



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta strojní
Ústav energetiky**

Energetický audit domácnosti

Energy audit in household

Bakalářská práce

Studijní program: Teoretický základ strojního inženýrství

Studijní obor: Studijní program je bezoborový

Vedoucí práce: Ing. Pavel Skopec

Josef Wudy

Praha 2016

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Wudy** Jméno: **Josef** Osobní číslo: **419976**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav energetiky**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Energetický audit domácnosti

Název bakalářské práce anglicky:

Energy audit in household

Pokyny pro vypracování:

Rodinný rozpočet je v dnešní době značně zatížen výdeji za elektřinu a teplo. Tato práce je určena převážně studentům zájímajícím se o současné trendy v oblasti spotřeby energií v domácnostech. Student ve své práci detailně zpracuje spotřebu energií v modelové domácnosti. Součástí práce bude návrh možností snížení jednotlivých typů spotřeb a provedení ekonomického hodnocení navrhovaných variant.

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Pavel Skopec, ústav energetiky FS

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

Datum zadání bakalářské práce: **18.04.2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **02.06.2017**

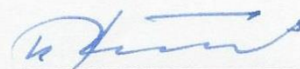
Platnost zadání bakalářské práce: **31.12.2018**



Podpis vedoucí(ho) práce



Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry



Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

26. 4. 2017

Datum převzetí zadání



Podpis studenta



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Pavla Skopce a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Praze dne 2. června 2017

.....

Josef Wudy



Anotační list

Jméno autora:	Josef Wudy
Název BP:	Energetický audit domácnosti
Anglický název:	Energy audit in household
Akademický rok:	2016/2017
Ústav/Odbor:	Ústav energetiky
Vedoucí BP/DP:	Ing. Pavel Skopec
Konzultant:	Ing. Pavel Skopec
Bibliografické údaje:	Počet stran: 33 Počet obrázků: 7 Počet tabulek: 27 Počet příloh: 2
Klíčová slova:	energie, spotřeba, zemní plyn, elektřina
Keyword:	energy, consumption, natural gas, electricity
Anotace:	Tato práce se zabývá výpočtem a změřením energetických spotřeb v domácnosti. Spočítané a naměřené hodnoty budou porovnány se skutečným stavem a budou navrženy možnosti na snížení nákladů.
Abstract:	This study is focused on calculating and measuring of household energy consumption. Calculated and measured values will be compared with the actual situation and and cost reduction options will be proposed.



PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Pavlu Skopcovi za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.



Obsah

1. Úvod	6
2. Modelový rodinný dům	7
3. Výpočet tepelných ztrát	9
3.1 Charakteristika objektu	9
3.2 Tepelné ztráty	10
3.3 Energetický štítek budovy	12
3.4 Účinnost kotle	13
3.5 Skutečný stav	14
4. Elektrická spotřeba	15
4.1 Svícení	15
4.1.1 Druhy žárovek v domácnosti	15
4.1.2 Žárovky v domácnosti	16
4.2 Spotřebiče	17
4.2.1 Spotřebiče změřené wattmetrem	18
4.2.2 Spotřebiče nezměřitelné wattmetrem	22
4.3 Ohřev vody	24
4.4 Celková spotřeba elektřiny a její skutečná spotřeba	25
5. Současná cena energií	28
5.1 Zemní plyn	28
5.2 Elektřina	29
6. Návrh na snížení nákladů za plyn	31
6.1 Výměna kotle	31
6.2 Tepelná opatření	32
6.3 Změna dodavatele	34
7. Návrh na snížení nákladů za elektřinu	35
7.1 Výměna spotřebičů	35



7.2	Úsporné žárovky	35
7.3	Ohřev vody.....	35
7.4	Změna dodavatele	36
8.	Závěr.....	38
	Seznam použité literatury:	39
	Seznam tabulek:.....	40
	Seznam obrázků:	41
	Seznam příloh:	41



1. Úvod

Energetický audit je soubor činností, jejichž výsledkem jsou informace o způsobech a úrovni využívání energie v budovách a v energetickém hospodářství prověřovaných subjektů včetně návrhu na opatření, která je třeba realizovat pro dosažení energetických úspor. Energie zdražují a nezdá se, že by se to v nejbližší budoucnosti mělo změnit. Sázka na uvažování o šetření energiemi a celkově úsporným způsobem bydlení se tedy nemůže nevyplatit.

Cílem této práce je zhodnocení úrovně využívání energie modelového rodinného domu, nalezení potenciálu úspor využívaných energií, návrh možných opatření za účelem úspory energie, popřípadě ekonomické zhodnocení návratnosti navržených opatření. Zkoumány jsou 2 typy spotřeby: zemního plynu a elektřiny. Vypočítané hodnoty jsou porovnány se skutečnými stavy a v závěru práce jsou uvedeny návrhy, jak snížit spotřebu daných energií.



2. Modelový rodinný dům

V současnosti je moderní stavět nízkoenergetické nebo pasivní domy. Za nízkoenergetický dům je považována budova s roční měrnou spotřebou tepla na vytápění nepřesahující 50kWh/m^2 . Dosahuje se toho kvalitním návrhem a provedením stavebních postupů především bez tepelných mostů. Pasivní dům má roční měrnou spotřebu tepla maximálně 15kWh/m^2 . Je to stavba, jejíž potřeba tepla je tak nízká, že samotný topný systém je zbytečný. Vzhledem k tomu, že posuzovaný dům je starý, nedá se předpokládat, že by splňoval tyto podmínky. [1]

Popis domu

Zkoumanou stavbou je zrekonstruovaný rodinný dům postavený na začátku 20. století. To znamená, že to není žádná novostavba ale několikrát rekonstruovaný, samostatně stojící dům. Poslední rekonstrukcí prošel v roce 1997. Na obrázku 2.1 je jeho současná podoba.



Obrázek 2.1: Rodinný dům



Modelový rodinný dům se nachází v malém městě Kosmonosy, nedaleko Mladé Boleslavi, v kterém žije tříčlenná rodina. Objekt se nachází v nadmořské výšce přibližně 250 m. n. m. Po rekonstrukci jsou stěny zatepleny polystyrenem tloušťky 100 mm, střecha tepelnou izolací Orsil tloušťky 120 mm a podlaha polystyrenem tloušťky 60 mm. Budova je třípatrová, nepodsklepená, bez půdy. V přízemí se nachází vstupní hala, chodba, spižárna, toaleta a obývací pokoj spojený s kuchyní a jídelním koutem. V 1. patře jsou 2 dětské pokoje, koupelna a chodba. Ve 2. patře je chodba, velká komora, koupelna, ložnice a malá komora. Celkový vytápěný objem budovy V je $637,32 \text{ m}^3$ a celková vytápěná podlahová plocha A_c je $123,7 \text{ m}^2$ (viz Tab. 2.1). Pro lepší představu interiéru modelového rodinného domu je v seznamu příloh řez domu a půdorys přízemí.

Tabulka 2.1: Charakteristika budovy

Převažující vnitřní teplota v otopném období Θ_{im}	20 °C
Objem budovy V (vytápěný objem)	$637,32 \text{ m}^3$
Celková plocha A (plochy ohraničující objem budovy)	$431,48 \text{ m}^2$
Celková podlahová plocha A_c (vytápěná)	$123,7 \text{ m}^2$
Objemový faktor tvaru budovy A/V	$0,68 \text{ m}^{-1}$



3. Výpočet tepelných ztrát

3.1 Charakteristika objektu

V tomto energetickém auditu je obsažen výpočet tepelných ztrát. Pro výpočet byla použita online kalkulačka na stránkách tzb-info.cz, která slouží k určení potřeby tepla na vytápění a tepelných ztrát obálkou budovy. Uvažují se ztráty dané prostupem tepla podlahou do země nebo prostupem přes zdi, střechu, okna a dveře ven z domu.

