



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ OBJEKTU RODINNÉHO DOMU V OBCI ÚJEZD U ROSIC NA VÝDAJE SPOJENÉ S PROVOZEM TÉTO NEMOVITOSTI

THE IMPACT OF EXECUTING NEW THERMAL INSULATION ON A SINGLE-FAMILY
HOUSE VILLAGE ÚJEZD U ROSIC ON THE EXPENSES ASSOCIATED WITH THE
OPERATION OF THIS REAL ESTATE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Jiří Stromecký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Pertl, Ph.D.

BRNO 2016

Seznam odborné literatury:

Zákon č. 406/2000 Sb. + prováděcí vyhlášky Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov.

Norma ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky.

POČINKOVÁ, M., ČUPROVÁ, D. et al. Úsporný dům. 1. vyd. Brno : ERA, 2004. 183 s. ISBN 80-86517-96-9.

Čuprová, D. Tepelná technika budov. Teoretické základy stavební tepelné techniky. Brno: VUT FAST.

Dahlsveen, T., Petráš, D., Hirš, J. : Energetický audit budov.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marek Pertl

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 22. 10. 2015



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu



Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem optimálního řešení zateplení stávajícího rodinného domu obci Újezd u Rosic. Teoretická část práce je věnována problematice snižování energetické náročnosti budov a vývoji cen energií.

Teoretická část řeší konkrétní rodinný dům v obci Újezd u Rosic. Návrh zateplení objektu je součástí plánované celkové rekonstrukce. Obsahem je tepelně technické posouzení původního stavu RD a posouzení po provedených stavebních úpravách. Dále je stanovena cena nemovitosti pomocí nákladové metody dle vyhlášky před a po provedení zateplení. Závěr práce stanovuje prostou dobu návratnosti investice z pohledu investora.

Abstract

The influence of the thermal insulation of a family house in the village of Újezd u Rosic and the expenses related with the operation of this property. Brief characteristics of the task and its challenges: The task will be to work on a proposal to insulate the chosen property. Based on this proposal, then evaluate the difference in cost for the operation of the property before and after insulation. The work will also evaluate the economic return on the investments made.

Klíčová slova

Rodinný dům, rekonstrukce, zateplení, snížení energetické náročnosti, energonositel, PENB, součinitel prostupu tepla, tepelná ztráta, návratnost investice.

Keywords

Family house, renovation, insulation, energy-saving, energy-carriers, project energy performance of buildings, heat transfer coefficient, heat loss, return on investment.

Bibliografická citace

STROMECKÝ, J. *Vliv provedení zateplení objektu rodinného domu v obci Újezd u Rosic na výdaje spojené s provozem této nemovitosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2016. 90+117 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Marek Pertl, Ph.D

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu své diplomové práce Ing. Marku Pertlovi, Ph.D za odborné vedení, vstřícný přístup a připomínky, které mi poskytl během zpracování mé diplomové práce.

OBSAH

OBSAH.....	6
1 ÚVOD.....	11
2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	11
3 ENERGIE A JEJÍ SPOTŘEBA	11
3.1 Spotřeba primární energie celosvětově.....	12
3.2 Spotřeba primární energie v České republice.....	14
3.3 Rozložení spotřeby energie v domácnostech.....	15
4 MEZINÁRODNÍ SMLOUVY V OBLASTI ZMĚNY KLIMATU A OVZDUŠÍ.....	17
4.1 Hlavní cíle v oblasti klimatu EU	19
4.2 Naplňování závěru konferencí OSN o změně klimatu	20
4.3 Státní energetická koncepce ČR.....	21
5 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV	24
5.1 Úvod	24
5.2 Legislativa	25
5.3 Základní terminologie.....	26
5.4 Způsob hodnocení - PENB	28
5.5 Způsob hodnocení – Energetický štítek obálky budovy.....	33
5.6 Způsob hodnocení – Energetický audit	35
6 DOTAČNÍ PROGRAMY V OBLASTI ENERGETICKÝCH ÚSPOR.....	36
7 KATEGORIZACE RODINNÝCH DOMŮ DLE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI.....	37
8 POŽADAVKY NA OBNOVU KOTLŮ NA TUHÁ PALIVA.....	38
9 SOLÁRNÍ KOLEKTORY A JEJICH MOŽNOSTI PŘI OHŘEVU VODY V DOMÁCNOSTI.....	39
10 TVORBA CENY ZEMNÍHO PLYNU PRO DOMÁCNOST	42
11 VÝVOJ INFLACE	43
12 KALKULACE JEDNOTKOVÉ CENY	44
13 PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	46

13.1	Předmět posudku	46
13.2	Podklady	46
13.3	Charakteristika objektu	47
13.4	Lokalita	47
13.5	Výřez z mapy	48
13.6	Ortofoto mapa	48
13.7	Popis konstrukcí (stávající stav):	49
13.8	Dispoziční popis	50
13.9	Podrobné informace	50
13.10	Metoda řešení	50
13.11	Stávající stav	51
13.12	Návrhová opatření - Varianta I	55
13.13	Návrhová opatření - Varianta II	62
13.14	Návrhová opatření - Varianta III	68
14	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	71
14.1	Rekapitulace výsledných investic, prostá návratnost	72
14.2	Podrobné ekonomické vyhodnocení metodou kumulovaného Cash flow	73
15	ZÁVĚR	78
16	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	79
17	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	82
18	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ	84
19	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	86
	PŘÍLOHA Č. 1– VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	87
	PŘÍLOHA Č. 2– FOTODOKUMENTACE	92
	PŘÍLOHA Č. 3 – NÁVRH TEPELNÉHO ZDROJE NA TUHÁ PALIVA, NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	95
	<i>Stanovení potřeby teplé vody</i>	96
	<i>Stanovení potřeby tepla</i>	96

<i>Stanovení křivky odběru teplé vody</i>	97
<i>Stanovení objemu zásobníku pro teplou vodu</i>	98
<i>Návrh tepelného zdroje pro vytápění, přípravu teplé vody a stanovení objemu akumulační nádrže</i>	98
PŘÍLOHA Č. 4 – NÁVRH PLOCHY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ PRO PŘÍPRAVU VYTÁPĚNÍ A TEPLÉ VODY	101
<i>Terminologie</i>	102
<i>Navrhování a bilancování solárních soustav</i>	102
<i>Potřeba tepla na ohřev vody</i>	103
<i>Celková potřeba tepla na přípravu teplé vody</i>	103
<i>Potřeba tepla na vytápění dle ČSN EN ISO 13 790</i>	104
<i>Celková potřeba tepla na vytápění</i>	105
<i>Celková potřeba tepla na vytápění a přípravu teplé vody</i>	105
<i>Denní dávka slunečního ozáření</i>	106
<i>Účinnost solárního kolektoru</i>	106
<i>Denní teoretické zisky solárních kolektorů</i>	108
<i>Solární pokrytí, solární podíl</i>	108
<i>Plocha solárních kolektorů</i>	110
<i>Objem akumulace nádrže pro solární systém</i>	110
PŘÍLOHA Č. 5 – POSOUZENÍ SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ NZÚ	113
<i>Posouzení návrhového opatření – Varianta I</i>	114
<i>Posouzení návrhového opatření – Varianta II</i>	115
<i>Posouzení návrhového opatření – Varianta III</i>	116
<i>Vyhodnocení výsledků podpory NZÚ</i>	117
PŘÍLOHA Č. 6 – STANOVENÍ CENY ZATEPENÍ OBJEKTU DLE POLOŽKOVÉHO ROZPOČTU S OHLEDEM NA VÝŠI DOSAŽENÉ DOTACE DLE NZÚ	118
<i>Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu – Varianta I</i>	119

<i>Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ – Varianta I.....</i>	<i>120</i>
<i>Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu – Varianta II.....</i>	<i>121</i>
<i>Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ – Varianta II</i>	<i>122</i>
PŘÍLOHA Č. 7– STANOVENÍ CENY KOTLE NA BIOMASU, SOLÁRNÍ TERMICKÉ SOUSTAVY S OHLEDEM NA DOSAŽENOU DOTACI	123
<i>Stanovení ceny kotle na biomasu s ručním přikládáním (kusové dřevo)</i>	<i>124</i>
<i>Stanovení ceny kotle na biomasu s automatickým přikládáním (dřevěné pelety)</i>	<i>125</i>
<i>Stanovení konečné ceny kotle na biomasu s ručním přikládáním (kusové dřevo) - cena po odečtení dotace dle NZÚ.....</i>	<i>126</i>
<i>Stanovení konečné ceny kotle na biomasu s automatickým přikládáním (dřevěné pelety) – cena po odečtení dotace dle NZÚ.....</i>	<i>126</i>
<i>Stanovení konečné ceny solárního termického systému - cena po odečtení dotace NZÚ.....</i>	<i>127</i>
PŘÍLOHA Č. 8– PODROBNÉ EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ METODOU KUMULOVANÉHO CASH FLOW VŠECH VARIANT	128
PŘÍLOHA Č. 9– TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ - PENEb	

1 ÚVOD

Jeden z hlavních problémů dnešního globálního světa je snižování energetické náročnosti jako příspěvku k ovlivnění procesu globálního oteplování. Organizace spojených národů a státy světa se touto problematikou zabývají dlouhodobě. Poslední závěry byly učiněny v loňském roce na klimatické konferenci v Paříži. Jedna z významných oblastí, která přispívá k naplnění cílů v závěru konference, je i oblast snižování energetické náročnosti, zejména budov. Orgány Evropské unie vypracovaly řadu opatření ve formě „Směrnic“, které ukládají členským státům Evropské unie přijetí legislativních opatření k realizaci konkrétních opatření. Ve stavebnictví je značný potenciál ve snižování energetické náročnosti v oblasti výstavby nových budov a zejména při rekonstrukci stávajícího fondu budov.

2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce bude popis stávající energetické situace a spotřeby primární energie jak ve světě, tak v České republice. V praktické části diplomové práce budou v rámci rekonstrukce vypracována návrhová opatření ke snížení energetické náročnosti konkrétního objektu. Na závěr bude posouzena efektivnost vložené investice včetně její návratnosti.

3 ENERGIE A JEJÍ SPOTŘEBA

V dnešní době je stále více skloňovaným pojmem energie, která je tak životně důležitá. Z fyzikálního hlediska je energii nutno chápat jako schopnost hmoty konat určitou práci. Energie je hnacím motorem života a rozvoje civilizace. Převážná část energie je organismy přijímána ve formě slunečního záření.

S využitím energie člověk započal před cca před 120 tisíci lety př. n. l., kdy se naučil využívat oheň pro denní potřebu. Se zvyšujícími se nároky na životní potřeby člověka vzrůstala i spotřeba energie. Od konce 19. století, v době průmyslové revoluce, došlo k prudkému nárůstu spotřeby energie, s čímž souvisela řada negativních jevů, jako je prudký nárůst emise skleníkových plynů. V porovnání s érou předprůmyslovou je dnes v atmosféře o 40 % oxidu uhličitého více.¹ Tento nárůst zapříčinila zejména těžba uhlí, ropy, plynu, výstavba tepelných elektráren, dopravní prostředky atd. Většina energie byla čerpána z neobnovitelných zdrojů. Spalováním fosilních paliv např. hnědého a černého uhlí dochází

¹ Globální oteplování v jediném grafu: opravdu za to mohou lidé. *Technet.idnes* [online]. 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://technet.idnes.cz/globalni-oteplovani-grafy-dc2-/veda.aspx?c=A150703_165530_veda_pka>

k výrazné emisi oxidu uhličitého, což má negativní dopad na tvorbu tzv. skleníkového efektu. Řešení negativních dopadů emise skleníkových plynů má přímou souvislost s naplňováním cíle dosažení trvale udržitelného rozvoje společnosti.

Trvale udržitelný rozvoj společnosti je celosvětovou prioritou. Tento pojem je definován v zákoně o životním prostředí v § 6 č. 17/1992 Sb. „*trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.*“² Dosažení trvale udržitelného rozvoje společnosti je možno dosáhnout za předpokladu snižování spotřeby energie a zvyšování využitelnosti obnovitelných zdrojů. V současnosti jsou energetické úspory a zvyšování účinnosti využívání energie našim největším a nejlevnějším „zdrojem“ energie. Velké množství energie spotřebováváme značně neefektivně. Energetickou náročnost našich každodenních činností by bylo možno pokrýt podstatně menšími nároky na energii. Velký potenciál je ve snižování spotřeby na vytápění a přípravu teplé vody u stávajících budov.³

3.1 Spotřeba primární energie celosvětově

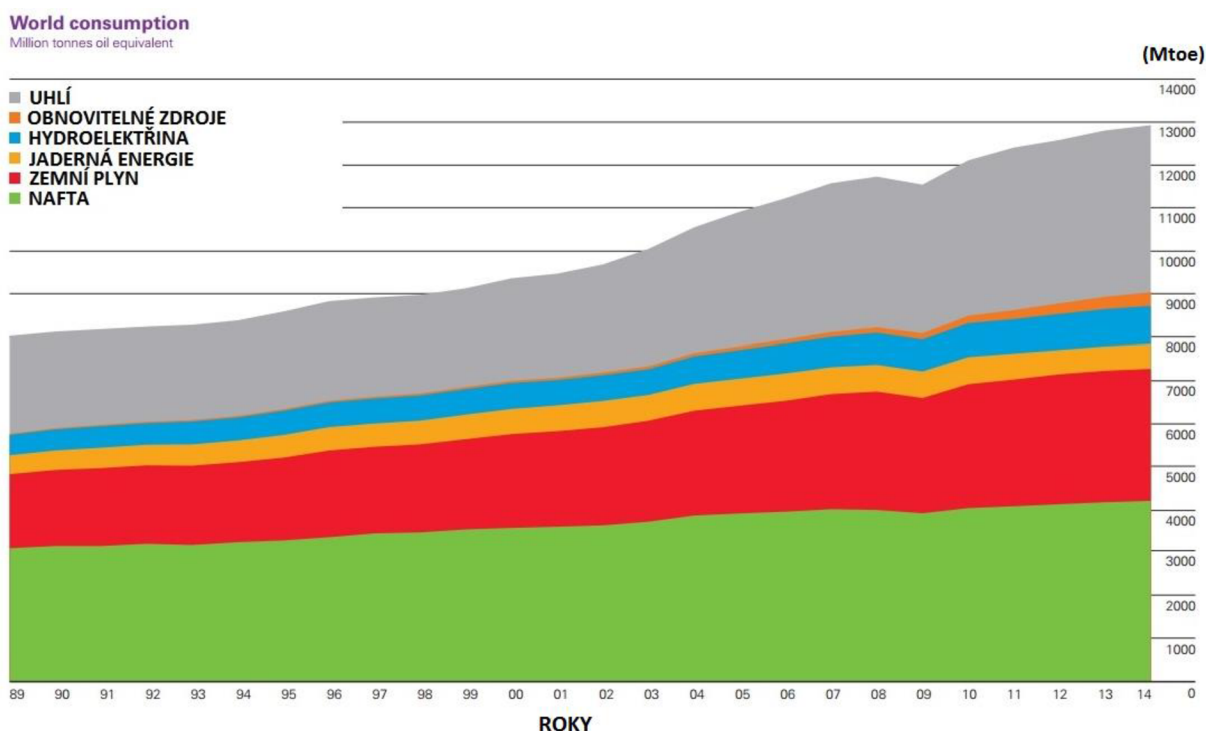
„*Primární energie = svázaná energie, udávající celkovou spotřebu přírodních zdrojů energie během životního cyklu výrobku. Primární energie je energie obsažená v přírodních zdrojích před jakoukoli lidmi provedenou konverzí nebo transformací. Za neobnovitelný zdroj energie je obvykle považován takový zdroj energie, jehož vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let, ale jeho případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle fosilní paliva jsou uhlí, ropa, zemní plyn a rašelina. Dále sem patří jaderná energie, protože přirozené přírodní zásoby štěpných materiálů jsou také vyčerpátné.*“⁴

² Zákon č. 17/1992 Sb., § 6 odst. 1, Zákon o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

³ Murtinger, K. *Úsporný rodinný dům*. 1. vyd. Praha : Grada, 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4559-6. s. 9, 10.

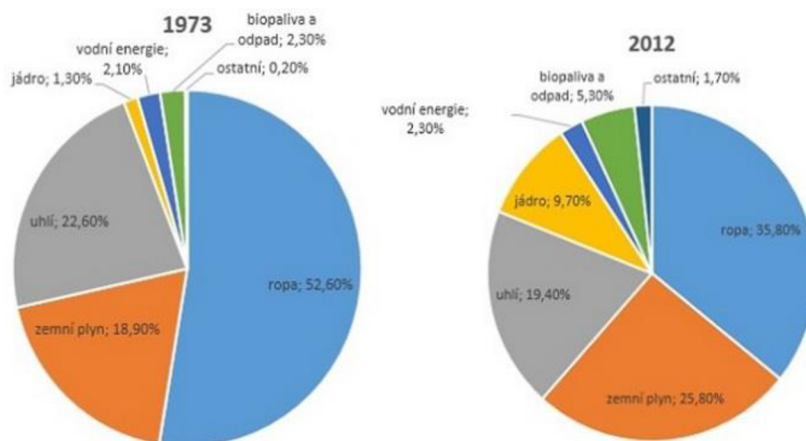
⁴ RUBINOVÁ, PH.D, Ing. Olga. *Budova a energie Energetická náročnost a legislativa ČR* [online]. Brno, 2013, s. 14 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp08.pdf>>

Graf č. 1 - Celosvětová spotřeba primární energie v letech 1989- 2014 v Mtoe⁵



Celosvětová spotřeba primární energie stále stoupá viz graf 1.a. Každý rok se spotřebuje okolo 13 000 M_{toe}. (M_{toe}, „jednotka energie, kterou vydá 1 milion tun ropy při spalování“⁶). Tato spotřeba se od roku 1973 více než zdvojnásobila.

