-elektricke-energie#d57>.
29. Příbáňová, Henrietta a Lajčíková, Ariana. TZBinfo. [Online] Státní zdravotní ústav Praha, 3. leden 2003. <http://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/1303-umele-osvetleni-vnitřního-prostředí>.
30. Valentová, Michaela. Pro-energy. [Online] <http://pro-energy.cz/clanky16/3.pdf>.
31. Meier, Alan. Standby Power. [Online] <http://standby.lbl.gov/summary-table.html>.

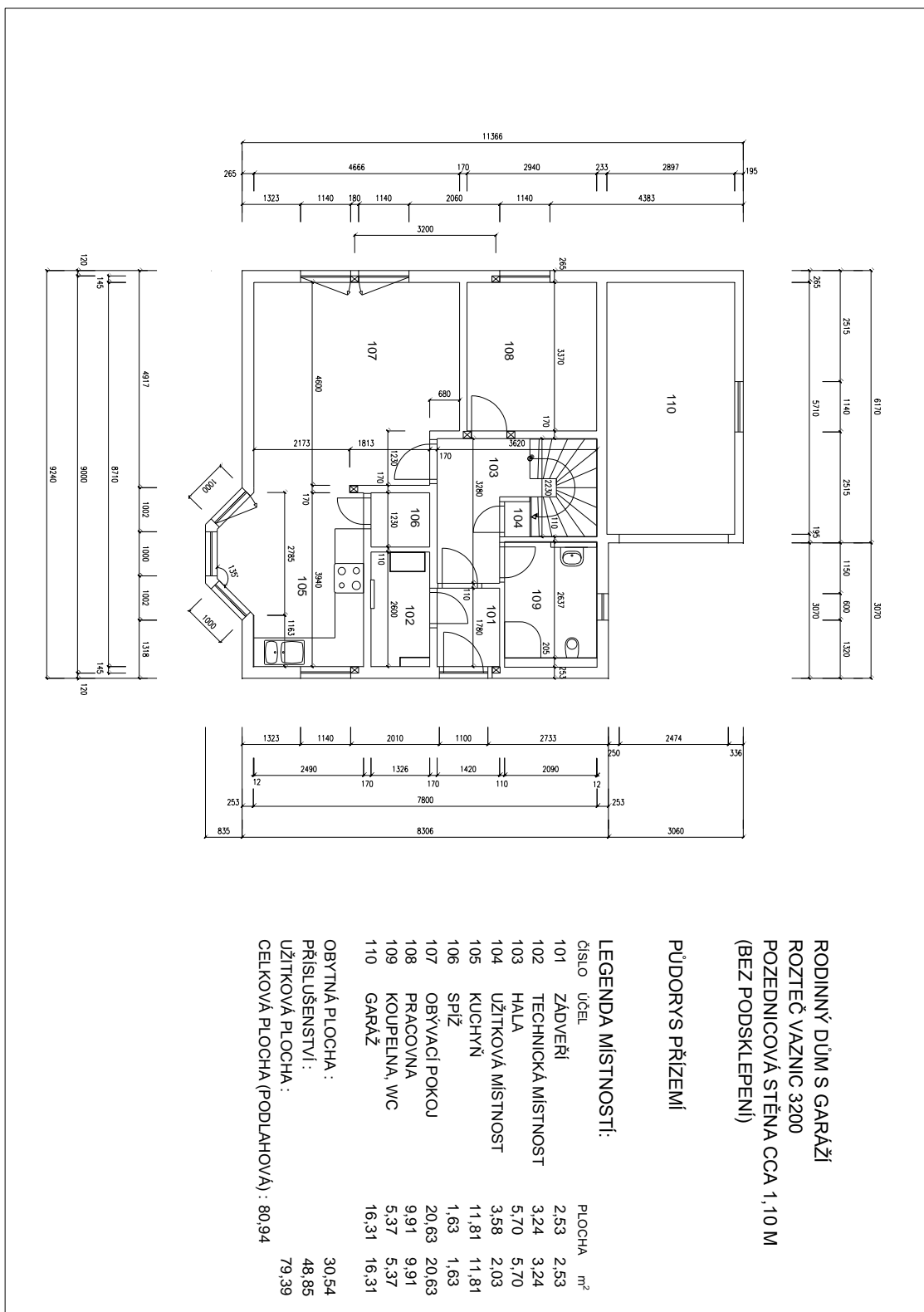
Seznam tabulek

Tabulka 1: Vývoj ceny elektřiny pro domácnosti v ČR od roku 2005 do roku 2016	21
Tabulka 2: Roční přírůstky ceny elektřiny pro domácnosti v ČR od roku 2008.....	22
Tabulka 3: Výpočet potřebného osvětlení	26
Tabulka 4: Detaily sazby D 45d	27
Tabulka 5: Ceny nízkého a vysokého tarifu zpracovány pro potřeby výpočtu.....	28
Tabulka 6: Úspora inteligentním řízením	28
Tabulka 7: Měsíční spotřeba energie bez LED svítidel a bez řízení	29
Tabulka 8: Vývoj ročních nákladů na filtry s vlivem inflace.....	30
Tabulka 9: Náklady na žárovky a zářivky za 12 let	30
Tabulka 10: Roční investice do osvětlení včetně inflace.....	30
Tabulka 11: Údaje k výpočtu NPV	31
Tabulka 12: Hotovostní toky a diskontované hotovostní toky jednotlivých let varianty bez videovrátného	32
Tabulka 13: Hotovostní toky a diskontované hotovostní toky varianty s videovrátným.....	33
Tabulka 14: Vývoj NPV při změně prvotní investice	33
Tabulka 15: Návrh instalace od firmy ElkoEP, varianta bez videovrátného.....	42