Pro Mladou Boleslav se udává délka otopného období 225 dní, během kterých je průměrná teplota 3,5 °C. Toto období přibližně odpovídá 7 měsícům (leden, únor, březen, duben, říjen, listopad, prosinec). Pro nadmořskou výšku menší než 400 m. n. m. byla zvolena venkovní návrhová teplota na -13 °C. Celková charakteristika lokality je uvedena v tabulce 3.1. [3]

Tabulka 3.1: Charakteristika lokality [3]

Lokalita	Mladá Boleslav
Nadmořská výška	230 m. n. m.
Venkovní návrhová teplota v zimním období Θ_e	-13 °C
Délka otopného období d	225 dní
Průměrná venkovní teplota v otopném období Θ_{em}	3,5 °C

Další parametry pro výpočet tepelných ztrát musely být zvoleny. Obvyklý tepelný zisk zahrnuje teplo od spotřebičů (cca 100 W/domácnost) a teplo od lidí (70 W/os.). Jelikož v posuzované domácnosti žijí 3 osoby, celkový tepelný zisk bude 310 W. Intenzita větrání byla zvolena 0,4 h⁻¹. Pro výpočet solárních tepelných zisků byl použit velice přibližný výpočet dle vyhlášky č. 291/2001 Sb, který kalkulačka provedla automaticky a vyšel 1721 kWh/rok (viz Tab. 3.2). [3]

Tabulka 3.2: Další volené parametry [3]

Trvalý tepelný zisk H^+	310 W
Solární tepelné zisky H_{S^+}	1721 kWh/rok
Intenzita větrání n	0,4 h ⁻¹



3.2 Tepelné ztráty

Součinitel prostupu tepla U_i se volí na základě materiálu, ze kterého jsou jednotlivé konstrukce vyrobeny. Součinitel prostupu tepla byl pro jednotlivé konstrukce domu odhadnut následujícím způsobem – pro cihlové stěny je $U_i = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, nepodsklepená podlaha má hodnotu $U_i = 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, pro střechu s podbitím je $U_i = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, u plastových oken je $U_i = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ a u dveří je $U_i = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Měrná ztráta prostupem tepla H_{Ti} se spočítá vynásobením součinitele prostupu tepla a plochy konstrukce. Tyto údaje jsou uvedeny v tabulce 3.3. [3]

Tabulka 3.3: Ochlazované konstrukce objektu [3]

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_i [\text{W/m}^2\text{K}]$	Plocha $[\text{m}^2]$	Tloušťka zateplení $[\text{mm}]$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i U_i [\text{W/K}]$
Stěna 1	1,4	265,5	100	82,6
Podlaha na terénu	3,1	69,67	60	38,2
Střecha	2,2	77,31	120	22,4
Okna	1,4	17		23,8
Vstupní dveře	1,2	1,9		2,3

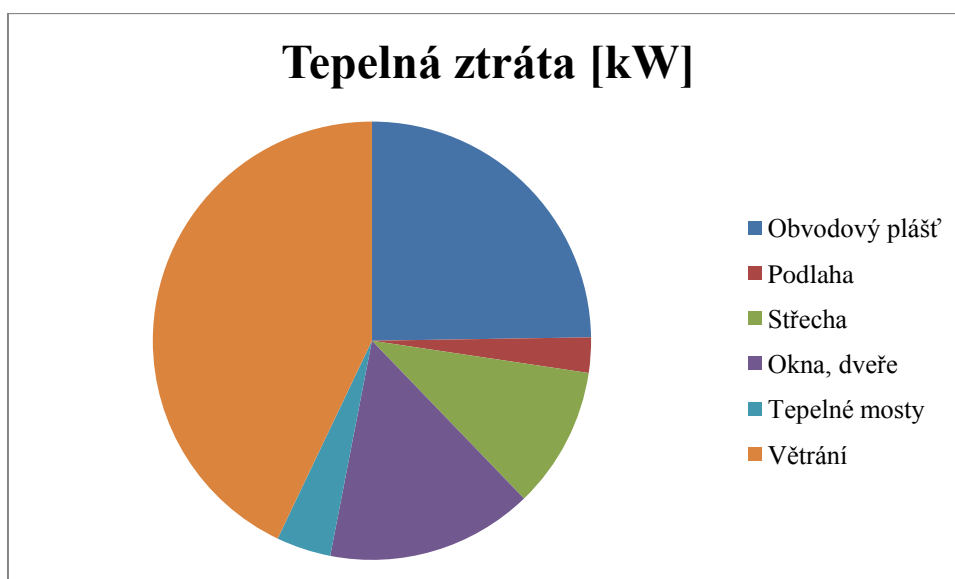


Pro výpočet celkové tepelné ztráty byly vypočítány tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi popsané v Tab. 3.4.

Tabulka 3.4: Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi [3]

Typ konstrukce	Tepelná ztráta [kW]	%
Obvodový plášť	2,726	31
Podlaha	1,261	14
Střecha	0,739	8
Okna, dveře	0,861	10
Tepelné mosty	0,285	3
Větrání	3,038	34
Celkem	8,91	100

Celková tepelná ztráta objektu je přibližně 8,91 kW. Obrázek 3.1 znázorňuje procentuální rozložení jednotlivých tepelných ztrát. Na první pohled je zřejmé, že na tepelné ztrátě mají největší podíl větrání a tepelná ztráta obvodovým pláštěm.



Obrázek 3.1: Graf tepelných ztrát



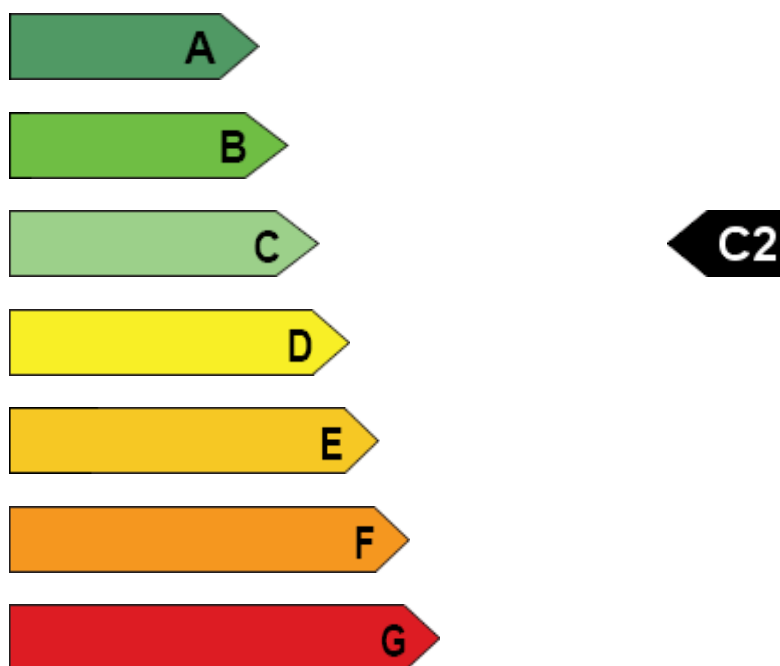
3.3 Energetický štítek budovy

Energetický štítek budovy je jakýmsi průkazem energetické náročnosti budovy, jak dobře je budova zateplená, jak dokáže svému uživateli šetřit peníze a jak šetří životní prostředí svým energeticky nenáročným provozem. Každý energetický štítek má 7 tříd a každá třída má své slovní ohodnocení dle spotřeby energie na m^2 za rok (viz Tab. 3.5).

Tabulka 3.5: Třída energetické náročnosti rodinného domu [2]

Třída energetické náročnosti	Spotřeba energie v kWh / m^2 / rok
A (mimořádně úsporný)	<51
B (úsporný)	51-97
C (vyhovující)	98-142
D (nevyhovující)	143-191
E (nehospodárný)	192-240
F (velmi nehospodárný)	241-286
G (mimořádně nehospodárný)	>286

Vytvořený energetický štítek pro modelový dům udává, že měrná potřeba za rok je $140,6 \text{ kWh/m}^2$. Z hlediska energetické náročnosti budovy je tedy dům přesně na hraně mezi vyhovujícím a nevyhovujícím stavem (viz Obr. 3.2). Vypočítaná předpokládaná roční spotřeba energie je rovna $17\,392 \text{ kWh/rok}$.



Obrázek 3.2: Energetický štítek rodinného domu [3]

3.4 Účinnost kotle

Pro stanovení konečné předpokládané roční spotřebě je nutné zahrnout do výpočtů účinnost plynového kotle. V modelové domácnosti se používá běžný plynový kotel Vaillant s účinností 92 %. Další technické údaje plynového kotle jsou uvedeny v Tab. 3.6. Vypočítaná roční spotřeba 17 392 kWh tedy musí být vydělena koeficientem 0,92. Výsledná roční spotřeba energie v zemním plynu je 18 904 kWh.