Graf č. 2 - Změna světového palivového mixu pro výrobu energie 1973- 2012⁷



⁵BP Statistical Review of World Energy June 2015. *Elektrina, bp* [online], 2015 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z <<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf>>, <<http://www.elektrina.cz/vyroba-a-spotreba-energie-ve-svete>>

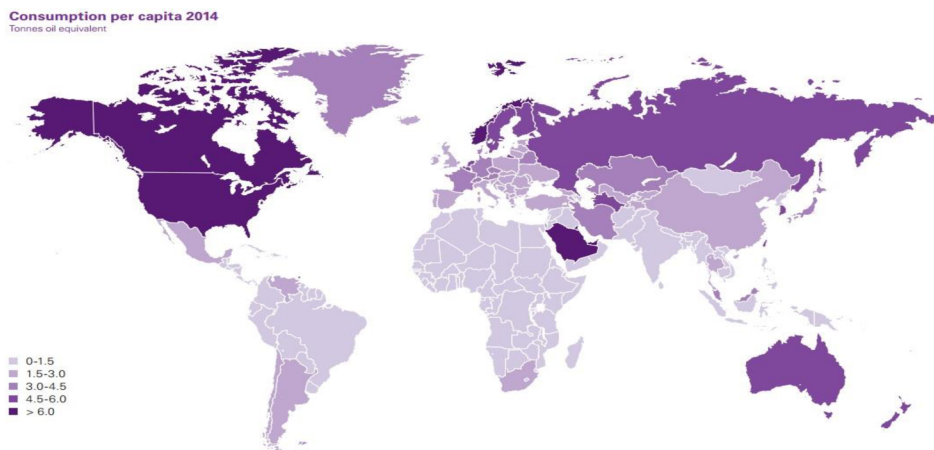
⁶ Světová energetika v roce 1973 a 2012: Co se změnilo a kdo se stane příští velmocí? *Elektrina* [online]. 2014 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.elektrina.cz/vyroba-a-spotreba-energie-ve-svete>>

⁷ Světová energetika v roce 1973 a 2012: Co se změnilo a kdo se stane příští velmocí? *Elektrina* [online]. 2014 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.elektrina.cz/vyroba-a-spotreba-energie-ve-svete>>

Z grafu 2.a je patrné, jak se změnilo využívání primární energie od roku 1973 do roku 2012.

Nejvýznamnějším zdrojem současnosti stále zůstává ropa, její podíl se však zúžil téměř o 17 % (dle grafu 2.a). Vše nasvědčuje tomu, že za pokles využití ropy může nárůst spotřeby jaderné energie, zemního plynu a obnovitelných zdrojů, zejména biopaliv.

Obr. č. 1 - Světová spotřeba primární energie na obyvatele v roce 2014 v toe (toe – tuna ropného ekvivalentu; 1 toe = 41,867 GJ)⁸



Obr. 1 znázorňuje celosvětovou spotřebu energie na jednoho obyvatele v roce 2014. Společnost se v dnešní době rozvíjí nerovnoměrně, tomu odpovídá i nepoměr mezi spotřebou energie a velikostí populace. Asi 20 % populace využívá až 80 % všech energetických zdrojů na světě. Z celosvětové spotřeby USA spotřebuje téměř 20 % ropy, i když počet obyvatel tvoří jen 5 % světové populace. Spotřeba fosilní energie v USA činí cca 300 % oproti spotřebě v rozvojových zemích.⁹

3.2 Spotřeba primární energie v České republice

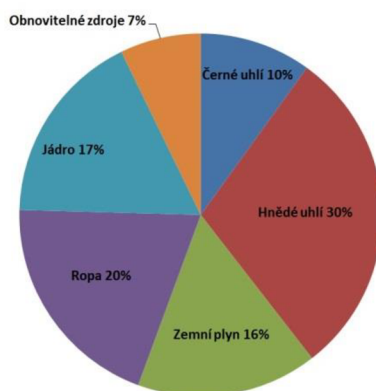
Primární energetické zdroje jsou v České republice pokryty téměř z 50 % domácími zdroji. Česká republika je tedy z 50 % soběstačná, což ji řadí mezi nejvíce soběstačné státy Evropské unie. Průměr se pohybuje kolem 60 %. Hlavní odvětví soběstačnosti České republiky je výroba tepla a elektrické energie.

⁸ Primary energy: review by energy type. www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>

⁹ Spotřeba energie a vývoj společnosti. [Vitejtenazemi](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_a_vyvoj_spolecnosti&site=energie) [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_a_vyvoj_spolecnosti&site=energie>

Česká republika ročně spotřebuje cca 1800 primárních energetických jednotek.¹⁰

Graf č. 3 - Spotřeba primární energie dle zdrojů v ČR v letech 2010 - 2013¹¹



Struktura primárních zdrojů užitých k výrobě elektřiny a dodávce tepla je dlouhodobě stabilní. K výrobě elektřiny a tepla je z větší části využito hnědé uhlí, jádro, černé uhlí. Výroba energie z obnovitelných zdrojů, i přes značné dotace v minulých letech, plně nenahradila spotřebu fosilních paliv.

3.3 Rozložení spotřeby energie v domácnostech

Spotřeba energií v domácnostech tvoří 25 % z celkové spotřeby energie v České republice. Tato spotřeba vykazuje od roku 1999 kolísavou tendenci. Kolísání spotřeby je zapříčiněno řadou faktorů. Se zvyšující se životní úrovní rostla vybavenost domácností moderními elektrospotřebiči. Naopak nárůst cen elektřiny a plynu vedl ke změně názorů na spotřebu energie a řada domácností se zaměřila na nákup úsporných elektrických spotřebičů, zateplení domů a pořízením úsporných zdrojů tepla. V poslední době je patrný nárůst využití obnovitelných zdrojů např. solární termické systémy, tepelná čerpadla, rekuperační jednotky atd.

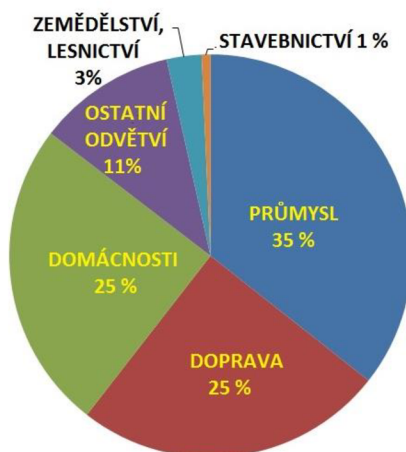
Na spotřebě energie českých domácností se odráží i nárůst počtu domácností a obytné plochy domů. Dle studie ministerstva životního prostředí bylo v roce 1991 v České republice

¹⁰ AKTUALIZACE STÁTNÍ ENERGETICKÉ KONCEPCE ČESKÉ REPUBLIKY [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/85476420-5469-46ab-a19f-51a0c97cae8d/AKTUALIZACE-STATNI-ENERGETICKE-KONCEPCE-CR.pdf?ext=.pdf>>

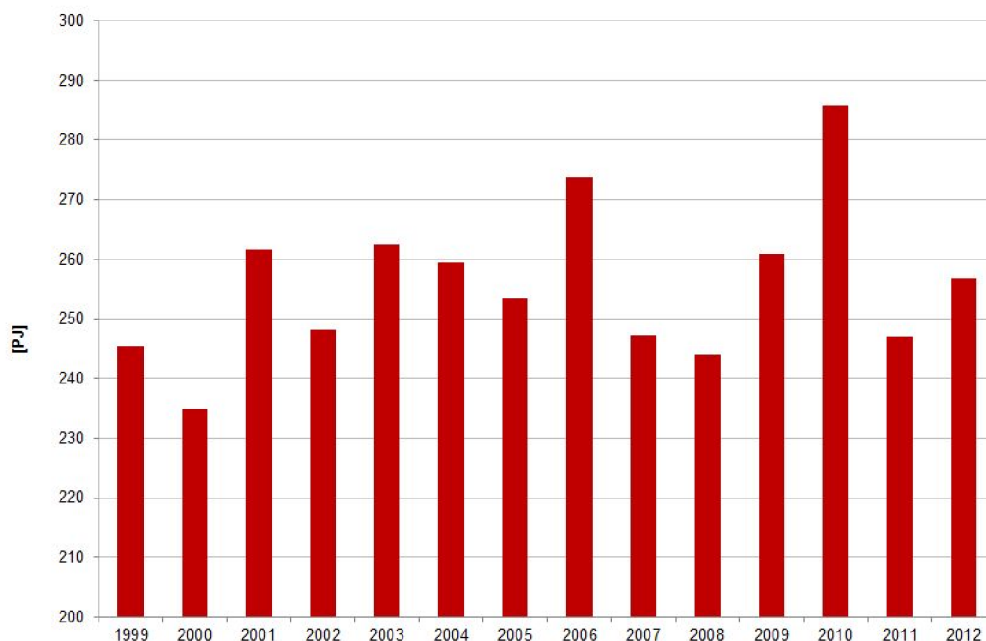
¹¹ Spotřeba energie v ČR [online]. ČSÚ [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_cr&site=energie>

přibližně 4 miliony domácností. Za 10 let se tento počet zvýšil o 230 tisíc. Obytná plocha se od sedmdesátých let zvýšila cca o polovinu.¹²

Graf č. 4 - Spotřeba primární energie podle sektorů v roce 2012¹³



Graf č. 5 - Vývoj spotřeby v domácnostech v České republice 2012 (PJ, 1 PJ = 1.10³⁰ J)¹⁴



¹² Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států. [Http://www.mzp.cz](http://www.mzp.cz) [online]. [cit.2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/umluva_o_dalkovem_znecistovani_ovzdusi_hranice>

¹³ Spotřeba energie v domácnostech. *Vítejtenazemi* [online]. CENIA [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_domacnostech&site=energie>

¹⁴ Spotřeba energie v ČR. *Vítejtenazemi* [online]. ČSÚ [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_cr&site=energie>

4 MEZINÁRODNÍ SMLOUVY V OBLASTI ZMĚNY KLIMATU A OVZDUŠÍ

První mezinárodní aktivity a diskuze na téma změny klimatu a kvality ovzduší proběhly v roce 1979, kdy se tento problém objevil na programu 1. Světové klimatické konference v Ženevě, kterou pořádala Světová meteorologická organizace (WMO) 13. listopadu 1979. Na této konferenci byla sjednána úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice státu. Celkem obsahuje 8 protokolů, např. protokol o snížení emisí síry přecházející hranice států nejméně o 30 % nebo protokol o snižování emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států atd. V současné době má úmluva celkem 51 smluvních stran, Česká republika je smluvní stranou od 1. ledna 1993.¹⁵

V roce 1992 byla na konferenci OSN o životním prostředí ve městě Rio de Janeiro přijata Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. Úmluva vstoupila v platnost dne 21. 3. 1994 a v roce 2009 byla podepsána 194 státy. Česká republika se přidala svým podpisem 7. 10. 1993. Zabývala se problematikou snižování emisí skleníkových plynů, vyrovnávání se s negativními dopady změny klimatu nebo finanční a technologickou podporou rozvojovým zemím. Základní dohodnuté principy:

- *„Principu mezigenerační spravedlnosti, tj. chránit klimatický systém ve prospěch nejen současné, ale i příštích generací.*
- *Principu společné, ale diferencované odpovědnosti, který říká, že ekonomicky vyspělé země nesou hlavní odpovědnost za rostoucí koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, přičemž jejich povinností je i poskytovat pomoc rozvojovým zemím.*
- *Principu potřeby chránit zejména ty části planety, které jsou více náchylné na negativní dopady změn klimatického systému, tj. především těch zemí, které jsou v rámci svého hospodářského vývoje a geografického umístění zranitelnější.*
- *Principu tzv. předběžné opatrnosti, tj. nutnosti neodkládat řešení problému, a to ani v tom případě, že doposud nelze některé důsledky změny klimatu přesně kvantifikovat.“¹⁶*

¹⁵ Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. Mzp [online]. Praha: mzp [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu>

¹⁶ Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. Mzp [online]. Praha: mzp [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu>

V prosinci roku 1997 přijalo úmluvě 190 smluvních stran, včetně České republiky, k Rámcové dohodě tzv. „Kjótský protokol.“ Hlavní cíle protokolu :

- *„Snížení emisí skleníkových plynů nejméně o 5,2 % do konce prvního kontrolního období (2008 – 2012) ve srovnání se stavem v roce 1990.“¹⁷*

V té době se ke smlouvě nepřipojily některé rozvojové státy např. Čína, Indie a Brazílie nebo také průmyslová velmoc USA. Hlavní cíl se tedy nenaplnil, naopak v období mezi léty 2000 – 2008 se emise CO₂ zvýšily o 29 %.

V prosinci 2012 se v Duhá konala osmnáctá konference smluvních stran, kde bylo potvrzeno pokračování Protokolu v rozmezí let (2013 – 2020). Hlavním cíle pro toto období:

- *„Snížení emisí skleníkových plynů nejméně o 20 % ve srovnání se stavem v roce 1990.“¹⁸*

Střízlivý odhad však činí snížení o pouze 15 %. V letech 2009 – 2014 proběhla řada dalších konferencí např. v Kodani, Durbanu nebo v roce 2014 ve Varšavě.¹⁹

V prosinci 2015 se v Paříži konala konference smluvních stran Rámcové úmluvy OSN s pořadovým číslem 21. Na závěr této klimatické konference schválilo 195 smluvních stran Pařížskou dohodu, která navazuje na „Kjótský protokol“ a stanovuje závazky všech těchto stran, včetně největších producentů skleníkových plynů jako je Čína, USA či Indie. Účel dohody je popsán v jejím článku č. 2 odst. 1)

- *„Udržení nárůstu průměrné globální teploty výrazně pod hranici 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí a úsilí o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí, a uznání, že by to výrazně snížilo rizika a dopady změny klimatu.“*
- *Zvyšování schopnosti přizpůsobit se nepříznivým dopadům změny klimatu a posilování odolnosti vůči změně klimatu a nízkoemisního rozvoje způsobem, který neohroží produkci potravin.“*
- *Sladění finančních toků s nízkoemisním rozvojem odolným vůči změně klimatu.“²⁰*

¹⁷ Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. *Mzp* [online]. Praha: mzp [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol>

¹⁸ Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. *Mzp* [online]. Praha: mzp [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol>

¹⁹ Klimatická konference v Paříži 2015. [Http://www.euractiv.cz/](http://www.euractiv.cz/) [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <<http://www.euractiv.cz/energetika/link-dossier/klimaticka-konference-v-parizi-2015-cop21-000137>>

²⁰ Pařížská dohoda. *Pařížská dohoda* [online]. Praha: mzp, 2015, s. 2 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf)>

K naplnění cílů dohody je ve smlouvě stanoveno, že každá ze smluvních stran přijme konkrétní závazky např.

- Přijme národní přístupy a odpovídající opatření ke zmírnění změny klimatu
- Ve stanovených termínech sdělí podrobné informace o svých přístupech a přijatých opatřeních
- S ostatními smluvními stranami bude koordinovat hospodářské a správní nástroje k dosažení cíle dohody.

Konečnou podobu dohody podepsali zástupci 175 zemí dne 22. dubna 2016 v New Yorku. Za Českou republiku dohodu podepsal ministr životního prostředí Richard Brabec. K účinnosti dohody je nutná ratifikace 55 zeměmi produkující minimálně 55 % globálních emisí. V současné době tak učinilo nejméně 15 států a mnohé státy přislíbily smlouvu ratifikovat v brzké době. Lze tedy předpokládat, že smlouva vejde v platnost dříve než v roce 2020, což je původní termín.²¹

Dohoda se vztahuje na všechny státy, vyspělé i rozvojové a ukládá stanovit si vnitřní redukční příspěvky a tyto plnit. Na rozdíl od „Kjótského protokolu“, který redukční závazky vztahuje pouze na vyspělé státy.

4.1 Hlavní cíle v oblasti klimatu EU

„Evropská unie si stanovila cíle v oblasti energetiky a oblasti klimatu pro rok 2020, 2030 a 2050.

Cíle pro rok 2020:

- *„Snížit emise skleníkových plynů oproti roku 1990 alespoň o 20 %*
- *Získávat 20 % energie z obnovitelných zdrojů*
- *Zvýšit energetickou účinnost o 20 %²²*

Cíle pro rok 2030:

- *Snížit emise skleníkových plynů o 40 %*
- *Minimálně 27 % energie v EU z obnovitelných zdrojů*
- *Zvýšit energetickou účinnost o 27–30 %*

²¹ Pařížská dohoda [online]. Praha: mzp, 2015 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf)

²² Energetika. Europa [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: http://europa.eu/pol/ener/index_cs.htm

- *Propojit elektrické rozvodné soustavy tak, aby bylo možné 15 % elektřiny vyrobené v EU dopravit do jiných zemí EU“²³*

Cíle pro rok 2050:

- *Snížit emise skleníkových plynů oproti hodnotám z roku 1990 o 80–95 %*
- *Udržení nárůstu průměrné globální teploty výrazně pod hranicí 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí a úsilí o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí, a uznání, že by to výrazně snížilo rizika a dopady změny klimatu.“²⁴*

4.2 Naplňování závěru konferencí OSN o změně klimatu

K naplňování závěrů a konkrétních cílů Konferencemi OSN o změně klimatu jsou orgány Evropské unie (Evropský parlament a Rada Evropy) přijímány „Směrnice“, např. k dodržení závazků „Kjótského protokolu“ byla Evropským parlamentem a Radou přijata Směrnice 2010/31/EU z 19. května 2010 o energetické náročnosti budov.