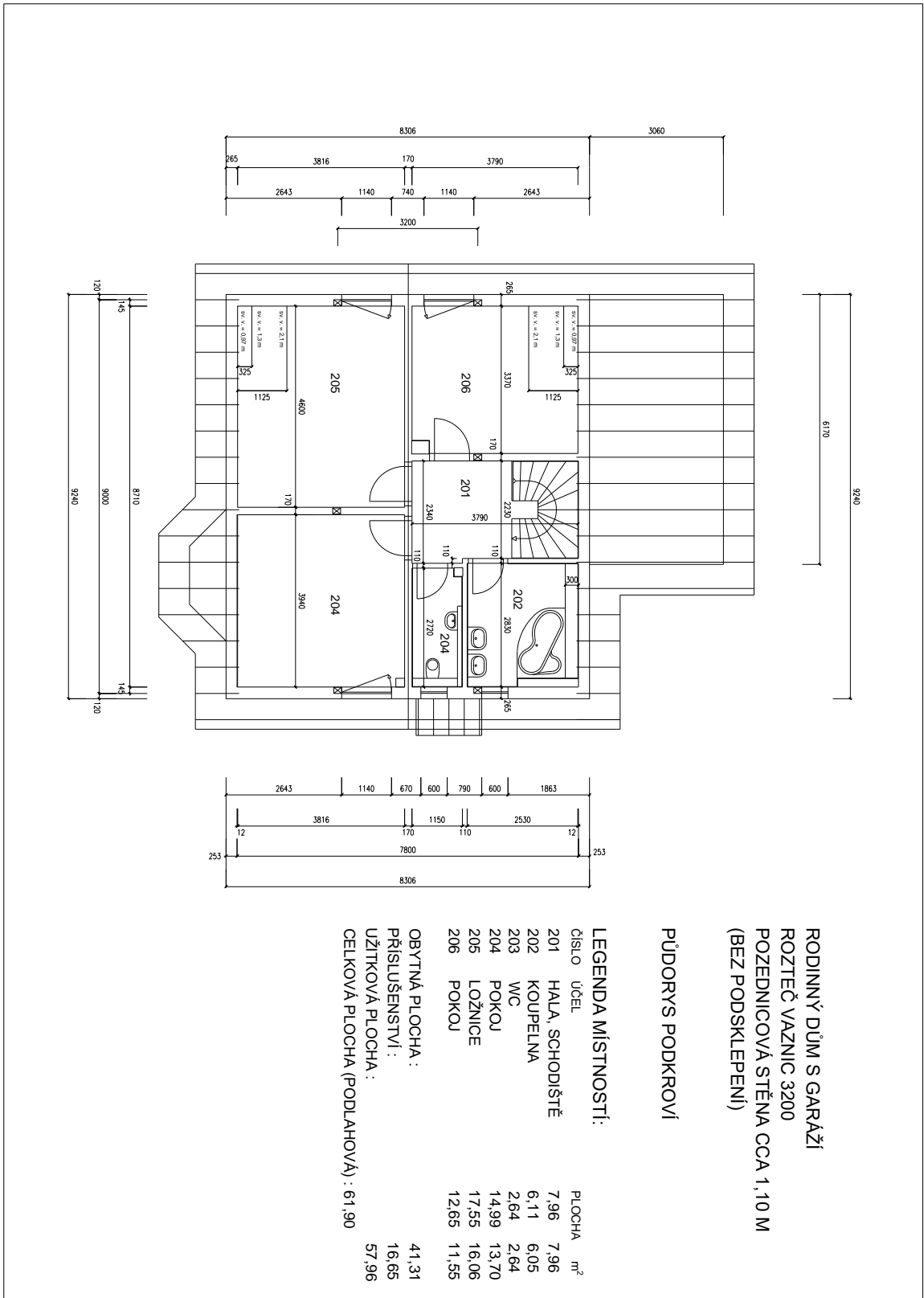
Seznam příloh

Příloha 1: První podlaží rodinného domu	38
Příloha 2: Druhé podlaží rodinného domu.....	39
Příloha 3: Návrh instalace od firmy ElkoEP, varianta s videovrátným	41

Přílohy



Příloha 1: První podlaží rodinného domu



Příloha 2: Druhé podlaží rodinného domu

P.č.	Popis	Počet jednotek	Jednotková cena	Cena celkem (Kč)
Základní jednotky systému				
1	Centrální jednotka	1	16 077	16 077
2	Napájecí zdroj 100W	1	3 478	3 478
3	Oddělovač sběrnice od napájecího zdroje	1	686	686
Řízení osvětlení				
4	Spínací dvanáctikanálový aktor, 12x spínací kontakt 8 A	1	8 210	8 210
5	Univerzální stmívací dvoukanálový aktor, ESL/LED /RLC, 2x 400 VA	1	5 968	5 968
Řízení stínící techniky				
6	Spínací čtyřkanálový aktor, 4x přepínací kontakt 16 A	5	4 606	23 032
Řízení vytápění				
7	Digitální pokojový termoregulátor	1	3 365	3 365
8	Teplotní senzor 3m	7	259	1 813