Tabulka 3.6: Technické údaje plynového kotle Vaillant

Výrobce	Vaillant
Jmenovitý výkon	28 kW
Účinnost	92 %



3.5 Skutečný stav

Pro zjištění skutečné tepelné spotřeby je v Tab. 3.7 přidána faktura od dodavatele zemního plynu RWE za období 22. 9. 2015 – 26. 9. 2016.

Tabulka 3.7: Faktura za plyn [2]

Dodavatel	RWE
Zúčtovací období	22. 9. 2015 - 26. 9. 2016
Dodané množství	1 599,84 m ³
Přepočtené dodané množství	17 068,27 kWh
Celkem Kč	26 557,00 Kč

Během tohoto období bylo dodáno 1 600 m³ zemního plynu. Po přepočtu na kWh vychází, že spotřeba za dané období byla 17 068,3 kWh.

Po srovnání skutečného stavu s vypočítanými hodnotami vzniká rozdíl 1 836 kWh, který je z největší části způsoben mírnou zimou 2015–2016, během které se topilo méně a spotřeba zemního plynu byla menší než obvykle. Další nepřesnosti mohly vzniknout v důsledku, že k výpočtu spotřeby tepla byla použita online kalkulačka, která tepelnou ztrátu počítá zjednodušeným způsobem. Jistá nepřesnost může být dána rovněž volbou materiálových vlastností.



4. Elektrická spotřeba

Po celém domě bude přibližně změřena celková elektrická spotřeba za jeden týden a v posledním bodě bude porovnána s přesnou spotřebou, která bude po týdnu odečtená z elektroměru. U spotřebičů zapojených do sítě pomocí 230 V zásuvky bude spotřeba elektřiny určena wattmetrem.

4.1 Svícení

4.1.1 Druhy žárovek v domácnosti

Klasická žárovka:

Klasická žárovka funguje na principu přeměny elektrické energie na světlo. Elektrický proud prochází tenkým drátkem z wolframu, který se zahřívá a aby vlákno neshořelo, musí být odčerpán vzduch ze skleněné baňky. Nejvýkonnější žárovky mají baňky plněné dusíkem, kryptonem, argonem nebo xenonem. Největší nevýhodou klasických žárovek je fakt, že na světlo se přemění pouze 8 % energie. Většina elektrické energie se přemění na teplo. Její nízká pořizovací cena nevyváží její vysokou spotřebu. Nejčastějším typem je klasická 60 W nebo 40 W žárovka. Životnost klasické žárovky se udává okolo 1000 hodin provozu. [8]

Halogenová žárovka:

Halogenová žárovka je speciální druh žárovky klasické. Uvnitř baňky je halový prvek (halogen, např. brom nebo jod). Z tohoto důvodu se dosáhne vyšší teploty vlákna, lepší světelné účinnosti, delší životnosti a má to také vliv na barvu světla (je bělejší). Aby měly halogenové žárovky větší teplotní odolnost, jsou vyrobeny z křemenného skla. Tyto žárovky jsou o 30 % úspornější než klasické žárovky, ale méně vydrží. Při provozu je baňka žárovky velmi horká, takže může dojít k popáleninám. [8]



Kompaktní zářivka:

Kompaktní zářivky (úsporné žárovky) měly nahradit klasické žárovky. Trubice jsou tvarované do šroubovice nebo do podélných trubic kopírujících tvar původní žárovky (válece nebo koule). Největším problémem u starších typů úsporných žárovek byla velká časová mezera mezi zapnutím zářivky a jejím rozsvícením. Novějších typů se tento problém už netýká, avšak zářivka nesvítil na plný výkon hned od začátku. [8]

LED žárovka (Light-Emitting Diode):

Největší výhodou je velký rozdíl ve spotřebě elektrické energie. LED žárovky jsou o 85–90 % úspornější než klasické žárovky. Dále mají velmi dobrou světelnou účinnost. Na rozdíl od klasických žárovek nevyzařují skoro žádné teplo, protože většina energie je transformována do viditelného spektra světla. Životnost LED žárovek je až 50x větší než životnost klasických žárovek. [8]

4.1.2 Žárovky v domácnosti

V celé domácnosti se používá 44 žárovek. 5 klasických, 6 kompaktní, 13 halogenových a 20 LED. Po dobu jednoho týdne bylo měřeno, jak často jsou žárovky v provozu. Do výpočtů je zahrnut i fakt, že frekvence používání žárovek závisí i na ročním období. Doba provozu jednotlivých žárovek a jejich spotřeba je uvedena v Tab. 4.1.

Tabulka 4.1: Žárovky v domácnosti

Typ žárovky	Počet kusů	Doba svícení všech žárovek / den [min]	Spotřeba / kus
Klasická žárovka	5	5	60 W
Halogenová žárovka	13	198	42 W
Kompaktní zářivka	6	122	15 W
LED žárovka	20	344	9 W
Celkem	44	669	0,2257 kWh / den



Elektrická spotřeba svícením je 1,58 kWh za týden.

Celková roční spotřeba svícením je 82 kWh.

4.2 Spotřebiče

V dnešní době považujeme většinu domácích spotřebičů jako samozřejmost a ani si neuvědomujeme, že největší elektrická spotřeba vzniká jejich používáním. Pro změření většiny z nich byl použit wattmetr typ BASETech cost control 3000, technická specifikace zařízení je uvedena v Tab. 4.2. Naměřené hodnoty spotřeby budou porovnány s předpokládanými hodnotami uvedených v technických dokumentacích spotřebičů.

Tabulka 4.2: Technické specifikace wattmetru [11]

Frekvence	45 Hz - 65 Hz
Rozsah činného výkonu	1 W–3680 W
Rozsah zobrazení	0 kWh - 9999,9 kWh
Rozměry (Š x V x H)	63 x 130 x 80 (mm)
Provozní napětí	190 V–276 V
Vlastní spotřeba	<1 W
Rozsah činného proudu	0,01 A - 16,00 A
Hmotnost	170 g
Náběhový proud	0,01 A
Třída přesnosti	±3 %

Byly identifikovány spotřebiče s největší předpokládanou spotřebou: Lednice + mrazák, pračka, sušička, myčka, televize, trouba, varná deska, mikrovlnná trouba a také bude pro porovnání změřeno i několik menších spotřebičů, např.: stolní počítač, notebook, vysavač a varná konvice. V tabulkách 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 a 4.8 jsou uvedeny technické informace jednotlivých spotřebičů.



4.2.1 Spotřebiče změřené wattmetrem

Lednice + mrazák:

Je největším a zároveň nejnovějším spotřebičem celé domácnosti. Lednice je skříň obsahující chladicí stroj (kompresor). Je utěsněná kvůli udržení nízké teploty (v mrazáku teplota dosahuje až -20 °C a v chladničce nejčastěji okolo 4 °C). Barva ledniček je zpravidla bílá nebo kovově lesklá kvůli snížení přívodu tepla z okolí.

Tabulka 4.3: Technické informace k lednici + mrazáku

Výrobce	Whirlpool
Jmenovité napětí	220-240 V
Frekvence	50 Hz
Spotřeba energie	306 kWh/rok
Třída energetické účinnosti	A+
Jmenovitý příkon	150 W

Pro zjištění skutečné elektrické spotřeby byl k lednici připojen wattmetr po dobu jednoho týdne.

Změřené hodnoty: Maximální proud = 0,88 A

Maximální výkon = 124 W

Celková spotřeba za týden = 3,92 kWh (205 kWh za rok)

Z technických informací je známá předpokládaná spotřeba za rok (306 kWh) a z naměřené hodnoty vyšla spotřeba 205 kWh za rok což je o 101 kWh méně. Tato odchylka je způsobena s největší pravděpodobností menší frekvencí otevírání lednice a mrazáku a menším objemem pohybu potravin ve sledovaném období, než výrobce očekává.