Směrnice zavazuje jednotlivé členské státy Evropské unie k převzetí jednotlivých Směrnic do svého právního řádu. Členské státy disponují určitou volností ve výběru prostředků a metod, které k implementaci použijí. Rozhodující je dosažení cíle, který Směrnice stanoví. Ve Směrnici je obvykle stanovena lhůta do kdy mají členské státy Směrnici do svého právního řádu zařadit. Zpravidla se jedná o rozmezí šesti měsíců až dvou let.

V rámci České republiky vláda ČR nejdříve vyjeví politickou vůli k dosažení cílů uložených Směrnici EU např. ve formě „Schválení energetické koncepce“ (SEK) a následně vypracuje návrh konkrétního zákona, kterým sleduje realizaci úkolů uložených Směrnici.

V oblasti nakládání s energiemi je průběh realizace následující:

Dne 18. května 2015 schválila vláda ČR Státní energetickou koncepci jako strategický dokument vyjadřující cíle státu v nakládání s energií na následujících 25 let. Návrh SEK pak vláda předkládá Parlamentu ČR. Vyhodnocováním plnění koncepce je pověřeno Ministerstvo průmyslu a obchodu, které vyhodnocení provádí jedenkrát za 5 let.

Základní zákonnou normou v oblasti hospodaření s energií je zák. č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a související předpisy. Tento zákon byl postupně novelizován.

²³ Energetika. *Europa* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://europa.eu/pol/ener/index_cs.htm>

²⁴ Energetika. *Europa* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://europa.eu/pol/ener/index_cs.htm>

Novelizacemi vláda reaguje na nově ukládané úkoly ze strany orgánů EU a na nové technické možnosti v naplňování cílů v oblasti nakládání s energií.

Základní prováděcí normou jsou pak vyhlášky. Pro danou oblast jsou nejvýznamnější vyhl. č. 78/2012 Sb. o energetické náročnosti budov, vyhl. č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku, vyhl. č. 194/2013 Sb. o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie a vyhl. č. 118/2013 Sb. o energetických specialistech.²⁵

4.3 Státní energetická koncepce ČR

Vláda ČR dne 18. května 2015 svým usnesením schválila aktualizovanou Státní energetickou koncepci. Hlavním cílem dokumentu je jasně popsat priority a strategické záměry státu v rámci sektoru energetiky na následujících 25 let. Aktualizace Státní energetické koncepce z roku 2004 má odrážet nově formulovanou klimaticko-energetickou politiku EU a dynamický vývoj energetické politiky v ostatních evropských státech. Dalším důvodem je nasměrování vývoje energetického mixu České republiky na dalších 30 let.

Poslání a rámec Státní energetické politiky:

„Hlavním posláním Státní energetické koncepce (SEK) je zajistit spolehlivou, bezpečnou a k životnímu prostředí šetrnou dodávku energie pro potřeby obyvatelstva a ekonomiky ČR, a to za konkurenceschopné a přijatelné ceny za standardních podmínek.“²⁶

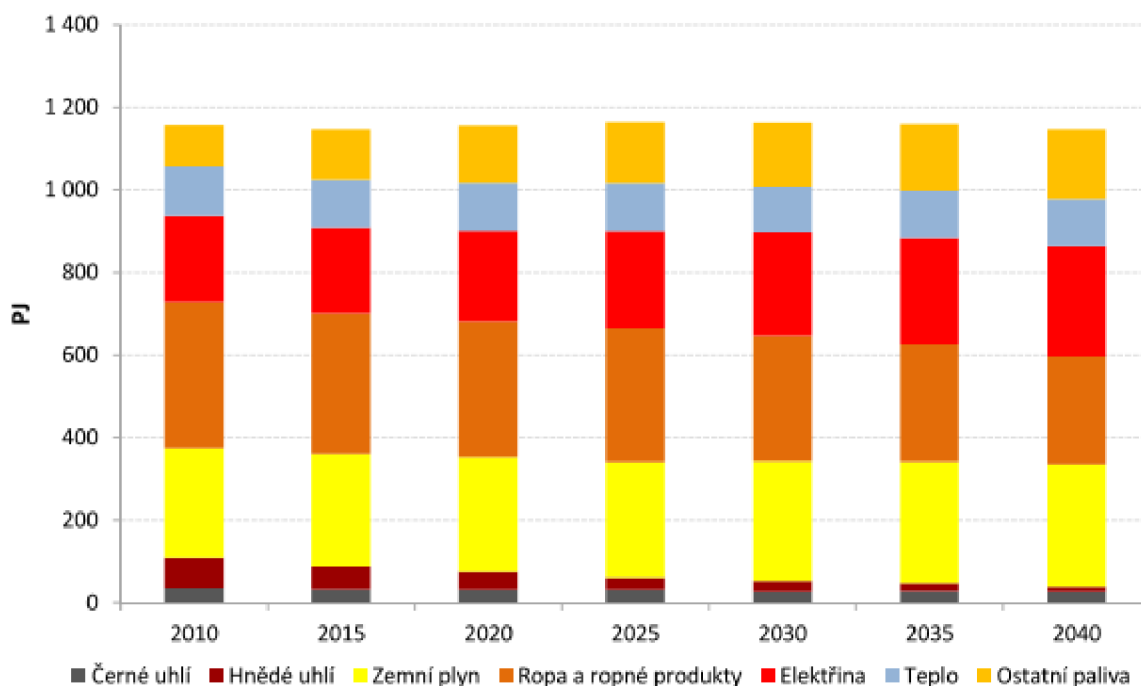
Při popisování současného vývoje energetiky v globálním měřítku bylo nutno brát v úvahu vysokou míru nejistot z hlediska politického a ekonomického rozvoje technologií a požadavků na ochranu životního prostředí a klimatu. Zohledňuje efektivní využití domácích energetických zdrojů a surovin. Za účelem vyjádření budoucího vývoje energetického sektoru v ČR bylo za použití bilančního modelu zkoumáno množství alternativních scénářů.

Diplomová práce je zaměřena pouze na vybrané oblasti, které mají vztah k problematice energetiky domácností.

²⁵ Státní energetická koncepce České republiky [online]. Praha: mpo, 2015 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument158012.html>

²⁶ Státní energetická koncepce České republiky [online]. Praha: mpo, 2015 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument158012.html>

Graf č. 6 - Vývoj a struktura konečné spotřeby energie (PJ, 1 PJ = 1.10³⁰ J)²⁷

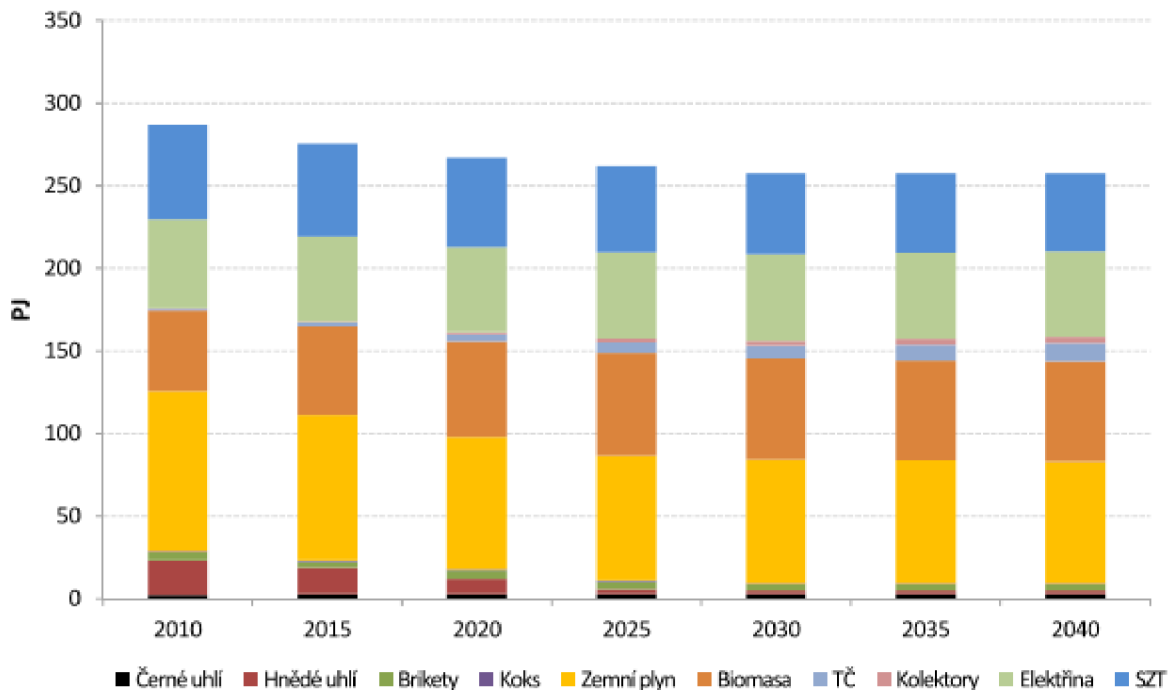


„Celková výše konečné spotřeby energie zaznamenává v celém sledovaném období pouze mírný růst, což s respektováním předpokládaného vývoje HDP svědčí o uplatňování politiky úspor energie. Ve struktuře konečné spotřeby je dále patrný téměř úplný odklon od hnědého uhlí, které je, hlavně v lokálních topeništích, zdrojem emisí s negativním účinkem na zdraví. U plynu se očekává mírný růst spotřeby spolu se změnou její vnitřní struktury (pokles spotřeby na teplo v domácnostech a mírný růst spotřeby průmyslu). Pro celé predikované období je předpokládán výraznější rozvoj plynu i v sektoru dopravy. Přestože se v domácnostech v řadě případů budou nahrazovat tuhá paliva zemním plynem, spotřeba nebude významně stoupat a, to z důvodů vyšší energetické efektivity budov.“²⁸

²⁷ Státní energetická koncepce [online]. Praha: mpo, 2014, s. 101 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.mpo.cz/dokument158012.html>>

²⁸ Státní energetická koncepce [online]. Praha: mpo, 2014, s. 102 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.mpo.cz/dokument158012.html>>

Graf č. 7 - Vývoj a struktura konečné spotřeby energie v domácnostech (PJ, 1 PJ = 1.10³⁰ J)²⁹



V této oblasti SEK předpokládá, že bude docházet k záměně elektrického vytápění a přípravy teplé užitkové vody obnovitelnými zdroji. Ke snížení spotřeby zemního plynu přispěje další zateplování budov. Největší úspory ve spotřebě elektrické energie se očekávají ve snižování měrné spotřeby „velkých spotřebičů.“ Na snižování celkové spotřeby elektrické energie se významně bude podílet i zvyšování účinnosti spotřebičů. Celkově bude klesat měrná spotřeba energie na jednu domácnost.

Vyhodnocením vývojových trendů prezentovaných pomocí grafů je patrný dopad vlivu zateplování budov na snižování energetické náročnosti. Následně dojde ke snížení finančních nákladů a výdajů na domácnost.

²⁹ Státní energetická koncepce [online]. Praha: mpo, 2014, s. 101 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.mpo.cz/dokument158012.html>>

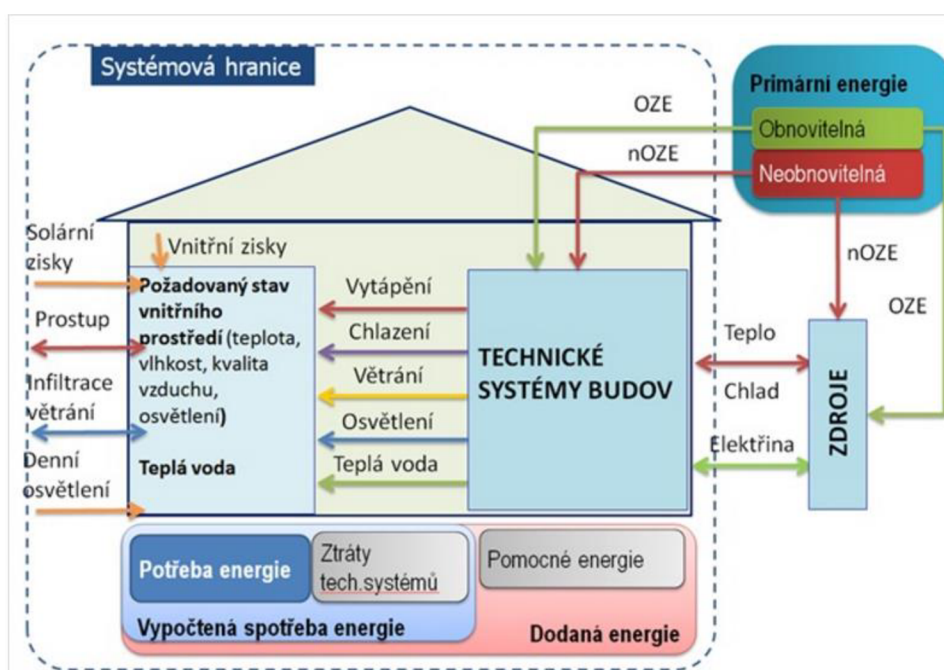
5 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

5.1 Úvod

Pojem energetická náročnost budov je přesně definován v zákoně č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.

„Energetickou náročností budovy vypočtené množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení.“³⁰

Obr. č. 2 - Princip výpočtu energetické náročnosti budov



Česká republika zpracovává směrnice Evropského parlamentu a Rady EU do vnitrostátních právních norem postupně a to formou zákonů a prováděcích vyhlášek. Tímto legislativním procesem současně naplňuje závazky vyplývající z mezinárodních konferencí, které se vážou ke změnám klimatu. Diplomová práce je zaměřena jen na oblasti vztahující se k energetické náročnosti budov.

Původní směrnice EP a Rady EU 2002/91 ze dne 16. prosince 2002 o energetické náročnosti budov stanovila hodnocení budovy z hlediska jejich tepelných vlastností, zařízení pro vytápění, klimatizační větrání a chlazení, umělé osvětlení a provoz spotřebičů.

³⁰Zákon o hospodaření energií č. 406/2000 [online]. Praha, 2000, § 2 odst. 1 písm. f) [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>>

Tato původní směrnice byla z důvodů přehlednosti a zapracování nových změn přepracována směrnicí EP a Rady 2010/31/EU z 19. května 2010. Hlavním důvodem k revizi bylo zapracování záměru dosáhnout v roce 2020 snížení spotřeby energie o 20 %, snížení emise skleníkových plynů o 20 % a také zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na 20 % celkové výroby energie v Evropě v porovnání s rokem 1990. Konkrétní změny se týkaly např. zohlednění tepelných mostů, přirozené a nucené větrání, tepelnou kapacitu, místní podmínky slunečního svitu.³¹

Začlenění popisovaných norem evropského práva bylo v rámci České republiky realizováno zákonem č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií v platném znění.

Zákon upravuje základní oblasti: Energetická koncepce, Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie, Některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie. Poslední jmenovaná oblast konkretizuje mimo jiné snižování energetické náročnosti budov, popisuje průkaz energetické náročnosti budov, energetických štítků, energetických auditů a posudků.

K předmětu diplomové práce, rekonstrukce dokončené stavby, zákon ukládá stavebníkovi v § 7 odst. 2) povinnost plnit požadavky na energetickou náročnost budovy dle prováděcí vyhlášky tedy vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. V praktické části diplomové práce byly dodrženy povinnosti, které tato vyhláška ukládá stavebníkovi.³²

5.2 Legislativa

Výčet aktuálně platných a novelizovaných legislativních podkladů:³³

- Vyhláška MPO č. 480/2012 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického posudku
- Zákon č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií
- Vyhláška MPO č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
- Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

³¹ Revize evropské směrnice 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. *Tzb-info* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6739-revize-evropske-smernice-2002-91-es-o-energeticke-narocnosti-budov>>

³² *Zákon o hospodaření energií č. 406/2000* [online]. Praha, 2000, § 2 odst. 1 písm. f) [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>>

³³ *Zakonyprolidi* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/>>

- Vyhláška MPO č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.
- ČSN EN 15 665 – změna Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- ČSN 73 0540-1 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN EN ISO 13789 (73 0565) Tepelné chování budov – Měrná ztráta prostupem tepla – Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 6946 (73 0558) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 13370 (73 0559) Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody
- ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov
- Směrnice MŽP č. 2/2015 o poskytování finančních prostředků z programu Nová zelená úsporám včetně příloh v aktuálním znění
- TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

5.3 Základní terminologie³⁴

- *Tepelný tok*

„ Φ [W], množství tepla, které proudí do nebo ze systému (prostoru) za jednotku času. Zahrnuje všechny složky šíření tepla.