9	Spínací čtyřkanálový aktor, 4x přepínací kontakt 16 A	2	4 606	9 213
Koncové prvky				
10	Dvoutlačítkový ovladač, vestavěný senzor teploty, 1x LED, 2x AIN/DIN	5	1 744	8 718
11	Čtyřtlačítkový ovladač, vestavěný senzor teploty, 2x LED, 2x AIN/DIN	7	2 172	15 204
12	Ovládací jednotka s dotykovým displejem, montáž do KU68, LOGUS90	1	7 466	7 466
13	Bezšroubová zásuvka se zemnicím kolíkem 21110	23	110	2 533
14	Kryt zásuvky s clonkou 90652 TBR - bílá	23	29	668
15	Nástěnný ovladač s měřením vlhkosti 1tlačítkový	1	1 982	1 982
16	Nástěnný ovladač s měřením vlhkosti 2tlačítkový	1	2 356	2 356
Server a aplikace				
17	Prostředník v komunikaci jednotek iNELS BUS System se třetími stranami	1	6 219	6 219
18	Aplikace iHC-MA pro smartphony s OS Android iHC-MA	0	0	0
19	Aplikace iHC-TA pro tablety s OS Android iHC-TA	0	0	0
20	Aplikace pro iPHONE iHC-MI	0	0	0
21	Aplikace pro iPAD iHC-TI	0	0	0