**Myčka:***Tabulka 4.4: Technické informace myčky Whirlpool*

Energetická třída	A
Spotřeba energie za hodinu	1,05 kWh
Spotřeba energie za rok	304 kWh
Příkon	2350 W
Napětí	230 V
Frekvence	50 Hz

K myčce byl wattmetr připojen také po dobu jednoho týdne, během kterého se spustila osmkrát. Používá se pouze 1 program, který trvá 37 minut a spotřebuje 0,81 kWh.

Změřené údaje: Maximální proud = 9,81 A

Maximální výkon = 2295 W

Celková spotřeba za týden = 6,48 kWh (337 kWh za rok)

Z technických informací byla spočítána přibližná spotřeba 304 kWh za rok. Naměřená hodnota se liší pouze o 33 kWh, výsledek měření se dá považovat za přesný.

Pračka:*Tabulka 4.5: Technické informace pračky AEG*

Spotřeba energie za hodinu	1,19 kWh
Spotřeba energie za rok	456 kWh
Energetická třída	A
Příkon	2250 W
Napětí	230 V
Frekvence	50 Hz



Pračka má několik různých programů, ale v naší sledované domácnosti se používá pouze jeden, který je nejúspornější. Trvá 75 minut a pere se při něm na 30°C. Jeho spotřeba je 0,36 kWh. Během sledovaného týdne se pračka spustila celkem 7x.

Změřené údaje: Maximální proud = 9,46 A

Maximální výkon = 2219 W

Celková spotřeba za týden = 2,52 kWh (131,4 kWh za rok)

Z technických informací byla určena přibližná spotřeba 456 kWh za rok. To je více než trojnásobek naměřené hodnoty. Takhle velká chyba vznikla nejspíše v důsledku úsporného programu, jakým se v dané domácnosti pere.

Sušička:

Tabulka 4.6: Technické informace sušičky AEG

Typ sušičky	Kondenzační
Spotřeba energie za hodinu	3,92 kWh
Spotřeba energie za rok	1 138 kWh
Energetická třída	B
Příkon	2350 W
Napětí	230 V
Frekvence	50 Hz

Vzhledově podobný spotřebič pračce, ale energeticky zcela odlišný. U sušičky se používají pouze 2 programy. 1. program trvá 100 minut, má spotřebu 2,03 kWh a běží 3x týdně. 2. program trvá 35 minut, má spotřebu 0,72 kWh a běží 1x týdně.

Změřené údaje: Maximální proud = 10,6 A

Maximální výkon = 2474 W

Celková spotřeba za týden = 6,81 kWh



Z technických informací vychází roční spotřeba sušičky 1138 kWh. Vypočítaná hodnota je třikrát vyšší než naměřená hodnota vzniklá pravděpodobně v důsledku používání úsporných programů sušení.

Ostatní (menší) spotřebiče:

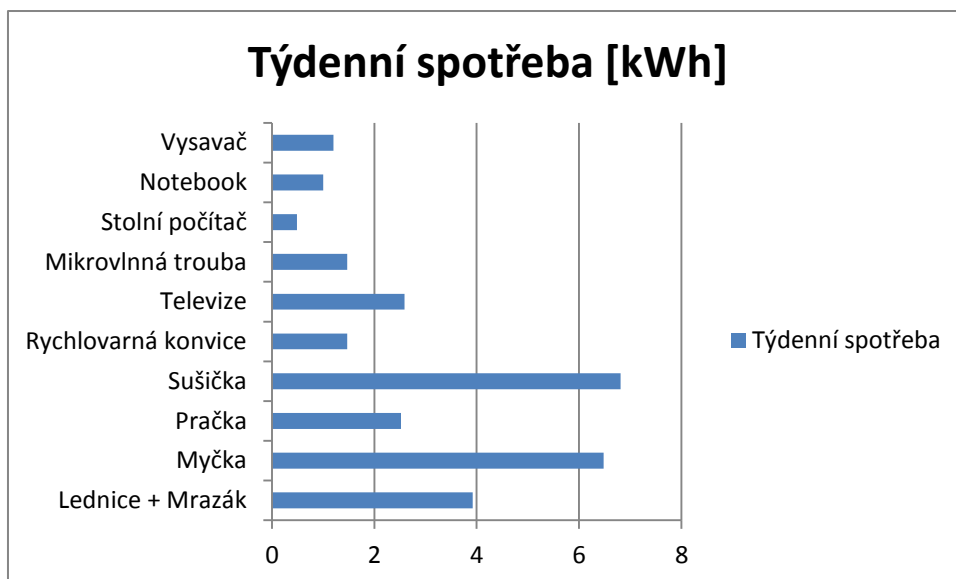
Zbytek spotřebičů v domácnosti a jejich elektrické spotřeby jsou napsány v tabulce 4.7. Za zmínku z naměřených hodnot stojí maximální výkon rychlovarné konvice (2287 W), který je srovnatelný s maximálním výkonem největších spotřebičů v domácnosti.

Tabulka 4.7: Spotřebiče změřené wattmetrem

Spotřebič	Doba měření [hod]	Doba provozu za týden [hod]	Maximální výkon [W]	Týdenní spotřeba [kWh]	Roční spotřeba [kWh]
Lednice + Mrazák	168	38	124	3,92	204,4
Myčka	168	3,7	2330	7,29	379,9
Pračka	48	8,75	2219	2,52	131,4
Sušička	48	5,5	2474	6,81	354,12
Rychl. konvice	24	0,7	2287	1,47	76,65
Televize	72	35	77	2,59	135,05
Mikrovlnná trouba	24	1,15	1269	1,47	76,65
Stolní počítač	48	10,5	78	0,49	25,55
Notebook	24	96	34	1	52,25
Vysavač	1	1	1263	1,2	62,4

Celková týdenní spotřeba všech změřených spotřebičů je 27,95 kWh.

Celková roční spotřeba všech změřených spotřebičů je 1453,4 kWh.



Obrázek 4.1: Graf týdenní spotřeby spotřebičů

Z pruhového grafu je jasné vidět, že největší spotřebu má myčka se sušičkou. Možná by se vyplatilo zvažovat výměnu těchto spotřebičů. V kapitole 7 bude tato problematika probrána důkladněji.

4.2.2 Spotřebiče nezměřitelné wattmetrem

Jediné 2 spotřebiče, kterým nebylo možné změřit elektrickou spotřebu pomocí wattmetru, jsou trouba a varná deska.

Trouba:

Tabulka 4.8: Technické informace k troubě

Kategorie trouby	Elektrická
Druh trouby	Horkovzdušná
Energetická třída	A+
Maximální pracovní teplota	250 °C
Maximální příkon	3,65 kW

Pro zjištění týdenní elektrické spotřeby bylo třeba zjistit jak často a na jakou teplotu se trouba používá. Během celého týdne trouba běžela celkem 6 hodin na teplotu



průměrně 180°C. Přímou úměrností byla spočítána elektrická spotřeba při 180 °C na 2,628 kW.

Celková spotřeba za týden byla vypočítána na 15,77 kWh.

Roční spotřeba trouby je 822,29 kWh.

Varná deska:

Varná deska má 4 zóny. Každá zóna má jiný maximální výkon a je zapnutá různě dlouhé časové úseky. Po dobu jednoho týdne byla pečlivě zkoumána doba používání každé zóny. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 4.9.

Ne pokaždé byly zóny puštěny na maximální výkon, proto byl pro výpočet celkové spotřeby za týden uvažován poloviční výkon.

Tabulka 4.9: Technické informace a naměřené hodnoty varné desky

Zóny	Průměr	Výkon	Čas v provozu týdně	Elektrická spotřeba za týden
Levá přední	145 mm	1200 W	2 hodiny	1,2 kWh
Pravá přední	180 mm	1700 W	15 hodin	12,75 kWh
Levá zadní	120/210 mm	750/2100 W	7 hodin	7,35 kWh
Pravá zadní	145 mm	1200 W	8 hodin	4,8 kWh

Celková elektrická spotřeba varné desky za týden je 26,1 kWh.

Roční spotřeba varné desky je 1361 kWh.