- *Součinitel tepelné vodivosti*

λ [W/(m.K)], schopnost stejnorodého, isotropního materiálu při dané střední teplotě vést teplo, je dán vztahem:

$$\lambda = \frac{q}{-\text{grad}\theta}$$

³⁴ ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie. 2005.

q = vektor hustoty ustáleného tepelného toku sdíleného vedením, proudícího stejnorodým isotropním materiálem [W/m^2]

$grad \theta_1$ = gradient teploty [W/m]

- *Měrná tepelná kapacita*

c [$J/(kg.K)$], množství tepelné energie, kterou je třeba dodat při stálém tlaku, vzorku materiálu o definované vlhkosti a hmotnosti 1 kg, aby se jeho teplota zvýšila o 1 K, je definována vztahem:

$$c = \frac{E}{m \cdot \Delta\theta}$$

E = tepelná energie [J]

m = hmotnost [kg]

$\Delta\theta$ = přírůstek teploty [K]

- *Součinitel teplotní vodivosti*

a [m^2/s], schopnost stejnorodého materiálu o definované vlhkosti vyrovnávat rozdílné teploty při neustáleném vedení tepla, je dán vztahem:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$$

ρ = objemová hmotnost ve stavu [$kg/(m^3)$]

λ = součinitel tepelné vodivosti [$W/(m.K)$]

c = měrná tepelná kapacita [$J/(kg.K)$]

- *Tepelný odpor konstrukce*

R [$m^2.K/m$], tepelně izolační vlastnost vrstvy materiálu, popř. nestejnorodé vrstvy materiálu, popř. stavební konstrukce dané tloušťky, je definován vztahem:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

d = tloušťka vrstvy, tloušťka vrstvy v konstrukci [m]

λ = součinitel tepelné vodivosti [$W/(m.K)$]

- *Odpor konstrukce při prostupu tepla*

R_T [$m^2 \cdot K/m$], úhrnný tepelný odpor bránící výměně tepla mezi prostředními oddělenými od sebe stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, je definován vztahem

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

R_{si} = odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]

R = odpor konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]

R_{se} = odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]

- *Součinitel prostupu tepla*

U_T $W/(m^2 \cdot K)$], celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředními vzájemně oddělenými konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami.

$$U_T = \frac{1}{R_T}$$

R_T = odpor konstrukce při prostupu tepla [$m^2 \cdot K/W$]

5.4 Způsob hodnocení - PENB

Průkaz energetické náročnosti budov vychází z evropské Směrnice 200/91/ES. Do současné podoby byl několikrát změněn a upravován. Poslední úprava vychází z ustanovení § 7 zák. č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.

Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků je povinen plnit požadavky na energetickou náročnost budovy, což dokládá zpracováním PENB. Průkaz řeší veškeré energie v budově, včetně energetické náročnosti systémů vytápění, přípravy teplé užitkové vody, chlazení, klimatizace, osvětlení a případně využití obnovitelných zdrojů energie. Energetická náročnost budovy je vyjádřena množstvím dodané energie.³⁵

Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek má povinnost zajistit zpracování PENB zejména dle:

³⁵ *Energetická náročnost budov* [online]. EkoWATT. Praha, 2009, s. 9 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>>

§ 7a/1

- při výstavbě nových budov nebo při větších změnách dokončených staveb
- u budov používaných orgánem veřejné moci od 1. července 2015 s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m²

§ 7a/2

- při prodeji budovy nebo ucelené části budovy
- při pronájmu budovy
- od 1. ledna 2016 při pronájmu ucelené části budovy

§ 7a písm. d, e) povinnost předat grafickou část PENB v případě prodej nebo pronájmu budovy prostřednictvím zprostředkovatele nebo formou inzerátu.

Konkrétní podobu PENB upravuje vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Zavádí nový pojem referenční budova, podle níž se stanovila nová metodika výpočtu. Vyhláška tento pojem definuje takto:

„Referenční budovou výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy.“³⁶

Výhoda oproti předchozímu způsobu hodnocení, který za hlavní kritérium považoval jednu hodnotu (roční potřeba energie na 1m² podlahové plochy) spočívá v zavedení dalších 7 ukazatelů energetické náročnosti, které vyhláška definuje. Spadají sem tyto ukazatele:⁷

- Celková primární energie za rok

„Primární energii je energie, která neprošla žádným procesem přeměny. Celková primární energie je součtem obnovitelné a neobnovitelné primární energie.“³⁷

³⁷ Vyhláška č. 78/2013 Sb., § 2 písm. j), o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů

- Neobnovitelná primární energie za rok

„Neobnovitelná primární energie je energie pocházející z neobnovitelných zdrojů energie. Za neobnovitelný zdroj je obvykle považován takový zdroj energie, jehož vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let, ale jeho případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle. Typickými příklady neobnovitelných zdrojů energie především fosilní paliva jsou uhlí, ropa, zemní plyn a rašelina. Dále sem patří jaderná energie, protože přirozené přírodní zásoby štěpných materiálů jsou taky vyčerpatelné.

Celková neobnovitelná primární energie se stanoví jako součet součinů dodané energie, v rozdělení po jednotlivých energonositelích a příslušných faktorů primární energie uvedených v příloze č. 3 vyhlášky 78/2013 Sb. “³⁸

Tab. č. 1- Hodnoty faktoru celkové primární a neobnovitelné primární energie pro hodnocenou budovu podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., příloha č. 3

Ergonositel	Faktor celkové primární energie (-)	Faktor neobnovitelné primární energie (-)
Zemní plyn	1,1	1,1
Elektrina	3,2	3,0
Energie okolního prostředí (elektrina a teplo)	1,0	0,0

- Celková dodaná energie za rok

„Dodaná energie je součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie. Pomocnou energií je energie potřebná pro provoz technických systémů. “³⁹Výpočet celkové dodané energie a dílčích dodaných energií se provede výpočtovou metodou s intervalem výpočtu nejvýše jednoho měsíce a po jednotlivých zónách. Celková dodaná energie do budovy se stanoví součtem dílčích dodaných energií a vyjádří se po jednotlivých energonositelech. “⁴⁰

- Dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok

Vyhláška rozlišuje celkem 6 dílčích dodaných energií (na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení). Jako příklad uvedu dílčí energii na vytápění.

³⁸ www.tzb-info.cz [online], 2015 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>>

³⁹ Vyhláška č. 78/2013 Sb., § 2 písm. i), o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů

⁴⁰ Vyhláška č. 78/2013 Sb., § 4 odst. 2,3), o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů

„Dílčí dodaná energie na vytápění se stanoví jako součet vypočtené spotřeby energie na vytápění a pomocné energie na provoz technického systému pro vytápění podle české technické normy pro výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení (ČSN EN ISO 13 790) a české technické normy pro tepelné soustavy v budovách s využitím hodnot typického užívání budov (ČSN EN 15316-1).“⁴¹

- Průměrný součinitel prostupu tepla

„Jedná se o hodnotu, která popisuje tepelně technické vlastnosti všech stavebních konstrukcí, které tvoří obálku budovy. Zjednodušeně řečeno se jedná o vážený průměr součinitelů prostupu tepla všech ochlazovaných konstrukcí. Postup výpočtu stanovuje norma ČSN 73 0540-4:2005, Tepelná ochrana budov: Výpočtové metody. Požadavky na tento součinitel stanovuje norma v ČSN 730540-2:2011, Tepelná ochrana budov: Požadavky.“⁴²

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}, \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

H_T = je měrný tepelný tok prostupem tepla budovy nebo její části ve W/K

A = je celková plocha konstrukcí ohraničujících vytápěný objem budovy nebo její části v m^2

Průkaz energetické náročnosti budov se skládá ze dvou částí:

Protokolu PENB - formou vyplněného formuláře popisuje účel zpracování průkazu, identifikační údaje budovy, údaje o provozovateli, vlastníku, dále typ budov, informace o stavebních prvcích, konstrukcích a technických systémech, energetickou náročnost hodnocené budovy. Posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie. Doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy při větší změně dokončené budovy. Na závěr doba platnosti průkazu, identifikační údaje energetického specialisty, který PENB vypracoval a datum vyhotovení.

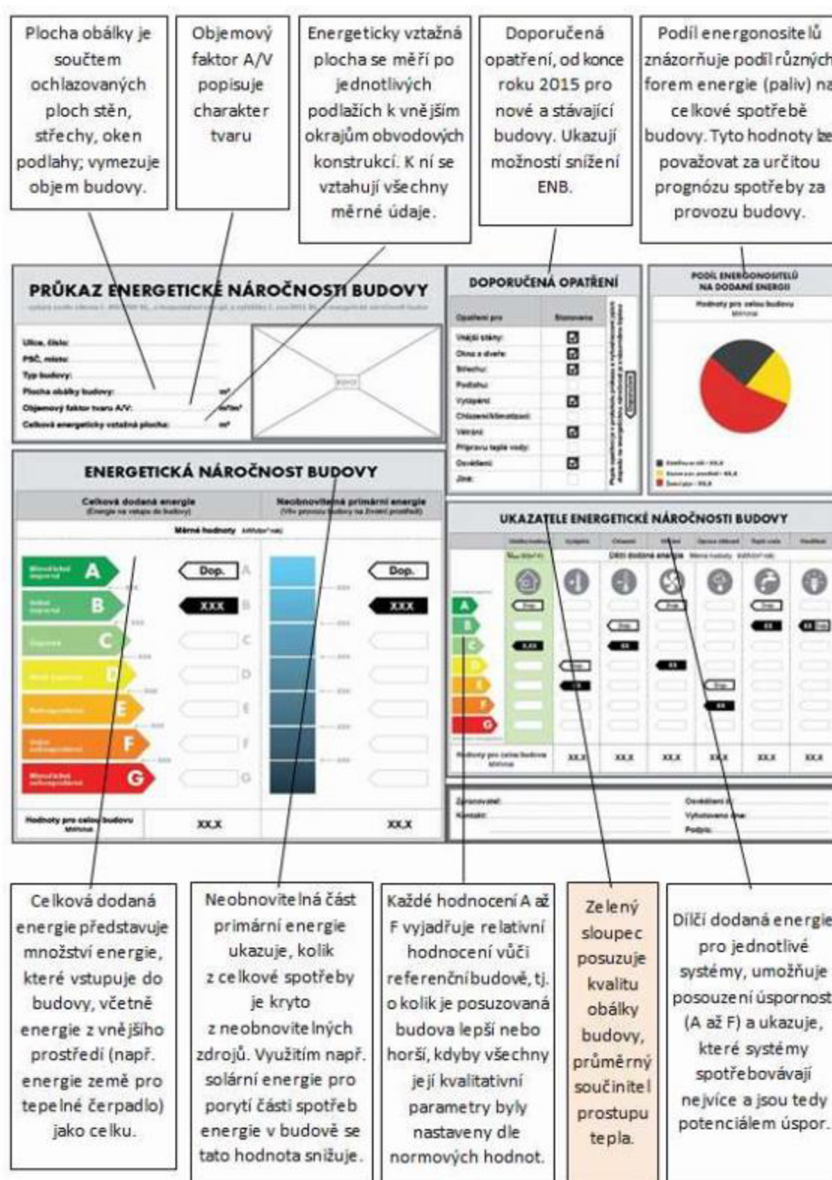
Textová část PENB obsahuje hodnoty stavebních prvků, konstrukcí a technických systémů vstupujících do výpočtu včetně požadavků vyhlášky, tak i výsledky výpočtů to je hodnoty všech ukazatelů energetické náročnosti jak pro hodnocenou, tak pro referenční budovu.

⁴¹ Vyhláška č. 78/2013 Sb., § 4 odst. 4), o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů

⁴² www.zelenausporam.cz [online], 2015 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <<http://www.zelenausporam.cz/sekce/560/2/slovnicek-pojmu/technicke-termíny>>

Grafické znázornění - obsahuje údaje k identifikaci osoby, která průkaz vypracovala, údaje k hodnocené budově, barevnou stupnici klasifikačních tříd A až G, energetickou náročnost hodnocené budovy a její zařazení do klasifikační třídy při bilančním hodnocení a po provedení doporučených opatření, měrné hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy vztažené na energeticky vztažnou plochu.⁴³

Obr. č. 3 - Obsah současné formy grafické podoby PENB⁴⁴



Průkaz má platnost 10 let ode dne data vyhotovení nebo do provedení větší změny dokončené budovy, pro kterou byl zpracován.

⁴³ Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov [online]. 2013, § 9 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>>

⁴⁴ RUBINOVÁ, PH.D. Ing. Olga. *Energetické hodnocení budov* [online]. mpo, 2014 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <www.mpo-efekt.cz/upload/./4582_sfvut_bmo_energeticke-hodnoceni-budov.pdf>

Průkaz je oprávněn vypracovat pouze příslušný energetický specialista, který je ustanoven Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR.

5.5 Způsob hodnocení – Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy a protokol k tomuto štítku jsou dokumenty, kterými je možno doložit splnění požadavku na energetickou náročnost budovy dle ČSN 73 0540 – 2/2011 tepelná ochrana budov: požadavky. Energetická náročnost je vyjadřovaná pomocí průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy U_{em} . Protokol k energetickému štítku dokladuje vliv jednotlivých obalových konstrukcí na energetickou náročnost budovy a lze z něho zjistit i možnosti zlepšení energetické bilance budovy. Energetický štítek obálky budovy neudává komplexní údaje o energetické náročnosti budovy, ale pouze o vlastnostech obálky, tedy souhrnu všech stavebních konstrukcí, které oddělují budovu od venkovního prostředí.⁴⁵

Uvedená ČSN stanovuje požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Součinitel prostupu tepla je veličina, která se může skládat z více materiálů o různých vlastnostech a funkcích. Čím menší je hodnota součinitele prostupu tepla, tím lepší jsou izolační vlastnosti konstrukce. Dle ČSN 730540 – 02/2011 tepelná ochrana budov: požadavky se zařazení do klasifikačních tříd provádí porovnáním vypočítaného průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} s normou požadovanou hodnotou průměrného součinitele tepla U_{em} . Hranici mezi jednotlivými klasifikačními třídami určuje hodnota klasifikačního ukazatele CI. Ke splnění požadavku ČSN musí být klasifikační ukazatel $CI < 1$. Musí tedy spadat do klasifikační třídy A – C. Klasifikační třída A odpovídá tzv. pasívním domům a třída B náleží nízkoenergetickým domům. Klasifikační třída C je dále rozdělena na třídu C 1 budova pak vyhovuje doporučené úrovni součinitele prostupu tepla a třída C 2 vyhovuje požadované úrovni součinitele prostupu tepla. Třídy D až E odpovídají průměrnému stavu stavebního fondu České republiky do roku 2006.⁴⁶

Energetický štítek obálky budovy se skládá z protokolu k energetickému štítku obálky budovy a grafickému vyjádření EŠOB. Protokol obsahuje identifikační údaje, charakteristiku budovy, charakteristiku konstrukcí, stanovení prostupu tepla, klasifikační třídy a stanovení úrovně. Grafická podoba energetického štítku budovy obsahuje o posuzované

⁴⁵ Energetický štítek obálky budovy. *Dashofer* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.dashofer.cz/download/pdf/npd/npd_4_2_2.pdf>

⁴⁶ HUDCOVÁ A KOL., Lenka. *Energetická náročnost budov* [online]. Praha: EkoWATT, 2009, s. 9 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.ekowatt.cz/cz/publikace/Energeticka-narocnost-budov>>

budově, které klasifikační třídy budova dosáhla, průměrný součinitel prostupu tepla, objemový faktor tvaru a hodnoty hranic klasifikačních tříd, dobu platnosti průkazu a kdo průkaz zpracoval.

Obr. č. 4 - Energetický štítek obálky budovy - vzor⁴⁷

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		Rodinný dům			Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		25 66484, Újezd u Rosic				
Katastrální území:		774006				
Parcelní číslo:		151				
Celková podlahová plocha $A_e = 291,64 \text{ [m}^2\text{]}$					stávající	doporučení
<p>CI velmi úsporná</p> <p>0,50 A</p> <p>0,75 B</p> <p>1,00 C</p> <p>1,50 D</p> <p>2,00 E</p> <p>2,50 F</p> <p>G mimořádně neekonomická</p>						
KLASIFIKACE					D	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_e/A_e$					0,40	-
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,n} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$					0,39	-
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,20	0,29	0,39	0,59	0,78	0,98
Platnost štítku do (datum):				25.5.2026 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:				Ing Jiří Stromecký		

Uvedená ČSN platí pro nové budovy a pro stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončovaných budov, nevztahuje se např. na budovy velkoplošně otevřené, nafukovací haly a dále na budovy památkově chráněné.

⁴⁷ Energetický štítek obálky budovy. *Stavební-fyzika* [online]. Dekpartner [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://stavebni-fyzika.cz>>

Technická norma ani žádné další předpisy neupravují, kdo může EŠOB vypracovat. Zhotovit jej tedy může kdokoliv, kdo zvládne metodiku výpočtu.

5.6 Způsob hodnocení – Energetický audit

Energetický audit je dokument zpracovaný dle zák. č. 406/2000 Sb. a vyhl. č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku. Jedná se o soubor energetických stavebně technických informací o energetickém hospodářství, které vyhodnocují momentální energetickou náročnost budovy a náklady na provoz. Také se využívají pro návrh dalších variant řešení, které přinesou úspory v provozních energiích a zároveň nezvýší ekologickou zátěž. Dále se zde zohledňuje ekonomická návratnost plánovaných investic spolu s účetní a faktickou návratností.

Energetický audit je nejčastěji vyžadován jako podklad pro získání informací ke snížení nákladů na provoz objektu. Důvody jsou uvedeny v zák. č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a rozsah energetického auditu ve vyhl. č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku takto:

- Fyzickým a právnickým osobám vzniká povinnost, pokud hodnota celkové spotřeby energie jejich budovy nebo energetického hospodářství dosáhne výše 35 000 GJ, jako součet za všechny budovy a týká se pouze objektů, které mají spotřebu energie vyšší než 700 GJ za rok.
- Organizačním složkám státu, organizačním složkám obcí a krajů vzniká povinnost pokud, hodnota celkové spotřeby energie jejich budov nebo energetického hospodářství dosáhne výše 1500 GJ za rok a to jako součet za všechny budovy a týká se pouze objektů, které mají spotřebu energie vyšší než 700 GJ za rok.⁴⁸

Energetický audit je rovněž vyžadován jako součást žádosti o dotace z Evropských dotačních fondů.