P.č.	Popis	Počet jednotek	Jednotková cena	Cena celkem (Kč)
Videovrátný				
22	Videotelefon pro jednoduchou komunikaci LARA Domovní videotelefon	1	6 843	6 843
23	Dveřní komunikátor 2N Helios IP Vario, 3x2 tlačítka + kamera	1	19 679	19 679
LED osvětlení				
24	LED žárovka 10W (806 lm)	16	515	8 247
25	LED žárovka 7,5W (470 lm)	6	350	2 100
26	LED pásek 14,4 W/m (1320 lm/m)	1	357	357
27	Napájecí zdroj DC 12V, 18W	2	294	588
Celková cena za instalaci				154 801

Příloha 2: Návrh instalace od firmy ElkoEP, varianta s videovrátným

P.č.	Popis	Počet jednotek	Jednotková cena	Cena celkem (Kč)
Základní jednotky systému				
1	Centrální jednotka	1	16 077	16 077
2	Napájecí zdroj 100W	1	3 478	3 478
3	Oddělovač sběrnice od napájecího zdroje	1	686	686
Řízení osvětlení				
4	Spínací dvanáctikanálový aktor, 12x spínací kontakt 8 A	1	8 210	8 210
5	Univerzální stmívací dvoukanálový aktor, ESL/LED /RLC, 2x 400 VA	1	5 968	5 968
Řízení stínící techniky				
6	Spínací čtyřkanálový aktor, 4x přepínací kontakt 16 A	5	4 606	23 032
Řízení vytápění				
7	Digitální pokojový termostát	1	3 365	3 365
8	Teplotní senzor 3m	7	259	1 813
9	Spínací čtyřkanálový aktor, 4x přepínací kontakt 16 A	2	4 606	9 213
Koncové prvky				
10	Dvoutlačítkový ovladač, vestavěný senzor teploty, 1x LED, 2x AIN/DIN	5	1 744	8 718
11	Čtyřtlačítkový ovladač, vestavěný senzor teploty, 2x LED, 2x AIN/DIN	7	2 172	15 204
12	Ovládací jednotka s dotykovým displejem, montáž do KU68, LOGUS90	1	7 466	7 466

P.č.	Popis	Počet jednotek	Jednotková cena	Cena celkem (Kč)
13	Bezšroubová zásuvka se zemnicím kolíkem 21110	23	110	2 533
14	Kryt zásuvky s clonkou 90652 TBR - bílá	23	29	668
15	Nástěnný ovladač s měřením vlhkosti 1tlačítkový	1	1 982	1 982
16	Nástěnný ovladač s měřením vlhkosti 2tlačítkový	1	2 356	2 356
Server a aplikace				
17	Prostředník v komunikaci jednotek iNELS BUS System se třetími stranami	1	6 219	6 219
18	Aplikace iHC-MA pro smartphony s OS Android iHC-MA	0	0	0
19	Aplikace iHC-TA pro tablety s OS Android iHC-TA	0	0	0
20	Aplikace pro iPHONE iHC-MI	0	0	0
21	Aplikace pro iPAD iHC-TI	0	0	0
LED osvětlení				
22	LED žárovka 10W (806 lm)	16	515	8 247
23	LED žárovka 7,5W (470 lm)	6	350	2 100
24	LED pásek 14,4 W/m (1320 lm/m)	1	357	357
25	Napájecí zdroj DC 12V, 18W	2	294	588
Celková cena za instalaci				128 279

Tabulka 15: Návrh instalace od firmy ElkoEP, varianta bez videovrátného