4.3 Ohřev vody

Ohřev teplé vody bývá nejvýraznější položkou při odběru elektrické energie. Potřeba teplé vody v rodinném domě se udává na 30 až 40 litrů za osobu. V dané domácnosti žijí 3 osoby, odhadovaná denní spotřeba vody je uvažována 100 litrů a týdenní 700 litrů. Pro výpočet doby ohřevu teplé vody a potřebné energie musí být známy technické specifikace bojleru (viz Tab. 4.10).

Tabulka 4.10: Technické specifikace bojleru

Objem	80 litrů
Příkon	2 kWh
Energetická třída	C
Rozsah teplot	15 °C–85 °C
Frekvence	50 Hz
Napětí	230 V

Teorie výpočtu:

Použité veličiny:

Vstupní teplota vody $T_1 = 15 \text{ °C}$

Výstupní teplota vody $T_2 = 50 \text{ °C}$

Účinnost ohřevu $\eta = 0,98$

Hmotnost vody $m = 700 \text{ kg}$

Měrná tepelná kapacita vody $c_p = 4186 \text{ J*kg}^{-1}\text{*K}^{-1}$

Potřeba energie

$$E = m * C_{wh} * (T_1 - T_2) / \eta \text{ [W*h]}$$

$$E = 28,4 \text{ kWh}$$

Pro týdenní spotřebu 700 litrů teplé vody v domácnosti byla vypočítána elektrická spotřeba 28,4 kWh. [6]



4.4 Celková spotřeba elektřiny a její skutečná spotřeba

Pro porovnání skutečného stavu s naměřenými a spočítanými hodnotami je nutné provést 2 odečty z elektroměru přesně po týdnu a sečíst všechny spočítané a naměřené hodnoty. Toto porovnání je uvedeno v Tab. 4.11.

Dne 10. 4. 2017 byl z elektroměru odečten stav: 41345 kWh

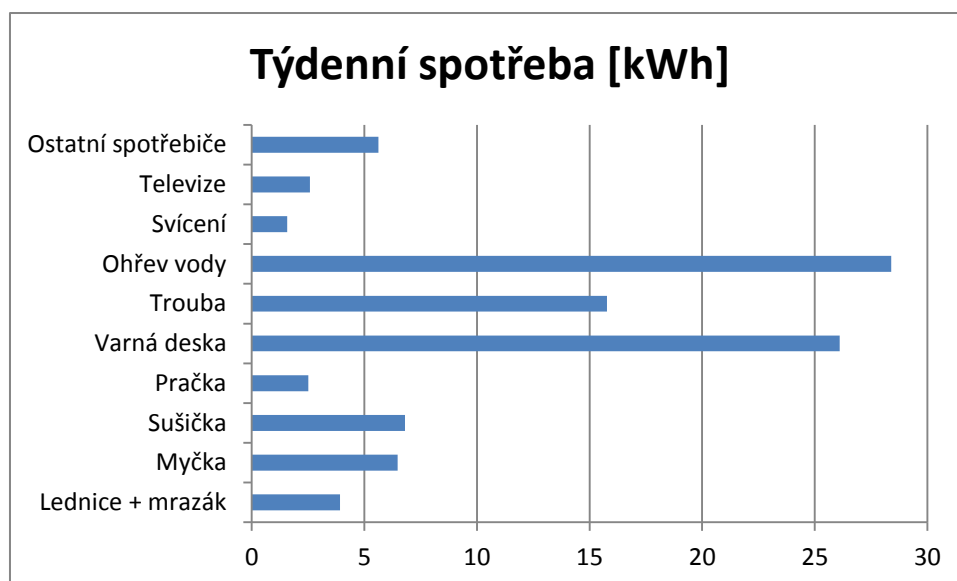
Dne 17. 4. 2017 byl z elektroměru odečten stav: 41448 kWh

$41448 - 41345 = \underline{103 \text{ kWh za týden}}$

Tabulka 4.11: Součet elektrických spotřeb

Svícení	1,58 kWh
Spotřebiče změřené wattmetrem	27,95 kWh
Trouba	15,77 kWh
Varná deska	26,1 kWh
Ohřev vody	28,4 kWh
Celková spotřeba za týden	99,8 kWh
Spotřeba za týden dle elektroměru	103 kWh

Z porovnání výsledků měřené týdenní spotřeby a celkového odečtu elektřiny je vidět, že spočítané a naměřené hodnoty se liší přibližně o 3 kWh, což lze považovat za velmi dobrou shodu. Drobný rozdíl může být způsoben použitím jiných spotřebičů, které nebyly předmětem měření – jedná se například o fén na vlasy, stolní lampičky, nabíječky na telefon nebo kulmu.



Obrázek 4.2: Graf elektrických spotřeb za týden v kWh

Obrázek 4.2 - Graf elektrických spotřeb za týden potvrdil domněnku, že ohřev vody je nejvýraznější položkou při odběru energie. Velmi výraznou elektrickou spotřebu mají také 2 hlavní spotřebiče na vaření. Naopak velmi dobře při měření dopadla lednice, která má jednu z nejnižších spotřeb v celé domácnosti.

Roční spotřeba

Z naměřených a vypočítaných hodnot vychází roční spotřeba 5 189 kWh. Pro porovnání této hodnoty se skutečnou elektrickou spotřebou je v Tab. 4.12 přidána faktura od dodavatele ČEZ za období 10. 11. 2015 – 11. 11. 2016.

Tabulka 4.12: Faktura elektrické spotřeby

Dodavatel	ČEZ
Tarif	eTarif
Jistič	3 x 25 A
Fakturační období	10. 11. 2015 - 11. 11. 2016
Fakturovaná spotřeba	4 087 kWh
Zaplaceno	18 453 Kč
Změřená spotřeba	5 189 kWh



Rozdíl mezi naměřenými hodnotami a skutečným stavem je přibližně 1 100 kWh. Tato odchylka je s největší pravděpodobností způsobena ročním obdobím, kdy byly měřeny spotřeby spotřebičů. Měření probíhala v průběhu března a dubna. Odečet z elektroměru byl proveden na začátku dubna. V letních měsících se například sušička téměř nepoužívá, protože prádlo lze sušit venku. Pračka se používá také mnohem méně díky menšímu objemu prádla. Naopak spotřeba lednice by se mohla nepatrně zvýšit, kvůli vyšší okolní teplotě.

V rámci měřeného týdne byla elektrická energie spočítána téměř přesně. To ovšem neplatí v rámci celého roku, díky velkému vlivu ročního období a aktuálního počasí.



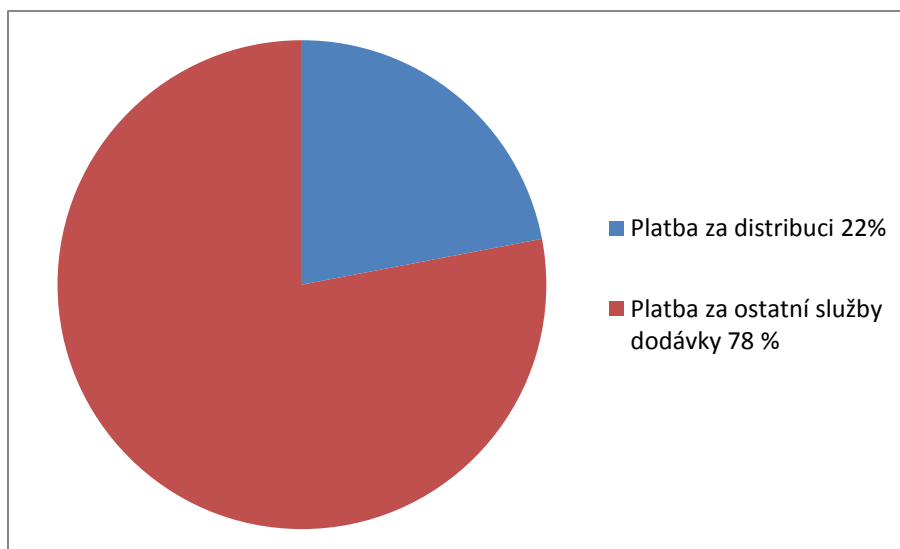
5. Současná cena energií

5.1 Zemní plyn

Cenu plynu tvoří regulovaná a neregulovaná složka. Na regulovanou složku má vliv stát. Tvoří 22 % výsledné ceny a obsahuje distribuční poplatky a příspěvek pro OTE (operátor trhu s elektrinou). Zbytek celkové ceny (78 %) tvoří neregulovaná složka. Tuto cenu si stanovují samotní dodavatelé. V Tab. 5.1 je přidána faktura za plyn od RWE. V současné době se na českém trhu s plynem pohybuje okolo 30 různých dodavatelů.