Vypracování energetického auditu vyžaduje skloubení znalosti stavebně technické se znalostmi tepelných prostupů konstrukcemi, solární příjmy v rámci slunečního svitu, energetické náklady v různých kategoriích energií použitých nejen pro provoz, ale i pro vytápění, chlazení a ohřev teplé vody. Pracuje se i s technologiemi z obnovitelných zdrojů, kogeneračními jednotkami a jednotkami pro zpětné využití odpadního tepla. Vzhledem k vysokým nárokům kladených na zpracovatele energetického auditu je zjevné, že se musí

⁴⁸ Vyhl. č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku [online]. 2012, § 2 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>>

jednat o odborně způsobilou osobu a to energetického specialistu s autorizací MPO ČR. (§ 10 odst. 1 písm. a) zák. č. 406/2000 Sb.)⁴⁹

6 DOTAČNÍ PROGRAMY V OBLASTI ENERGETICKÝCH ÚSPOR

Od roku 2009 do současnosti probíhá již třetí etapa dotačních programů „Zelená úsporám“ a „Nová zelená úsporám“. Současný program Ministerstva životního prostředí administrovaný Státním fondem životního prostředí České republiky pod názvem Nová zelená úsporám je zaměřený na úspory energie a obnovitelné zdroje energie v rodinných domech a bytových domech.

Dotační program zaměřený na rodinné domy zahrnuje tři základní oblasti:

- **A.** Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů: dotace na zateplení obálky budovy – výměnu oken a dveří, zateplení obvodových stěn, střechy, stropu, podlahy. Podporována jsou dílčí i komplexní opatření
- **B.** Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností: dotace na výstavbu nových rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností
- **C.** Efektivní využití zdrojů energie: dotace na výměnu neekologického zdroje tepla (spalující uhlí, koks, uhelné brikety) za efektivní ekologicky šetrné zdroje (např. kotel na biomasu, tepelné čerpadlo, plynový kondenzační kotel) nebo napojení na soustavu zásobování teplem s vyšším než 50 % podílem obnovitelných zdrojů energie, na výměnu elektrického vytápění za systémy s tepelným čerpadlem, na instalaci solárních technických a fotovoltaických systémů, na instalaci systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu⁵⁰

V praktické části diplomové práce byla využita kombinace oblastí podpory A + C.

⁴⁹ Energetický audit. *Audit-nemovitosti* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.audit-nemovitosti.cz/energeticky-audit.aspx>>

⁵⁰ 3. výzva pro rodinné domy - obecné informace. *Novazelenausporam* [online]. mzp [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/>>

7 KATEGORIZACE RODINNÝCH DOMŮ DLE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Základní dělení domů s nízkoenergetickou náročností stanovuje ČSN 73 0540 – 02/2011 tepelná ochrana budov: požadavky. Charakteristiku nulového domu stanovuje zákon č. 406/200 Sb. o hospodaření energií.

Tab. č. 2 - Rozdělení rodinných domů dle energetické náročnosti⁵¹

domy běžné ve 70.-80. letech	současná novostavba	nízkoenergetický dům	pasivní dům	nulový dům, dům s přebytkem tepla
charakteristika				
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²a)]				
většinou nad 200	80 - 140	méně než 50	méně než 15	méně než 5

Dle zák. Č. 406/2000 Sb. je „*budovou s téměř nulovou spotřebou energie budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů.*“⁵²

⁵¹ Co je pasivní dům? Pasivnidomy [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>>

⁵² Zákon o hospodaření energií č. 406/2000 [online]. Praha, 2000, § 2 odst. 1 písm. w) [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>>

8 POŽADAVKY NA OBNOVU KOTLŮ NA TUHÁ PALIVA

Tendence snižování emisí skleníkových plynů je směřována i do oblasti topných zařízení, včetně kotlů na tuhá paliva. Z výsledků posledního sčítání lidu z roku 2011 vyplývá, že v České republice používá více než 3,6 mil. domácností různé druhy topné systémy. Bylo zjištěno, že cca 621 tisíc domácností je vytápěno tuhými palivy.

Základní požadavky na spalovací zařízení určují normy: Nařízení Komise EU 2015/1189 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí směrnice EP a Rady 2009/125ES. Implementace do vnitrostátních norem byla provedena vyhl. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. Požadavky na Ekodesign kotlů na tuhá paliva dle věstníku EU musí splňovat každý výrobce či dovozce od 1. 1. 2020. Ekodesign zavádí také parametr, který se nazývá „ Sezónní energetická účinnost vytápění“. U kotlů do 20 kW je její minimální hodnota stanovena na 75 % a u kotlů od 20 kW do 500 kW předepisuje 77 %. Výpočet nevychází jako doposud z výhřevnosti, ale nově používá pro stanovení příkonu spalné teplo. Jedná se o vážený průměr, který zohledňuje skutečnost, že kotel během topné sezony jen omezeně pracuje při jmenovitých podmínkách.⁵³

Tab. č. 3 - Přehled povinností souvisejících s prodejem a provozem kotlů na tuhá paliva do výkonu 500 KW⁵⁴

Platnost od	Popis nařízení
1. 1. 2014	Zákaz prodeje kotlů 1. a 2. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 3., 4. a 5. emisní třídy)
1. 1. 2017	Povinnost na vyžádání předložit revizi kotle (včetně označení emisní třídy)
1. 1. 2018	Zákaz prodeje kotlů 3. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 4. a 5. emisní třídy)
1. 1. 2020	Zákaz prodeje kotlů 4. a 5. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle splňující požadavky EKODESIGN) – pro celou EU
1. 9. 2022	1. 9. 2022 Zákaz používání kotlů 1. a 2. emisní třídy (bez ohledu na to, kdy byly pořízeny)
pozn.: Emisní třídy dle EN 303-5 zjednodušeně je možné říci, že požadavky dle EKODESIGN jsou rozšířené požadavky na 5. emisní třídu	

Tato kapitola byla zpracována pro potřeby správného stanovení návrhových opatření v praktické části diplomové práce.

⁵³ Co musí splnit nový kotel na tuhá paliva po roce 2020? *Tzb-info* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/12909-co-musi-splnit-novy-kotel-na-tuha-paliva-po-roce-2020>>

⁵⁴ Co musí splnit nový kotel na tuhá paliva po roce 2020? *Tzb-info* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/12909-co-musi-splnit-novy-kotel-na-tuha-paliva-po-roce-2020>>

9 SOLÁRNÍ KOLEKTORY A JEJICH MOŽNOSTI PŘI OHŘEVU VODY V DOMÁCNOSTI

Sluneční kolektory se v podmínkách České republiky využívají pro ohřev vody, vyhřívání bazénů nebo jako podpora vytápění. Z těchto důvodů jsou vhodným doplňkem kondenzačních nebo zplyňovacích kotlů. Kolektory samy osobě nemají výkon, který by zabezpečil vytápění celého domu. U ohřevu teplé užitkové vody je efektivnost využití vyšší neboť ohřev vody probíhá od jara do podzimu. U vytápění je solární systém využit na jaře a během podzimu, kdy předeřívá vodu, kterou následně plynový nebo zplyňovací kotel dohřeje na teplotu potřebnou pro vytápění budovy.

Při posuzování využitelnosti solárních kolektorů je nutno brát do úvahy několik faktorů. Vedle typu solárních kolektorů a systému zapojení do otopné soustavy hraje značnou roli vliv sklonu, orientace solárních panelů a skutečné dávky slunečního ozáření. V tabulce 4.a jsou uvedeny typické denní dávky slunečního ozáření v různých ročních obdobích za zcela jasného dne. Pokles hodnot v zimě je dán výrazně kratším dobou slunečního svitu a hlavně zvýšenou oblačností.⁵⁵

Tab. č. 4 - Sluneční energie během roku⁵⁶

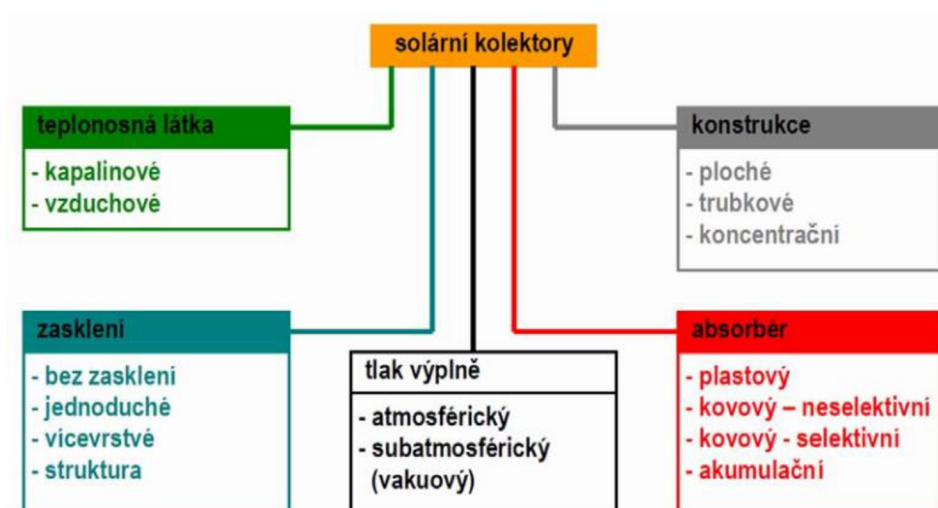
max. dávka ozáření v létě	8 kWh/(m ² .den)
max. dávka ozáření v zimě	3 kWh/(m ² .den)
max. dávka ozáření v přechodovém období	5 kWh/(m ² .den)

V podmínkách České republiky jsou používány solární kolektory kapalinové, kde teplotonosnou látkou je nemrznoucí směs vody a propylenglykolu. Solární kapalinové kolektory lze rozdělit z různých hledisek (teplotonosná látka, konstrukce, zasklení, tlak výplně, absorbér)

⁵⁵ MATUŠKA, PH.D, Ing. Tomáš. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2010, s. 12 [cit. 2016-05-26].

⁵⁶ MATUŠKA, PH.D, Ing. Tomáš. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2010, [cit. 2016-05-26].

Obr. č. 5 - Rozdělení solárních kolektorů⁵⁷



V praxi je možno se setkat s následujícími typy solárních kapalinových kolektorů:

- Nekryté kolektory: Tento typ kolektoru vykazuje díky absenci zasklení vysoké tepelné ztráty, na druhou stranu se zde nevyskytují ztráty způsobené odrazem zasklení. Výkon kolektoru ovlivňuje např. teplota okolí, rychlost větru. V praxi jsou vhodné pro ohřev vody bazénů.

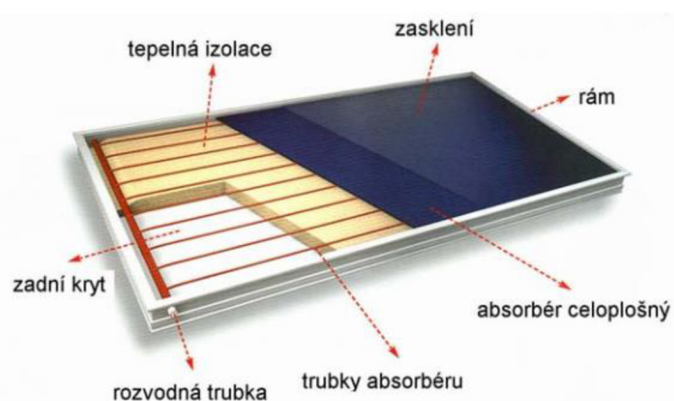
Obr. č. 6 - Bazénový absorbér



- Plochý atmosférický kolektor: Tyto kolektory jsou typické plochým zasklením i s plochým absorbérem. Standardem jsou ploché kolektory se selektivním povrchem absorbéru. Kolektory se používají na střechy a fasády domů, výhodou je možnost využití zimních pasivních zisků. Dalším typem plochého kolektoru je plochý vakuový kolektor.

⁵⁷ MATUŠKA, PH.D, Ing. Tomáš. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2010, s. 12 [cit. 2016-05-26].

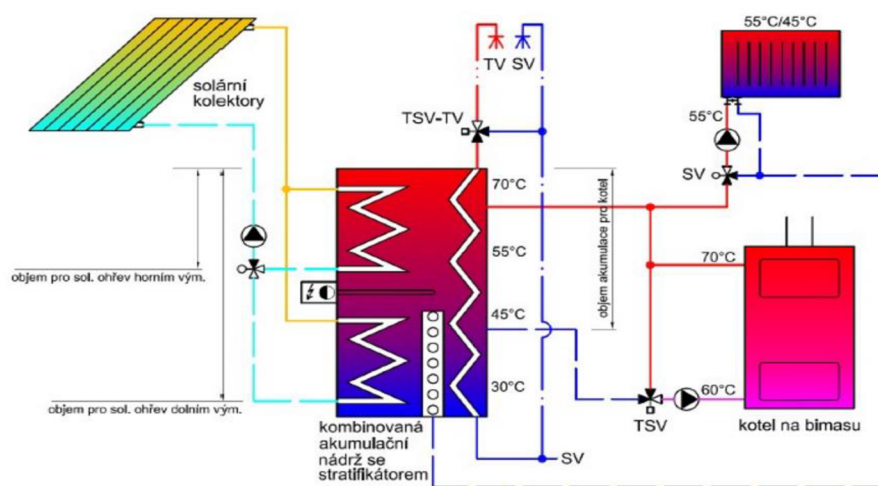
Obr. č. 7 - Plochý solární kolektor



- Trubkový vakuový kolektor: Hlavním znakem tohoto typu kolektoru je válcové zasklení „apertura“ u kterých je prostor mezi absorbérem a zasklením vakuován na nízký tlak. Mají schopnost využití slunečního záření i při vysokých provozních teplotách. Konstrukce kolektoru se vyrábí v několika provedeních.

Pro potřeby diplomové práce byl na základě výpočtu uvedeného v **příloze č. 4** vybrán solární kolektor KPG 1+ firmy Regulus. Do sestavy bylo zapojeno 7 kusů s příslušenstvím dle doporučení firmy. Byla navržena varianta solární kombinované soustavy s jedním centrálním kombinovaným zásobníkem. Sestava je určena jak k ohřevu teplé vody, tak pro potřeby vytápění s možností připojení dodatkového zdroje tepla v daném případě zplynovacího a plynového kotle.

Obr. č. 8 - Zapojení solární soustavy a kotle do kombinované akumulční nádrže⁵⁸



⁵⁸ Problematika kombinace solárních soustav s kotli na spalování biomasy. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/7209-problematika-kombinace-solarnich-soustav-s-kotli-na-spalovani-biomasy>>

10 TVORBA CENY ZEMNÍHO PLYNU PRO DOMÁCNOST

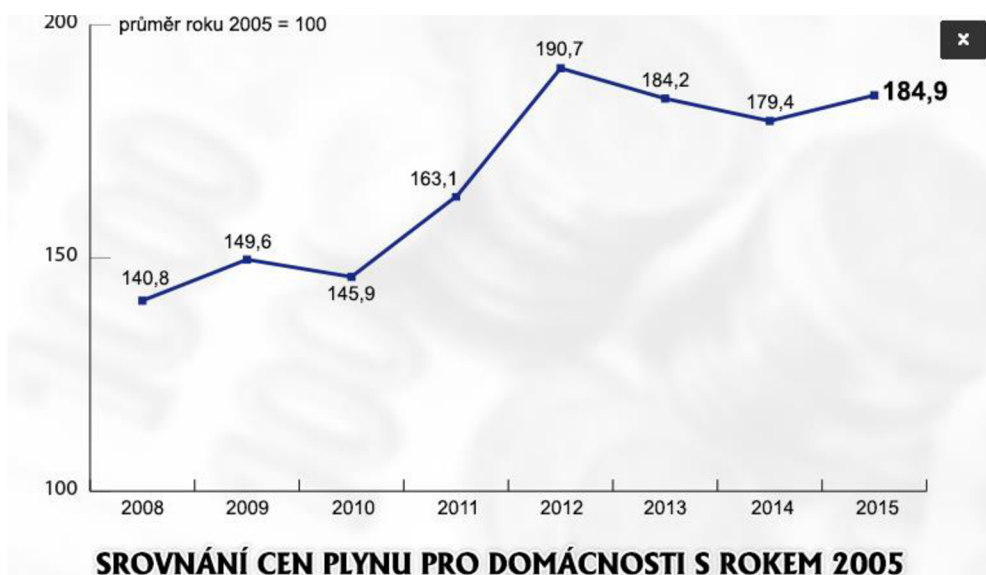
Na tvorbu konečné ceny plynu pro domácnosti má vliv řada faktorů rozložených do regulované a neregulované části ceny. Regulovanou složkou ceny plynu stanoví Energetický regulační úřad pro každý rok samostatně a to na podkladě zák. č. 458/200 Sb. o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon), vyhl. 195/2014 Sb. o způsobu regulace cen a postupech pro regulaci v plynárenství.

Pro rok 2016 byly stanoveny regulované složky ceny plynu (ceny za služby přepravy plynu, služby distribuční soustavy a činnosti operátora trhu) v průměru 24,86 % z celkové ceny plynu.

Neregulovaná část celkové ceny zahrnuje, cenu za odebraný plyn, ceny za uskladnění plynu, obchodní a ostatní služby. Pro rok 2016 tato složka činí 75,14 % z celkové ceny plynu. Ze shora uvedeného je zjevné, že podstatnou část konečné ceny plynu pro domácnost tvoří neregulovaná část a to cena plynu jako komodity. Vývoj konečné ceny pro domácnosti vykazoval v letech 2005 až 2015 trvalý růst. Z grafu 8.a je patrné, že nárůst činil 84,9 %.

Dodavatelé (v podmínkách ČR mají dominantní postavení firmy - ERW, OEN, ČEZ) nakupují plyn na energetických burzách. V závěru roku 2015 došlo k výraznému propadu burzovní ceny plynu, což by se mělo v příštích letech odrazit v poklesu cen pro zákazníky.⁵⁹

Graf č. 8 - Srovnání cen plynu pro domácnosti s rokem 2005 (průměr roku 2005 = 100)⁶⁰



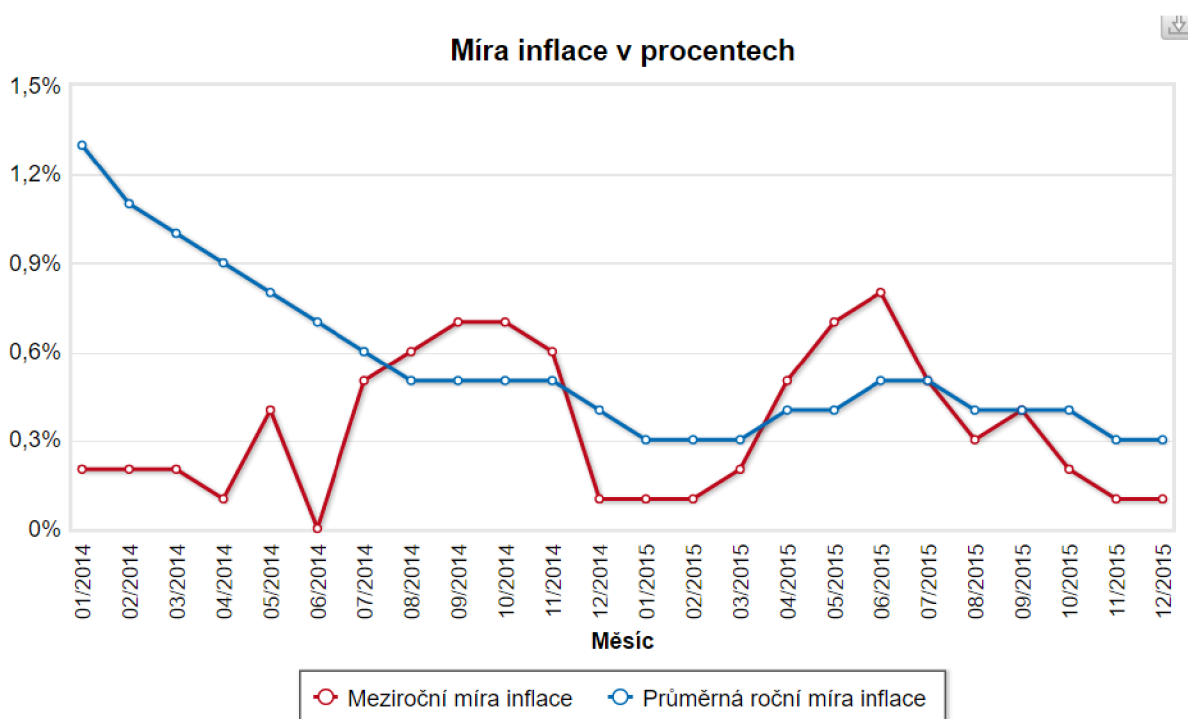
⁵⁹ Tisková zpráva k cenovému rozhodnutí ERÚ č. 6/2015, o regulovaných cenách souvisejících s dodávkou plynu pro rok 2016 [online]. eru, 2015 [cit. 2016-05-25]. <Dostupné z: <https://www.eru.cz>>

⁶⁰Levnější zemní plyn. Novinky [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/ekonomika/396883-levnejsi-zemni-plyn-domacnosti-si-pockaji.html>>

11 VÝVOJ INFLACE

V rámci výpočtu nákladovosti a návratnosti v praktické části diplomové práce bylo nutno brát v úvahu i vývoj inflace za určité období zpětně a naznačit možný vývoj inflace do budoucnosti. Míra inflace je vyjádřena přírůstkem spotřebitelských cen a vyjadřuje změnu průměrné hladiny za posledních 12 měsíců proti průměru 12 předchozích měsíců. Reálný vývoj inflace je patrný z grafu.

Graf č. 9 - Vývoj inflace v letech 2014 - 2015⁶¹



Od roku 2014 je zaznamenán trvalý pokles míry inflace. V současné době v závislosti na vývoji ekonomiky je očekáván postupný nárůst míry inflace. Dle České národní banky, vlády České republiky a Evropské banky lze nejbližších letech očekávat vývoj inflace kolem 1,5 – 3 %. S touto predikcí bylo kalkulováno v praktické části diplomové práce.

⁶¹Míra inflace. Czso [online]. ČSÚ [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/mira_inflace_animovany_graf

12 KALKULACE JEDNOTKOVÉ CENY

Kalkulace jednotkové ceny se ve stavebnictví využívá ke stanovení nabídkové ceny zakázky formou položkového rozpočtu. Tento rozpočet provádí zhotovitel, který vychází z vlastních cen nebo z průměrných hodnot, které jsou publikovány v cenových databázích. Jednotková cena se stanovuje na m.j. položky.

Tab. č. 5 - Obvyklá struktura jednotkové ceny⁶²

JEDNOTKOVÁ CENA (JC)							
PŘÍMÉ NÁKLADY (PN)				NEPŘÍMÉ NÁKLADY (NN)			
HMOTY (H)	MZDY (M)	STROJE (S)	OSTATNÍ (O)		REŽIE VÝROBNÍ (RV)	REŽIE SPRÁVNÍ (RS)	ZISK (Z)
náklady na přímý materiál	náklady na přímé mzdy	náklady na provoz stavebních strojů a zařízení	ostatní přímé náklady		náklady spojené s výrobou rozpočítané procentní sazbou do každé položky	náklady režijní spojené se správou firmy rozpočítané procentní přírůžkou do každé položky	zisk
			1	2			
ZPRACOVACÍ NÁKLADY							
PŘÍMÉ ZPRACOVACÍ NÁKLADY					HRUBÉ ROZPĚTÍ		

Výklad pojmů:

- „Náklady na pořízení (PN) materiálu zahrnují: náklady na dopravu, náklady na obaly, materiálovou (zásobovací) režii.
- Přímý materiál (H) zahrnuje náklady na materiál, jehož množství lze vykalkulovat přímo na kalkulační jednici a zůstává součástí hotového stavebního díla. Materiál se oceňuje cenou prodejní a cenou pořizovací se započtením DPH.

⁶² Kalkulace jednotkové ceny. MARKOVÁ, PH.D, doc.Ing. Leonora. *Ceny ve stavebnictví* [online]. s. 105 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BV03-Ceny%20ve%20stavebnictvi%20I/P01-Ceny%20ve%20stavebnictvi%20-%20pruvodce%20predmetem.pdf>>

- *Přímé mzdy (M) jsou mzdy pracovníků, kteří se přímo podílejí na výrobě a jejich výkony lze určit na kalkulační jednici. Výši nákladů stanovíme pomocí výkonových norem. Cena práce je určena podle mzdových tarifů.*
- *Přímé náklady na stroje a mechanismy (S) jsou náklady na jejich pořízení, montáž, provoz a demontáž. Jedná se o zařízení, která se podílejí přímo na výrobě.“*
- *Ostatní přímé náklady (OPN) jsou všechny druhy nákladů, které lze zakalkulovat a nejsou zahrnuty v předcházejících položkách. Jedná se o:*
 - *Náklady na sociální a zdravotní pojištění (SZP)*
 - *Ostatní (O) náklady na dopravu vlastními dopravními prostředky, náklady na nakoupenou dopravu a odpisy*
- *Režie (R) jsou náklady, které nelze stanovit na kalkulační jednici. U stavebních prací kalkulujeme režie: Výrobní (provozní), které zahrnuje všechny druhy nákladů vznikající při realizaci výroby, ale které nelze stanovit na kalkulační jednici, např. Mzdy vedoucích pracovníků stavby. Správní (RS) jsou náklady spojené se správou a řízením podniku. Zahrnuje mzdové náklady a jiné náklady správních pracovníků.*
- *Zisk (Z) se stanoví z celkového objemu požadovaného zisku a na jednotlivé kalkulační jednice se rozdělí pomocí přírážek nebo v absolutní hodnotě.“⁶³*

⁶³ Kalkulace jednotkové ceny. MARKOVÁ, PH.D, doc.Ing. Leonora. *Ceny ve stavebnictví* [online]. s. 105 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BV03-Ceny%20ve%20stavebnictvi%20I/P01-Ceny%20ve%20stavebnictvi%20-%20pruvodce%20predmetem.pdf>>

13 PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE

13.1 Předmět posudku

Předmětem posouzení rodinného domu bylo zhodnocení stávajícího stavu všech stavebních konstrukcí, následný návrh optimálních návrhových opatření s ohledem na hledisko ekonomické, tepelně technické a celkovou praktickou proveditelnost. Zvolené varianty zohledňují stanovení výše investic a výpočet úspory nákladů spojených s provozem domu.

Závěrem byla stanovena návratnost vložené investice s poukazem na výši vypočtených úspor.

13.2 Podklady

- Stavební výkresy
- Místní šetření
- Soulad s územním plánem a památkovými regulativy
- Vyhlášky, normy, software:⁶⁴
 - Vyhláška MPO č. 480/2012 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitosti energetického posudku
 - Zákon č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií
 - Vyhláška MPO č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
 - Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
 - Vyhláška MPO č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.
 - ČSN EN 15 665 – změna Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
ČSN 73 0540-1 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie

⁶⁴ *Zakonyprolidi* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/>>

- ČSN 73 0540-2 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN EN ISO 13789 (73 0565) Tepelné chování budov – Měrná ztráta prostupem tepla – Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 6946 (73 0558) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 13370 (73 0559) Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody
- ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov
- Směrnice MŽP č. 2/2015 o poskytování finančních prostředků z programu Nová zelená úsporám včetně příloh v aktuálním znění
- TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet
- Výpočetní software pro stavební fyziku – Dekpartner

13.3 Charakteristika objektu

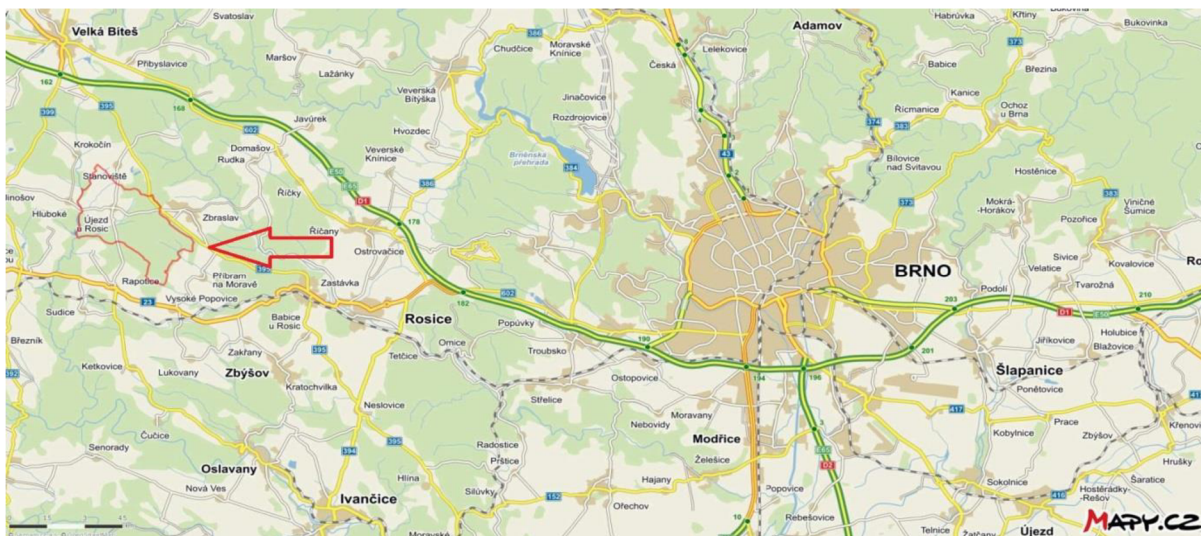
13.4 Lokalita

Posuzovaný objekt RD je situován v Jihomoravském kraji v obci Újezd u Rosic, která je vzdálena cca 30 km od Brna. Pozemek, na kterém je umístěna stavba s p.č. 151 se nachází v severní části obce v rovinném terénu. Jedná se o parcely č. 68/1,1536/1 a 1938. Objekt je situován na poměrně velké parcele, která je v katastru nemovitostí vedena jako ovocný sad. Na pozemek jsou vyvedeny veškeré sítě technické infrastruktury. V okolí pozemku převažuje zástavba rodinných domů. Občanská vybavenost obce je závislá na nedaleké obci Zbraslav u Brna a na Zastávce u Brna. V obci najdeme pouze obecní úřad, prodejnu potravin, mateřskou školu a hospodu. Pošta, škola a zdravotnické zařízení zde zcela chybí. V lokalitě nepůsobí žádné nepříznivé vlivy, které by negativně ovlivňovali objekt z hlediska jeho ocenění (např. záplavové území).

Lokalita objektu je z hlediska územního rozvoje obce stabilizována. Neočekává se, že by probíhaly změny spojené s rozvojem obce či jiné stavební úpravy, které by ovlivňovaly danou lokalitu.

13.5 Výřez z mapy

Obr. č. 9 - Poloha posuzovaného objektu⁶⁵



13.6 Ortofoto mapa

Obr. č. 10 - Letecký snímek⁶⁶



⁶⁵ Poloha posuzovaného objektu: Mapa základní. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <www.mapy.cz>

⁶⁶ Letecký snímek: Ortofotomapa. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <www.mapy.cz>

13.7 Popis konstrukcí (stávající stav):

Vlastní stavba je navržena jako samostatně stojící rodinný dům, třípodlažní, podsklepený, jednogenerační pro 4 (2 dospělí + 2 děti) osoby. Skládá ze dvou nadzemních a jednoho podzemního podlaží.

Základové konstrukce jsou navrženy jako základové pasy z prostého betonu C16/20.

Konstrukční systém stavby je stěnový, zděný a podélný.

Obvodové konstrukce v suterénu jsou vyzděny z příčně děrovaných cihel tl. 440 mm. V prvním a druhém nadzemním podlaží je obvodové nosné zdivo tvořeno z pórobetonových tvárnic Poring tl. 300 mm.

Vnitřní nosné zdivo v suterénu a 1NP tvoří voštinové tvarovky tl. 300 mm.

Nenosné zdivo tvoří podélně děrované cihly tl. 65 a 140 mm.

Vodorovné nosné konstrukce v suterénu a 1 NP jsou tvořeny nosnými I-profilů a stropními vložkami Hurdis.

Střešní konstrukce je navržena jako sedlová opatřena střešní krytinou z keramických tašek Tondach. Nosnou konstrukci střešního pláště tvoří hambálkový krov, který je zateplen mezikrokevní izolací z polyuretanové měkké pěny EKO S500 tl. 180 mm. Izolaci pod krokvelemi tvoří minerální vata tl. 50 mm vložená mezi dřevěné rošty 60/50 mm, které jsou opláštěny dřevocementovými deskami Heraklit.

Okna a vstupní dveře jsou plastová, zasklená čirým průhledným izolačním dvojsklem, pětikomorová konstrukce rámu, meziskelní prostor vyplněn plynem: argon, kovový distanční rámeček s přerušením tepelného mostu (součinitel prostupu tepla rámu: $U_f = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, součinitel prostupu tepla zasklení: $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Schodiště v objektu je navrženo jako železobetonové monolitické s nášlapnou vrstvou z dřevěných dubových desek.

Teplo je v objektu sdíleno pomocí teplovodního systému s deskovými otopnými tělesy. Dům je vytápěn pomocí dvou konvenčních tepelných zdrojů.

- Odhořivací kotel na tuhá paliva bez akumulace (kusové dřevo, výkon 33 KW účinnost 75 %)
- Plynový. průtokový, teplovodní plynový kotel MORA 5110.1002 (23KK) s instalovaným nepřímotopným zásobníkem vody (80 l) pro přípravu TUV

13.8 Dispoziční popis

Hlavní vstup do objektu se nachází na mezipodlaží mezi suterénem a prvním nadzemním podlažím a je situovaný směrem na severovýchod. Dalším vstup do objektu je poté navržen v suterénu, kde se nachází také garáž pro dva osobní automobily.

Hlavní vstup do domu vede přes závětrí vstupními dveřmi do zádveří. Zádveří je přímo napojeno na chodbu se schodištěm. Tato chodba navazuje na vstupní halu, ze které je umožněn přístup do obývacího pokoje s jídelnou, do pracovny a do koupelny. Schodiště, které je situováno v severní části domu, spojuje první nadzemní podlaží s druhým nadzemním podlažím a se suterénem. Je řešeno jako dvouramenné, levotočivé. Suterén slouží částečně jako skladovací prostor a částečně jako obytná zóna. Nachází se zde dva sklady, kotelna, úklidová místnost a pracovna. Pro zaparkování dvou osobních automobilů je v suterénu situovaná garáž. Z chodby v druhém nadzemním podlaží, která je přímo přístupná ze schodiště, je umožněn vstup do koupelny, dvou pokojů a ložnice.