Tabulka 5.1: Faktura za plyn za období 22. 9. 2015 – 26. 9. 2016

Platba za distribuci	Množství	Celkem s DPH	%
Odebraný zemní plyn	17 068,27 kWh	3 871,40 Kč	14,6
Kapacitní složka ceny		1 919,65 Kč	7,2
Činnosti operátora trhu	17 068,27 kWh	49,14 Kč	0,2
Platba za ostatní služby dodávky			
Odebraný zemní plyn	17 068,27 kWh	19 222,00 Kč	72,4
Kapacitní složka ceny		1 494,65 Kč	5,6
Celkem za zúčtovací období	17 068,27	26 556,84 Kč	100



Obrázek 5.1: Výpočet ceny plynu

Vzhledem k tomu, že cenu zemního plynu si z větší části stanovuje dodavatel, je těžké jednoznačně určit, kolik stojí jeden m^3 nebo jedna kilowatthodina. Z faktury za dodávky plynu od RWE za období 22. 9. 2015 – 26. 9. 2016 lze přibližně tuto cenu určit.

$$1 \text{ kWh} = 1,556 \text{ Kč}$$

$$1 \text{ m}^3 = 16,6 \text{ Kč}$$

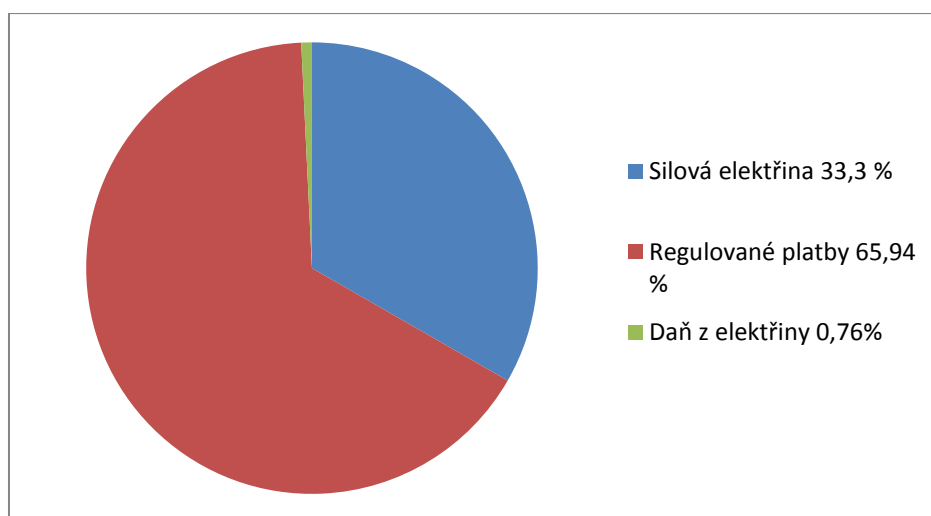
5.2 Elektřina

Výpočet výsledné ceny elektřiny zahrnuje 3 položky. Samotná elektřina tvoří jednu třetinu (33,3 %) konečného vyúčtování. Do silové elektřiny je zahrnut i poplatek za eTarif, který je 144 Kč. Regulované platby zahrnují 65,94 % celkové ceny a zahrnují distribuci, cenu za systémové služby, příspěvek pro OTE a cenu na podporu elektřiny z podporovaných zdrojů energie. Daň z elektřiny tvoří méně než 1 %. Náklady za tyto položky jsou napsány v Tab. 5.2.



Tabulka 5.2: Faktura za elektřinu za období 10. 11. 2015 – 11. 11. 2016

	Množství	Celkem s DPH	%
Silová elektřina	4087 kWh	6 144,68 Kč	33,3
Regulované platby	4087 kWh	12 168,68 Kč	65,94
Daň z elektřiny	4087 kWh	140 Kč	0,76
Celkem	4087 kWh	18 453,36	100



Obrázek 5.2: Výpočet ceny elektřiny

Z faktury za dodávky elektřiny od dodavatele ČEZ za období 10. 11. 2015 – 11. 11. 2016 byla určena cena 1 kWh.

$$1 \text{ kWh} = 4,52 \text{ Kč}$$



6. Návrh na snížení nákladů za plyn

Pro modelovou domácnost byly identifikovány 3 možnosti na snížení nákladů: výměna běžného kotle za kondenzační, tepelná opatření a změna dodavatele zemního plynu. Všechny 3 možnosti budou prozkoumány, a nakonec se určí, která z možností se vyplatí a která ne.

6.1 Výměna kotle

Výměna kotle úzce souvisí se změnou vytápění z hlediska paliv. V dnešní době je celá řada možností čím vytápět. Dá se vytápět dřevem (kusové dřevo, dřevěné brikety, dřevěné pelety, dřevní štěpka) nebo fosilními palivy (hnědé uhlí, černé uhlí, koks). Tyto možnosti nebyly dále uvažovány z důvodu, že v modelovém domě není kotelná a skladování daných paliv by nebylo možné.

V dnešní době se v nově postavených domech nejčastěji na vytápění používají tepelná čerpadla. Kvůli vysoké investici za optimalizaci topného systému v domě (podlahové topení) a instalaci tepelného čerpadla v dané domácnosti, není tato možnost dále uvažována.

Pro zjištění, zda se vyplatí výměna kotle, bude porovnán běžný plynový kotel Vaillant (současný) s kondenzačním plynovým kotlem THERM 28 KDC.A, technická specifikace kotle je uvedena v Tab. 6.1. Tyto kotle mají stejný výkon, ale rozdílnou účinnost.

Tabulka 6.1: Technické specifikace plynového kotle THERM 28 KDC.A [10]

Jmenovitý výkon	28 kW
Účinnost	106 %
Cena	43 439 Kč

Cena nového kotle je jen jedna položka. Do počátečních investic musí být zahrnuta také demontáž starého a montáž nového kotle, kominické práce včetně



materiálu, montážní materiál pro připojení kotle, montáž termostatu, revize spalinové cesty, revize plynovodu a spuštění kotle. Tyto práce vyjdou přibližně na 12 000 Kč. V Tab. 6.2 je uvedeno porovnání plynových kotlů.

Tabulka 6.2: Porovnání plynových kotlů

Typ kotle	Vaillant	THERM 28 KDC	Rozdíl
Účinnost	92 %	106 %	14 %
Spotřeba	17 068 kWh	14 813 kWh	2 255 kWh
Roční náklady	26 557 Kč	23 045 Kč	3 508 Kč

Po porovnání plynových kotlů vychází roční úspora 3 508 Kč. Kvůli nutnosti stavebních úprav (musel by se přidělat komín) a vysoké pořizovací ceně by počáteční investice byla 55 439 Kč a vrátila by se za více než 15 let. Z tohoto důvodu se výměna kotle nedoporučuje.

6.2 Tepelná opatření

Zlepšení tepelně technických vlastností konstrukcí:

Provádí se pomocí dodatečných tepelných izolací a má-li být účinné, je třeba tepelně izolovat následující konstrukce: [9]

- vnější stěnové konstrukce
- střešní konstrukce
- okna a dveře
- vnitřní stěnové konstrukce mezi vytápanými a nevytápanými místnostem
- podlaha

Vnější stěnové konstrukce

Modelový dům je již z vnější strany zateplen polystyrenem tloušťky 100 mm. Výměna a instalace nové izolační vrstvy, která by snížila tepelnou ztrátu, by vyžadovala velkou počáteční investici a stejně by to k výraznému zlepšení situace nevedlo.



Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je zateplena tepelnou izolací Orsil tloušťky 120 mm. Její výměna by tepelnou ztrátu nesnížila tak výrazně, aby se vyplatilo rozebrat celou střechu.

Okna a dveře

V celém domě jsou nová kvalitní eurookna a jejich výměna by nevedla k tak výraznému snížení tepelných ztrát, aby se vyplatilo investovat do nových oken. To samé platí pro dveře.

Vnitřní stěnové konstrukce

Cenově nejvýhodnější řešení, ale s velkou nevýhodou. Instalací tepelné izolace vnitřní konstrukce se zmenší obytná plocha a v konstrukcích se můžou tvořit tepelné mosty.

Podlaha

Podlaha má na tepelnou ztrátu minimální podíl (3 %). Navíc už je zateplená polystyrenem tloušťky 60 mm.

Čím více je zateplená obálka budovy, tím se snižují tepelné ztráty prostupem a větší vliv na tepelné ztráty má větrání. U našeho modelového domu je to 43 % (viz. Obr. 3.1 – Graf tepelných ztrát). Do větracích systémů pasivních a nízkoenergetických domů se instalují rekuperační výměníky tepla. Tyto výměníky pracují na principu vzduch – vzduch. Odpadní (teplý) vzduch předává teplo nasátému (studenému) vzduchu přes teplosměnnou plochu výměníku. Čerstvý vzduch se tak předejde a odpadní naopak ochladí. Tyto výměníky mohou mít účinnost 50 % - 80 %. Instalace rekuperačních jednotek se nevyplatí, jelikož by to vyžadovalo rozsáhlé přestavby domu. [7]



6.3 Změna dodavatele

Za období 22. 9. 2015 – 26. 9. 2016 bylo dodáno do modelového domu 1 600 m³ zemního plynu (17 068 kWh). Za toto množství plynu bylo dodavateli RWE zapláceno 26 557 Kč. Na stránkách tzb-info.cz byla použita online kalkulačka pro porovnání cen od různých dodavatelů za spotřebu 17 068 kWh vytápěním, v regionu Mladá Boleslav, Středočeský kraj. Nejvýhodnější nabídka je od společnosti EUROPE EASY ENERGY, uvedená v Tab. 6.3.

Tabulka 6.3: Porovnání nabídek od RWE a EUROPE EASY ENERGY [5]

Dodavatel plynu	RWE	EEE	Rozdíl
Množství plynu	17 068,27 kWh	17 068,27 kWh	0
Cena za distribuci plynu	5 840,19 Kč	6 216,75 Kč	376,56 Kč
Obchod s plynem	20 716,65 Kč	10 401,91 Kč	10 314,74 Kč
Daň z plynu	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Celkem	26 556,84 Kč	16 618,66 Kč	9 938,18 Kč

Změnou dodavatele by domácnost ušetřila přibližně 10 000 Kč. Tuto variantu by majitelé měli rozhodně zvážit, neboť by šlo o výrazné snížení nákladů.



7. Návrh na snížení nákladů za elektřinu

7.1 Výměna spotřebičů

Po změření všech spotřebičů lze konstatovat, že všechny spotřebiče mají nižší spotřebu, než je uváděno v jejich technických dokumentacích. Výměna spotřebičů tedy není nutná, jelikož by to nevedlo k žádnému snížení spotřeby energie.

7.2 Úsporné žárovky

Pro srovnání bylo vypočítáno, o jak velký rozdíl by šlo, kdyby byly v celé domácnosti používány pouze 60 W žárovky. Roční spotřeba by se vyšplhala na 387,2 kWh, což znamená téměř pětkrát větší spotřebu. V tomto ohledu je zkoumaná domácnost úsporná. Naproti tomu, kdyby v celé domácnosti byly instalovány pouze LED žárovky s orientační spotřebou 9 W, roční spotřeba klesla o 24 kWh. Po přepočtu by šlo o ušetření přibližně 100 Kč za rok. Vzhledem k tomu, že pořizovací cena jedné LED žárovky se pohybuje okolo 90 Kč a bylo by třeba jich pořídit 24, počáteční investice by se splatila až za několik desítek let.

7.3 Ohřev vody

Největší spotřebu elektrické energie v celé domácnosti má ohřev vody. Vzhledem k tomu, že v bodu 5 bylo spočítáno, že 1 kWh elektřiny je třikrát dražší, než 1 kWh zemního plynu bude spočítáno, jestli by se vyplatilo ohřívat vodu plynem (viz Tab. 7.1). Pro tento výpočet bude uvažován bojler John Wood JW BGM 10Q za pořizovací cenu 10 296 Kč s příkonem 5,3 kW. Zařízení je samozřejmě nutné i odborně zapojit na odběr plynu, napojit do komína a napojit přívod vody. Odhadovaná cena instalace je 10 000 Kč.



Tabulka 7.1: Srovnání ohřevu vody elektřinou a zemním plynem

Způsob ohřevu	Elektřina	Plyn
Spotřeba vody za týden	700 litrů	700 litrů
Spotřeba energie za týden	28,26 kWh	30,1 kWh
Spotřeba energie rok	1 469,52 kWh	1 565,2 kWh
Cena za rok	6 642,20 Kč	2 435,50 Kč

Roční náklady za ohřev vody plynem by byly o 4 200 Kč nižší. Počáteční investice by byla přibližně 20 000 Kč, což znamená, že změna způsobu ohřevu vody by se začala vyplácet během pěti let.

7.4 Změna dodavatele

Za období 10. 11. 2015 – 11. 11. 2016 byla celková spotřeba elektrické energie 4 087 kWh. Za tuto spotřebu bylo dodavateli ČEZ zapláceno 18 453 Kč. Na stránkách tzb-info.cz byla použita online kalkulačka pro srovnání cen od různých dodavatelů za spotřebu 4 087 kWh. Nejvýhodnější nabídka je od společnosti EUROPE EASY ENERGY, uvedená v Tab. 7.2.

Tabulka 7.2: Porovnání nabídek od ČEZ a EUROPE EASY ENERGY [4]

Dodavatel elektřiny	ČEZ	EEE	Rozdíl
Množství	4 087 kWh	4 087 kWh	0
Silová elektřina	6 144,68 Kč	4 687,07 Kč	1 457,61 Kč
Regulované platby	12 168,68 Kč	11 825,66 Kč	343,02 Kč
Daň z elektřiny	140,00 Kč	140,00 Kč	0,00 Kč
Celkem	18 453,36 Kč	16 652,73 Kč	1 800,63 Kč

Rozdíl mezi fakturami od ČEZ a EUROPE EASY ENERGY je 1800 Kč. V tomto případě by bylo rozumné změnu dodavatele zvážit, jelikož je možné,



že za rozvázání smlouvy s firmou ČEZ by byly nějaké poplatky, tudíž by se změna dodavatele nemusela vyplatit.



8. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnocení úrovně využívání energií modelového rodinného domu, nalezení potenciálu úspor využívaných energií, návrh možných opatření za účelem úspory energie a ekonomické zhodnocení návratnosti navržených opatření.

Pro zjištění spotřeby zemního plynu byly spočítány tepelné ztráty a měrná potřeba tepla za rok. Vypočítaná měrná potřeba tepla byla porovnána se skutečným stavem. Výpočet se od skutečného stavu lišil přibližně o 1 800 kWh. Hlavní příčinu na této chybě má mírná zima roku 2015–2016. Pro zjištění spotřeby elektrické energie byly zprvu identifikovány spotřebiče s největší spotřebou. Daným spotřebičům byla změřena nebo spočítána spotřeba a po srovnání s technickými údaji jednotlivých spotřebičů se dá konstatovat, že všechny spotřebiče jsou úsporné. Rozdíl mezi naměřenými hodnotami a skutečným stavem byl přibližně 1 100 kWh. Tato chyba byla způsobena ročním obdobím, kdy byly spotřebiče měřeny. Měření probíhalo v březnu a dubnu. V letních měsících se spotřebiče jako sušička nebo pračka používají mnohem méně.

Najít pračku, myčku, sušičku nebo lednici s mrazákem, které by v technických informacích měly menší spotřebu, než která byla naměřena je téměř nemožné a když se to povede, pořizovací cena spotřebiče je tak vysoká, že by návratnost počáteční investice trvala desítky let. Nalezeny byly 2 možnosti, jak snížit náklady. První možnost je změna dodavatele plynu i elektřiny. Nejvýhodnější variantou byl zvolen dodavatel elektřiny a plynu EUROPE EASY ENERGY. Pro modelovou domácnost by tato varianta byla výhodná i z hlediska toho, že by měla stejného dodavatele plynu i elektřiny.