13.9 Podrobné informace

- Počet podlaží: 3
- Zastavěná plocha: 112,103 m²
- Obestavěný prostor: 793,45 m³
- Celková energeticky vztažná plocha: 65,43(1S) + 109,80(1NP) + 105,04(2NP) = 280,27 m²
- Plocha pozemku: 6089 m²

13.10 Metoda řešení

Při výběru konkrétních variant návrhových opatření bylo postupováno v souladu se zák. č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií společně s prováděcí vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Dále bylo postupováno v souladu s požadavky na provozování kotlů na tuhá paliva. Tyto požadavky jsou definovány evropskými technickými normami Nařízení komise EU 2015/1189, kotle na tuhá paliva, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES pokud jde o požadavky na Ekodesign kotlů na tuhá paliva.⁶⁷

⁶⁷ Porovnání emisních požadavků pro kotle do 300 MW. *TZB - info* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/12909-co-musi-splnit-novy-kotel-na-tuha-paliva-po-roce-2020>

V České republice pravidla stanovuje zák. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a norma EN 305/2012 kotle pro ústřední vytápění.

K výpočtu energetické náročnosti budovy pro jednotlivé varianty byl použit software od firmy Dektrade (Tepelní technika 1D, Energetika – výpočetní modul NZÚ). Při sestavování výpočetního modelu byla budova rozdělena do dvou návrhových zón s ohledem na metodické pokyny Nová zelená úsporám. První zóna představuje vytápěnou část domu. Zde byly zvoleny dva požadavky na teplotu pro režim vytápění v provozní době 20 °C (obytná část) a 15 °C (skladové prostory, úklidová místnost, kotelna). Druhou zónu tvoří nevytápěná suterénní garáž. Pro každou variantu návrhového opatření byla stanovena celková dodaná energie do budovy (energie na vstupu do budovy) a její procentuální zastoupení dle dílčích dodaných energií. Následně bylo provedeno odečtení celkové dodané energie stávajícího stavu budovy od postupně celkových dodaných energií jednotlivých variant návrhových opatření. Tímto způsobem byla získána roční úspora energie, tato úspora byla vynásobena příslušnou sazbou za energii, dle zvoleného druhu paliva (energonositele). Výsledek představuje roční úsporu v Kč. Nakonec byla stanovena výše investic pro jednotlivé varianty, společně se stanovením doby návratnosti a ekonomické vhodnosti vložené investice.

13.11 Stávající stav

Rodinný dům již v minulosti prošel menší rekonstrukcí v podobě výměny starých dřevěných oken a vstupních dveří. Konkrétně se jedná o výplně s izolačním dvojsklem. Ostatní stavební konstrukce zůstaly zachovány. Obvodové zdivo nevykazuje známky vlhkosti ani výskyt plísní.

Tab. č. 6 - Posouzení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540 – Stávající stav⁶⁸

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla					
		U_n	U_{rec}	$0,90 \cdot U_{rec}$	$U_{pas,20}$	U	Hod.
Ozn.	Název	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
PDL(z)-1	Vodorovná konstrukce - podlaha suterénu (zóna 1)	1,25	0,85	0,77	0,45	2,720	!
PDL(z)-2	Vodorovná konstrukce - podlaha suterénu (zóna 2)	-	-	-	-	2,720	-
PDL(z)-3	Vodorovná konstrukce - podlaha suterénu (zóna 1, pracovní)	0,45	0,30	0,27	0,22	2,720	!
STN(z)-4	Svislá konstrukce - suterénní stěna v kontaktu se zemínou (zóna 1)	0,65	0,45	0,41	0,22	0,794	!
STN(z)-5	Svislá konstrukce - suterénní stěna v kontaktu se zemínou (zóna 2)	-	-	-	-	0,794	-
STN(z)-6	Svislá konstrukce - suterénní stěna v kontaktu se zemínou (zóna 1, pracovní)	0,45	0,30	0,27	0,22	0,794	!
STN-7	Svislá konstrukce - suterénní stěna v kontaktu se vzduchem (zóna 1)	0,45	0,36	0,32	0,18	0,823	!
STN-8	Svislá konstrukce - suterénní stěna v kontaktu se vzduchem (zóna 2)	-	-	-	-	0,823	-
STN-9	Svislá konstrukce - suterénní stěna v kontaktu se vzduchem (zóna 1, pracovní)	0,30	0,25	0,23	0,18	0,823	!
STN-10	Svislá vnitřní konstrukce - stěna tl. 330mm oddělující zónu 1 a 2	0,85	0,60	0,54	0,30	1,301	!
STN-11	Svislá vnitřní konstrukce - stěna tl. 100mm oddělující zónu 1 a 2	0,85	0,60	0,54	0,30	2,179	!
PDL-12	Vodorovná konstrukce - podlaha na stropní konstrukci (zóna 2)	0,60	0,40	0,36	0,30	1,188	!
STN-13	Svislá konstrukce - obvodová stěna 1NP, 2NP	0,30	0,25	0,23	0,18	0,631	!
STR-14	Střešní konstrukce	0,24	0,16	0,14	0,15	0,244	!
VYP-15	SV fasáda 1S - okno 600x600mm	2,20	1,75	1,58	0,85	1,411	A.0
VYP-16	SV fasáda 1S - okno 600x600mm	2,20	1,75	1,58	0,85	1,411	A.0
VYP-17	SV fasáda 1NP - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+
VYP-18	SV fasáda 1NP - okno 580x550mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,428	+
VYP-19	SV fasáda 2NP - okno 840x550mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,402	+
VYP-20	SZ fasáda 1S - okno 550x840mm	2,20	1,75	1,58	0,85	1,402	A.0
VYP-21	SZ fasáda 1S - okno 1500x640mm	4,00	3,20	2,88	0,85	1,356	A.0
VYP-22	SZ fasáda 1NP - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+

⁶⁸ ČSN 73 0540-2: 2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla					
		-					
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	$0,90 \cdot U_{rec}$	$U_{pas,20}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
VYP-23	SZ fasáda 1NP - okno 1960x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,302	+
VYP-24	SZ fasáda 1NP - balkonové dveře 1020x2325mm	1,70	1,20	1,08	0,95	1,314	+
VYP-25	SZ fasáda 2NP - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+
VYP-26	SZ fasáda 2NP - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+
VYP-27	JV fasáda 1S - okno 580x600mm	2,20	1,75	1,58	0,85	1,419	A.0
VYP-28	JV fasáda 1S - okno 580x600mm	2,20	1,75	1,58	0,85	1,419	A.0
VYP-29	JV fasáda 1NP - okno 1200x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,283	+
VYP-30	JV fasáda 1NP - okno 2370x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,284	+
VYP-31	JV fasáda 2NP - okno 1500x620mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,398	+
VYP-32	JV fasáda 2NP - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+
VYP-33	JZ fasáda 1S - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+
VYP-34	JZ fasáda 1S - vstupní dveře 950x2045mm	2,50	1,75	1,58	0,95	1,314	A.0
VYP-35	JZ fasáda 1S - dvoukřídla vrata 2340x2180mm	9,30	6,10	5,49	1,70	3,500	A.0
VYP-36	JZ fasáda 1S - dvoukřídla vrata 2340x2180mm	9,30	6,10	5,49	1,70	3,500	A.0
VYP-37	Jz fasáda 1NP - okno 1480x1450mm	1,50	1,20	1,08	0,85	1,335	+
VYP-38	SV fasáda 1NP - vstupní dveře 1000x2100mm	1,70	1,20	1,08	0,95	1,348	+
VYP-39	Dřevěné dveře plné, vnitřní (800x1970mm)	5,10	3,30	2,97	1,70	3,500	+
VYP-40	Dřevěné dveře plné, vnitřní (900x1970mm)	5,10	3,30	2,97	1,70	3,500	+

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
A.0 ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory A.0
A.0 + B ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory A.0 a B
B ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory B
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
 U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 $U_{pas,20}$... limitní požadavek pro pasivní domy dle metodického pokynu SFŽP pro NZÚ
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
Konstrukce, na které je kladen požadavek NZÚ, jsou zvýrazněny šedým pozadím.

Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že stávající výplně otvorů vyhovují požadovaným hodnotám součinitele prostupu tepla U_N dle ČSN 73 0540-2: 2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Ostatní konstrukce jsou z tepelně technického hlediska nevyhovující, zejména se jedná o stávající podlahu suterénu, která nemá ve své skladbě navrženou žádnou tepelnou izolaci. Z důvodu složitější technické proveditelnosti investor v budoucnu neuvažuje o její sanaci. Horší tepelně izolační vlastnosti stávajících konstrukcí se v kombinaci s tepelným zdrojem na vytápění a přípravu teplé užitkové vody promítly do celkové tepelné ztráty domu $\Phi_{H,nd}$ a s tím spojenými náklady na vytápění.

Tab. č. 7 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831- Stávající stav⁶⁹

Orientační tepelná ztráta objektu

Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	H_T	340,29	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	H_V	56,05	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	θ_{e}	-16	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\Phi_{H,ind}$	14,27	kW

Při výpočtu celkové tepelné ztráty budovy byla uvažována střední paušální přírážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [W/(m²K)].

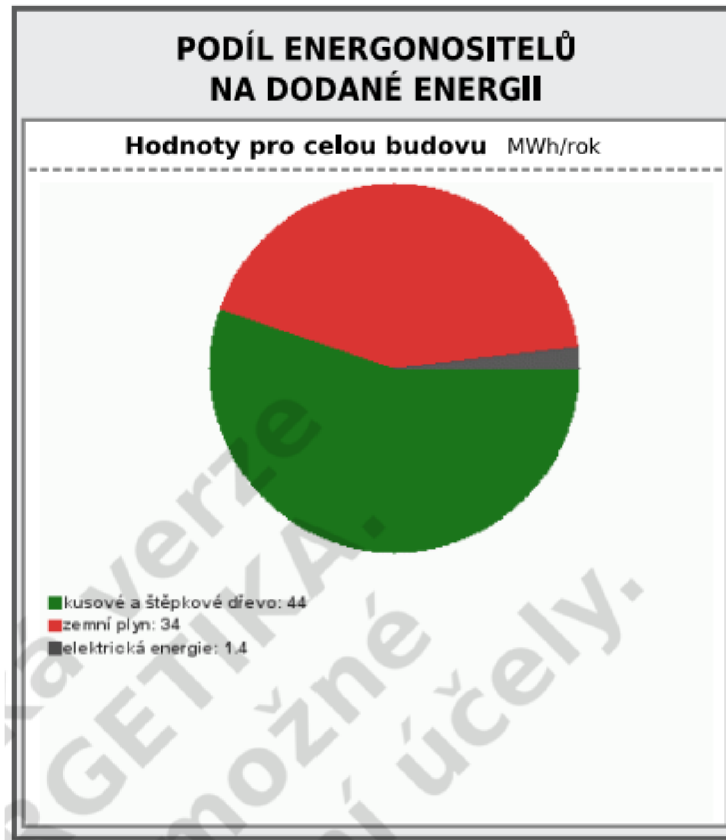
Tab. č. 8 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – Stávající stav

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílní dodané energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)		
Mimořádně úsporná							
A							
B							
C							
D							
E	0.61					19.3	5.2
F		259					
G							
Mimořádně neehospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		72.5				5.4	1.4

Z pohledu obálky budovy a požadavků na průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} spadá posuzovaný dům do kategorie E - Nehospodárná. Z pohledu celkové dodané energie do budovy spadá dům do kategorie F - Velmi neehospodárná.

⁶⁹ ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

Graf č. 10 - Podíl energonositelů na dodané energii



Při výpočtu přibližné ceny nákladů na vytápění a umělé osvětlení (poměr spotřeby 50 % kusové dřevo, 50 % zemní plyn) byla cena stanovena cca **81 000 Kč**⁷⁰.

13.12 Návrhová opatření - Varianta I

Všechna návrhová opatření vycházejí z povinností pro provozovatele kotlů na tuhá paliva, které stanovuje zák. č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a související předpisy v § 41 odst. 16. Zde je uvedeno - od 1. 1. 2022 budou muset všechny kotle na tuhá paliva o tepelném příkonu 10 - 300 kW včetně splňovat parametry třetí a vyšší emisní třídy. Z tohoto důvodu byla provedena výměna zdroje vytápění na tuhá paliva ve všech variantách návrhových opatření.

⁷⁰ Kalkulačka pro výpočet nákladů na provoz nemovitosti z PENB. *Ecoten* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://ecoten.cz/kalkulacka/>

Při výměně zdroje vytápění bude současně dodržen požadavek, který stanovuje vyhl. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov v § 6 ods. 2 písm. c). Tento odstavec stanovuje, že při větší změně dokončené budovy musí hodnota energetické náročnosti pro měněné technické systémy splňovat min. referenční hodnotu. Konkrétně se jedná o účinnost výroby energie zdrojem tepla pro vytápění a přípravu teplé vody $\eta_{H,gen,R}$ (min. hodnota 80 %), tab. 3 vyhl. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

Dále byl v rámci návrhu brán ohled na dodržení doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_{rec} pro měněné stavební prvky obálky budovy § 6 ods. 2 písm. c) vyhl. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

Varianta I v sobě zahrnuje výměnu zdroje vytápění na tuhá paliva současně se zateplením objektu šedým expandovaným polystyrenem Baunit openreflect (obvodové zdivo, vnitřní zdivo v suterénní garáži), extrudovaným polystyrenem Austrotherm XPS TOP P GK (suterénní obvodové zdivo) a minerální vatou Isover NF 333 (podhled v garáži suterénu) v požadovaných tloušťkách.

Tab. č. 9 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831 – Varianta I⁷¹

Orientační tepelná ztráta objektu

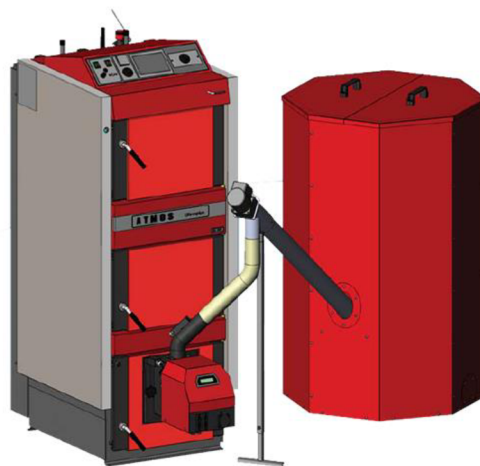
Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	H_T	220,56	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	H_V	56,69	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	θ_e	-16	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\Phi_{H,nd}$	9,98	kW

Na základě výpočtů obsažených v **příloze č. 3** byly navrženy tyto technologické systémy pro vytápění a přípravu teplé vody.

- Kombinovaný kotel na zplyňování dřeva, pelety a extra lehký topný olej (emisní třída 4) - Atmos DC18SP (L) (výkon dle zvoleného druhu paliva) s nádrží na pelety o objemu 1000 l
- Kombinovaná akumuláční nádrž 1000 l (220 l voda užitková, 580 l voda na vytápění) - Schindler + Hofmann THKE/F.