Druhá možnost je změna způsobu ohřevu vody. Modelová domácnost ohřívá vodu elektřinou, ale v této práci bylo spočítáno, že by se vyplatilo ohřívát vodu plynem. Návratnost za pořizovací cenu nového bojleru a cenu za instalaci by byla okolo 5 let.



Seznam použité literatury:

- [1] Nízkoenergetické domy. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-domy>
- [2] Energetická náročnost budov. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/5700-prukaz-enb-a-dotacni-program-zelena-usporam>
- [3] Online kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>
- [4] Elektrína. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-elektricke-energie-porovnani-nabidek?id=1457>
- [5] Zemní plyn. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-porovnani-nabidek?id=1552>
- [6] Výpočet doby ohřevu teplé vody. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/97-vypocet-doby-ohrevu-teple-vody>
- [7] Tepelná ztráta větráním a zpětní získávání tepla. *Tzbinfo* [online]. 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/2988-tepelna-ztrata-vetranim-a-zpetne-ziskavani-tepla>
- [8] Typy žárovek. *Výměna žárovky* [online]. 2017 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.vymenazarovky.cz/typy-zarovek/>
- [9] Tepelné ztráty a zateplení. *Energetika Plzeň* [online]. 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://energetika.plzen.eu/energeticke-manazerstvi/usporna-opatreni/tepelne-zraty-a-zatepleni/tepelne-zraty-a-zatepleni.aspx>
- [10] Therm 28 KDC.A. *Thermona* [online]. 2017 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/s-prutokovym-ohrevem/kotel-therm-28-kdc-a>
- [11] Měřiče a zkoušečky. *TSBOHEMIA* [online]. 2017 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: https://www.tsbohemia.cz/conrad-meric-spotreby-basetech-cost-control-3000-cz_d193955.html



Seznam tabulek:

Tabulka 2.1: Charakteristika budovy	8
Tabulka 3.1: Charakteristika lokality	9
Tabulka 3.2: Další volené parametry.....	9
Tabulka 3.3: Ochlazované konstrukce objektu	10
Tabulka 3.4: Tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi.....	11
Tabulka 3.5: Třída energetické náročnosti rodinného domu.....	12
Tabulka 3.6: Technické údaje plynového kotle Vaillant.....	13
Tabulka 3.7: Faktura za plyn	14
Tabulka 4.1: Žárovky v domácnosti.....	16
Tabulka 4.2: Technické specifikace wattmetru	17
Tabulka 4.3: Technické informace k lednici + mrazáku	18
Tabulka 4.4: Technické informace myčky Whirlpool.....	19
Tabulka 4.5: Technické informace pračky AEG	19
Tabulka 4.6: Technické informace sušičky AEG	20
Tabulka 4.7: Spotřebiče změřené wattmetrem	21
Tabulka 4.8: Technické informace k troubě.....	22
Tabulka 4.9: Technické informace a naměřené hodnoty varné desky	23
Tabulka 4.10: Technické specifikace bojleru	24
Tabulka 4.11: Součet elektrických spotřeb	25
Tabulka 4.12: Faktura elektrické spotřeby	26
Tabulka 5.1: Faktura za plyn za období 22. 9. 2015 – 26. 9. 2016	28
Tabulka 5.2: Faktura za elektřinu za období 10. 11. 2015 – 11. 11. 2016	30
Tabulka 6.1: Technické specifikace plynového kotle THERM 28 KDC.A	31
Tabulka 6.2: Porovnání plynových kotlů	32
Tabulka 6.3: Porovnání nabídek od RWE a EUROPE EASY ENERGY	34
Tabulka 7.1: Srovnání ohřevu vody elektřinou a zemním plynem	36
Tabulka 7.2: Porovnání nabídek od ČEZ a EUROPE EASY ENERGY	36



Seznam obrázků:

Obrázek 2.1: Rodinný dům.....	7
Obrázek 3.1: Graf tepelných ztrát	11
Obrázek 3.2: Energetický štítek rodinného domu	13
Obrázek 4.1: Graf týdenní spotřeby spotřebičů.....	22
Obrázek 4.2: Graf elektrických spotřeb za týden v kWh	26
Obrázek 5.1: Výpočet ceny plynu	29
Obrázek 5.2: Výpočet ceny elektřiny	30

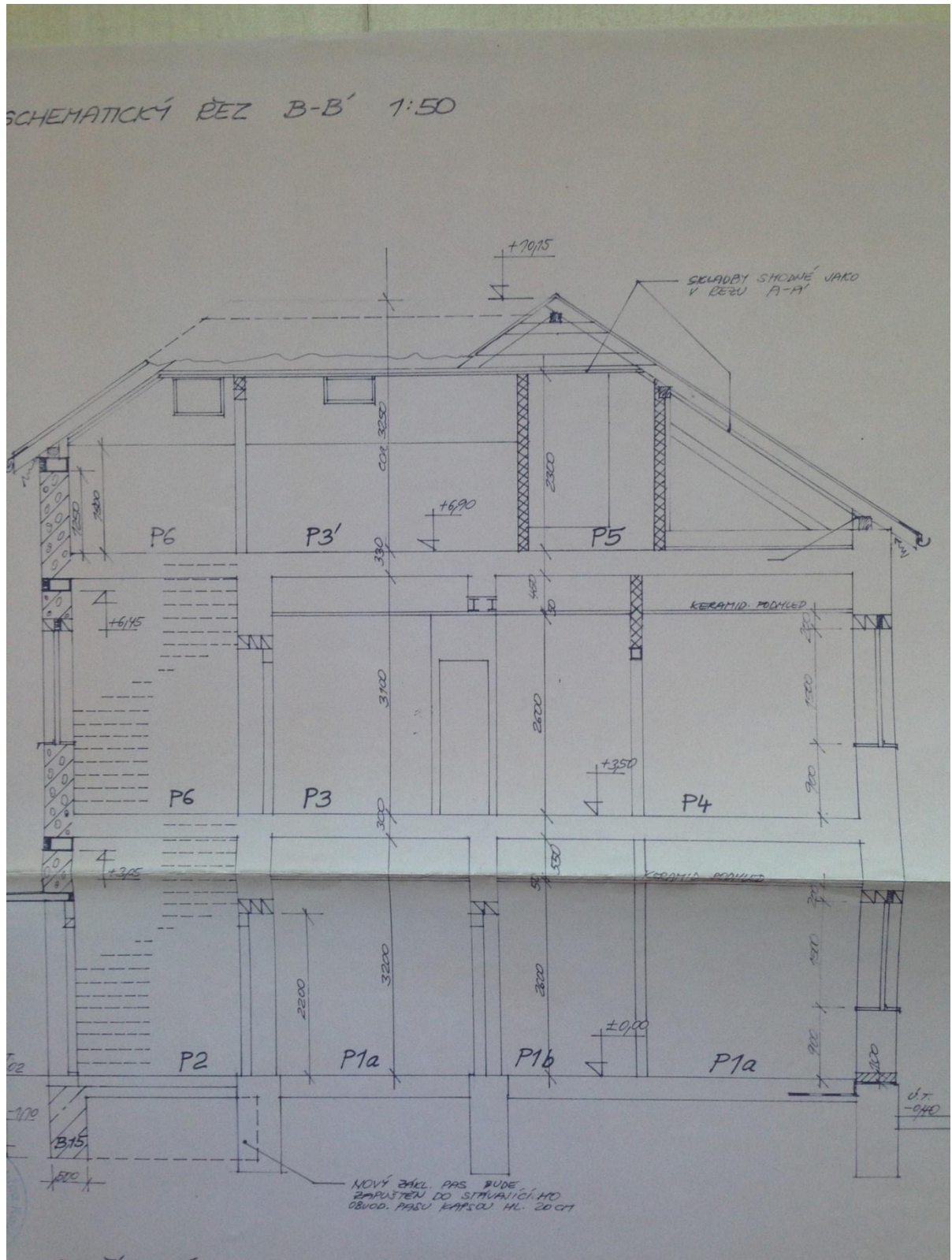
Seznam příloh:

Příloha 1: Řez domu

Příloha 2: Půdorys přízemí



Příloha 1: Řez domu





Příloha 2: Půdorys přízemí