⁷¹ ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

Obr. č. 11 - Kombinovaný kotel na dřevo, pelety a LTO Atmos DC18SP (L)⁷²



Kotel s hořákem, šnekovým dopravníkem a zásobníkem na pelety

TECHNICKÁ DATA		DC18SP (L)
Jmenovitý výkon na dřevo	KW	20
Výkon kotle na pelety	KW	4,5 - 15
Výkon kotle na olej	KW	15 - 20,5

Obr. č. 12 - Kombinovaná akumulční nádrž Schindler + Hofmann THKE/F1000⁷³

Kombinovaná akumulční nádrž THKE/F

Kód	Objem I	Objem zásobníku TUV l	Objem topné vody l	Výška mm		Průměr mm		Hmotnost kg
				s izolací	bez izolace	s izolací	bez izolace	
THKE/F 600		160	440	1700	1670	900	700	136
THKE/F 825		220	580	1740	1710	990	790	159
THKE/F 1000		220	780	2090	2060	990	790	173
THKE/F 1500		260	1240	2200	2170	1200	1000	244

Použití: akumulční nádrž s integrovaným výměníkem pro olej, plyn, tuhá paliva, tepelná čerpadla a solární panely
 Konstrukce: provozní tlak akumulční nádrže 3 bar, TUV 6 bar, max. provozní teplota 95°
 Provedení: Akumulační nádrž vnitřek surový, vnější plášť antikoroziní nátěr
 Zásobník TUV dvojitě smaltování; hořčíková anoda zajistí dodatečnou korozivzdornost
 Izolace: PUR - měkká pěna 100 mm + opláštění se zipem - barva stříbrná
 (V balení 1 ks teploměr vč. ponorného pouzdra; 1 ks hořčíková anoda)

⁷² Kotle na dřevo, pelety a LTO. www.atmos.eu [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/kombi-kotle-na-drevo-pelety-a-elto/>

⁷³ Akumulační nádrže a zásobníkové ohřivače teplé vody. *Voda-topeni-plyn* [online]. Kuřim, 2015 [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.voda-topeni-plyn.eu/download/files/vyroby/2732-akumulacninarzeproweb-1.pdf>

Tab. č. 10 - Posouzení součinitele prostupu tepla měněných stavebních konstrukcí dle ČSN 73 0540 – Varianta I⁷⁴

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla					
		U_N	U_{rec}	$0,90 \cdot U_{rec}$	$U_{pas,20}$	U	Hod.
Ozn.	Název	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STN(z)-4	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se zeminou (zóna 1)	0,65	0,45	0,41	0,22	0,276	A.0
STN(z)-5	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se zeminou (zóna 2)	-	-	-	-	0,276	-
STN(z)-6	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se zeminou (zóna 1, pracovní)	0,45	0,30	0,27	0,22	0,276	x
STN-7	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se vzduchem (zóna 1)	0,45	0,36	0,32	0,18	0,274	A.0
STN-8	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se vzduchem (zóna 2)	-	-	-	-	0,274	-
STN-9	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se vzduchem (zóna 1, pracovní)	0,30	0,25	0,23	0,18	0,250	x
STN-10	Svislá konstrukce - obvodová stěna suterénní zateplená EPS v kontaktu se vzduchem (zóna 1)	0,45	0,36	0,32	0,18	0,252	A.0
STN-11	Svislá konstrukce - obvodová stěna suterénní zateplená EPS v kontaktu se vzduchem (zóna 1, pracovní)	0,30	0,25	0,23	0,18	0,252	+
STN-12	Svislá konstrukce - obvodová stěna suterénní zateplená EPS v kontaktu se vzduchem (zóna 2)	-	-	-	-	0,252	-
STN-13	Svislá konstrukce - obvodová stěna 1NP, 2NP zateplená EPS v kontaktu se vzduchem	0,30	0,25	0,23	0,18	0,230	A.0
STN-14	Svislá vnitřní konstrukce - stěna tl. 330mm zateplená EPS oddělovací zónu 1 a 2	0,85	0,60	0,54	0,30	0,400	A.0
STN-15	Svislá vnitřní konstrukce - stěna tl. 100mm zateplená EPS oddělovací zónu 1 a 2	0,85	0,60	0,54	0,30	0,236	A.0 + B
PDL-16	Vodorovná konstrukce - podlaha na stropní konstrukci (zóna 2)	0,60	0,40	0,36	0,30	0,296	A.0 + B

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
A.0 ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory A.0
A.0 + B ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory A.0 a B
B ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory B
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
 U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 $U_{pas,20}$... limitní požadavek pro pasivní domy dle metodického pokynu SFŽP pro NZÚ
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
Konstrukce, na které je kladen požadavek NZÚ, jsou zvýrazněny šedým pozadím.

⁷⁴ ČSN 73 0540-2: 2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

Měněné stavební konstrukce na které byl kladen požadavek dle „Nová zelená úsporám oblast podpory A“ splnily nároky na doporučený součinitel prostupu tepla U_{rec} , dle normy ČSN 73 0540-2: 2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky, i dle vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov § 6 odst. 2 písm. c) v rámci rekonstrukce.

Tento sledovaný parametr z hlediska nároku na dotaci oblasti podpory A.0 stanovené podmínky nesplnil ($U \leq 0,9 U_{rec}$). Konkrétně se jedná o zateplení suterénní stěny v pracovních (označeno STN-9). Příčinou nevyhovujícího výsledku je vyšší návrhová teplota pro režim vytápění v provozní době, než návrhová teplota v přilehlých místnostech a s ní spojený vyšší nárok na součinitele prostupu tepla U .

Závěrem lze konstatovat splnění podmínky dle vyhl. č.78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov § 6 ods. 2 písm. c) viz. Tab. 11.b, Tab. 12.c **přílohy č. 5**. Návrhové opatření splňuje všechny náležitosti potřebné pro vydání stavebního povolení.

Tab. č. 11 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – varianta I

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílní dodané energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)		
Mimořádně úsporná							
A							
B							
C							
D	0.40	122				21.2	5.0
E							
F							
G							
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		35.6				6.2	1.4

Zateplení obvodových stěn, stropní konstrukce v garáži a jejich vnitřních stěn, které oddělují zónu 1 od zóny 2 (vytápěný x nevytápěný prostor) zařadily posuzovanou budovu z hlediska obálky budovy z kategorie E do kategorie D - Méně úsporná.

Tab. č. 12 - Posouzení celkové dodané energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta I⁷⁵

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	44 658,40	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		43 241,59		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	153,13		
(9)	Hodnocená budova		148,27		

Tab. č. 13 - Posouzení neobnovitelné primární energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta I⁷⁶

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	50 584,23	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		23 099,45		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	173,45		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		79,21		

Tab. č. 14 - Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla dle vyhl. č. 78/2013 Sb. Varianta I⁷⁷

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \sum(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,40	0,39	NE

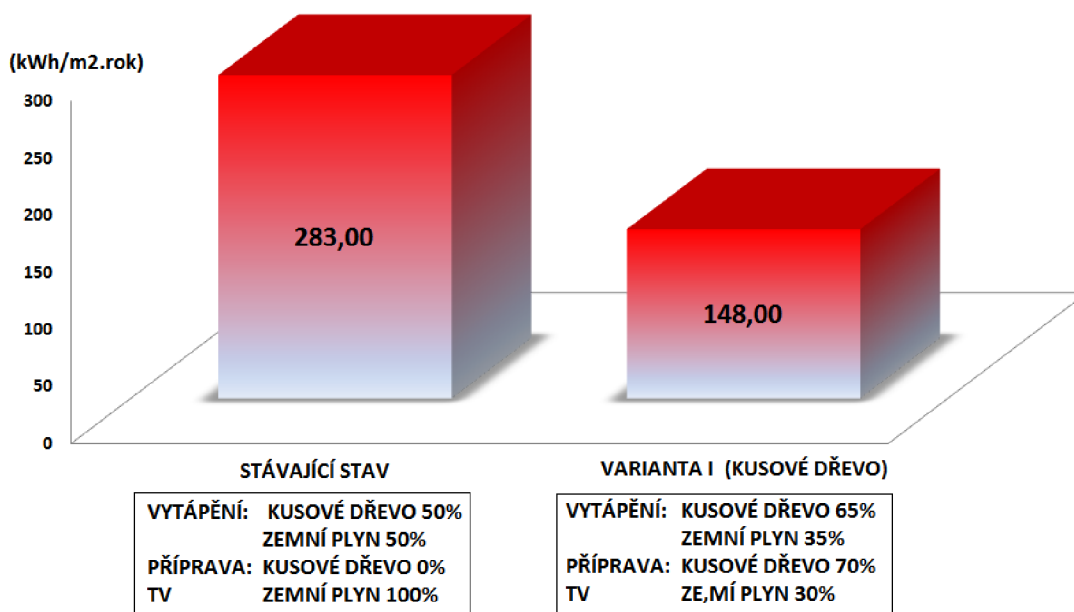
Dále byl splněn požadavek na celkovou dodanou energii, požadavek na neobnovitelnou primární energii dle vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} naopak splněn nebyl viz. Tab. 9.b.

⁷⁵ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

⁷⁶ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

⁷⁷ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

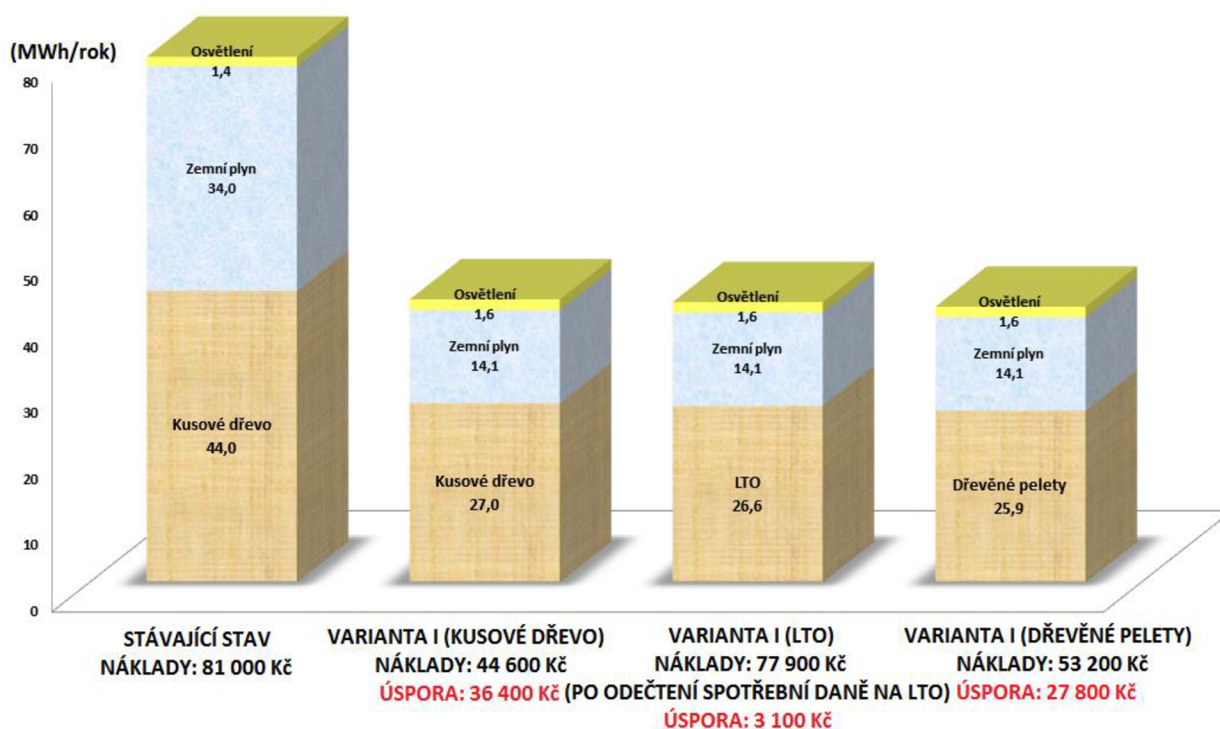
Graf č. 11 - Srovnání celkové dodané energie (stávající stav s varianta I (hlavní energonositel-kusové dřevo))



Graf 2.b znázorňuje snížení celkové dodané energie oproti stávajícímu stavu (snížení o 47,7 %). Největší vliv na snížení dodané energie na vytápění měla vyšší sezonní účinnost nového kotle, která se zvýšila oproti původnímu kotli na tuhá paliva o 26 %. „Sezonní účinnost je váhový poměr výkonu a příkonu, kdy výkon je obvykle vyžadován při maximální i při minimální mezi regulačního rozpětí a do příkonu se specifickým způsobem započítává také spotřeba elektrické energie při obou mezích.“⁷⁸

⁷⁸ Legislativní požadavky na ekodesign. *Kdtradepraha* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.kdtradepraha.cz/energie-a-priroda>

Graf č. 12 - Podíl energonositelů na celkové dodané energii, výpočet úspory nákladů – Varianta I⁷⁹



Výsledná čísla grafu 3.b znázorňují peněžní úsporu oproti stávajícímu stavu na základě zvoleného druhu energonositele. U návrhových opatření - varianta I byly pro vytápění a ohřev teplé vody zvoleny energonositele v poměrech: biomasa (65 % pro vytápění, 70 % ohřev teplé vody), zemní plyn (35 % vytápění, 30 % ohřev teplé vody). Spotřeba zemního plynu byla uvažována zejména pro jarní a letní období.

13.13 Návrhová opatření - Varianta II

U návrhového opatření - Varianta II byla pro zateplení obvodových stěn zvolena minerální tepelná izolace z podélných kamenných vláken Isover TF Profi. Tepelná vodivost této izolace je oproti šedému expandovanému polystyrenu cca o 15 % vyšší. Z tohoto důvodu byla s ohledem na splnění doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_{rec} dle ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov: Požadavky navržena tloušťka tepelné izolace 120 mm. Ostatní parametry návrhových opatření zůstaly totožné s variantou I.

⁷⁹ Kalkulačka pro výpočet nákladů na provoz nemovitosti z PENB. *Ecoten* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://ecoten.cz/kalkulacka/>

Tab. č. 15 - Porovnání technických parametrů tepelných izolací

TEPELNÁ IZOLACE	DEKLAROVANÝ SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI λ_d [W/(m.K)]	MĚRNÁ TEPELNÁ KAPACITA [J/(kg.K)] ⁸⁰	OBJEMOVÁ HMOTNOST [kg/m ³]	FAKTOR DIFUZNÍHO ODPORU [μ] ⁸¹	REAKCE NA OHEŇ ⁸²	CENA [Kč/m ²] ⁸³
Isover TF Profi	0,036 ⁸⁴	800	16	1	A1 (nehořlavá)	275,36
Baumit open reflect	0,031 ⁸⁵	1300	16	7	E (nešíří oheň)	422,50

Oba zvolené druhy tepelné izolace mají srovnatelnou objemovou hmotnost. Mezi výhody tepelné izolace z minerálních vláken patří nehořlavost, vyšší životnost, akustické vlastnosti, propustnost vodní páry, lepší odolnost proti mikroorganismům a proti organickým rozpouštědlům.

Tepelná izolace z šedého expandovaného polystyrenu díky své nízké nasákavosti neztrácí tepelně izolační vlastnosti a je cenově dostupnější.

Cena za m² obou materiálů byla převzata z cenové soustavy RTS DATA 2016/I. pololetí, ze které čerpá výpočtový program BUILDpower S. Cena expandovaného polystyrenu odpovídá současné ceně na trhu, naopak cena minerální izolace dle uvedené cenové soustavy činí 442,50 Kč/m² vč. DPH. Aktuální nabídka na trhu je řádově o 120 Kč/m² vč. DPH nižší.⁸⁶

„Cenová soustava ÚRS (CS ÚRS) je ucelený systém informací, metodických návodu a postupů pro stanovení ceny stavebního díla. Všechny informace jsou integrovány do strukturované multimediální databáze. CS ÚRS pomáhá investorům, projektantům i dodavatelům ve všech fázích výstavby - při přípravě stavby i její realizaci. Slouží jako zdroj informací o cenách materiálů, výrobků, stavebních prací. Je nepostradatelným nástrojem

⁸⁰ ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

⁸¹ ČSN EN 12086 Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Stanovení propustnosti vodní páry. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

⁸² ČSN EN 13501-1+A1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

⁸³ Cenová soustava RTS DATA 2016/ I. pololetí. Rts [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.rts.cz/bpdata.htm>

⁸⁴ ČSN EN 13162+A1 Tepelněizolační výrobky pro budovy - Průmyslově vyráběné výrobky z minerální vlny (MW) - Specifikace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

⁸⁵ ČSN EN 13163+A1 Tepelněizolační výrobky pro budovy - Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového polystyrenu (EPS) - Specifikace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

⁸⁶ Isover TF PROFI 120 mm. Heureka [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://izolacni-materialy.heureka.cz/isover-tf-profi-120-mm/>

každého, kdo se věnuje problematice cen stavebního díla. Cenová soustava ÚRS splňuje nové legislativní požadavky podle novely zákona č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách platné od 1. 4. 2012 a prováděcí vyhlášky č. 230/2012 Sb. o veřejných zakázkách platné od 1. 9. 2012.⁸⁷

Tab. č. 16 - Posouzení součinitele prostupu tepla měněných stavebních konstrukcí dle ČSN 73 0540-2 Sb.-
Varianta II⁸⁸

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla					
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	$0,90 \cdot U_{rec}$	$U_{pas,20}$	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STN(z)-4	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se zeminou (zóna 1)	0,65	0,45	0,41	0,22	0,276	A.0
STN(z)-5	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se zeminou (zóna 2)	-	-	-	-	0,276	-
STN(z)-6	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se zeminou (zóna 1, pracovní)	0,45	0,30	0,27	0,22	0,276	x
STN-7	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se vzduchem (zóna 1)	0,45	0,36	0,32	0,18	0,274	A.0
STN-8	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se vzduchem (zóna 2)	-	-	-	-	0,274	-
STN-9	Svislá konstrukce - suterénní stěna zateplená XPS v kontaktu se vzduchem (zóna 1, pracovní)	0,30	0,25	0,23	0,18	0,250	x
STN-10	Svislá konstrukce - obvodová stěna suterénu zateplená mín. vata v kontaktu se vzduchem (zóna 1)	0,45	0,36	0,32	0,18	0,249	A.0
STN-11	Svislá konstrukce - obvodová stěna suterénu zateplená mín. vata v kontaktu se vzduchem (zóna 1, pracovní)	0,30	0,25	0,23	0,18	0,249	x
STN-12	Svislá konstrukce - obvodová stěna suterénu zateplená mín. vata v kontaktu se vzduchem (zóna 2)	-	-	-	-	0,249	-
STN-13	Svislá konstrukce - obvodová stěna 1NP, 2NP zateplená mín. vata v kontaktu se vzduchem	0,30	0,25	0,23	0,18	0,228	A.0
STN-14	Svislá vnitřní konstrukce - stěna tl. 330mm zateplená EPS oddělovací zónu 1 a 2	0,85	0,60	0,54	0,30	0,400	A.0
STN-15	Svislá vnitřní konstrukce - stěna tl. 100mm zateplená EPS oddělovací zónu 1 a 2	0,85	0,60	0,54	0,30	0,236	A.0 + B
PDL-16	Vodorovná konstrukce - podlaha na stropní konstrukci (zóna 2)	0,60	0,40	0,36	0,30	0,296	A.0 + B

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
A.0 ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory A.0
A.0 + B ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory A.0 a B
B ... vyhovuje požadavku NZÚ pro oblast podpory B
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
 U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 $U_{pas,20}$... limitní požadavek pro pasivní domy dle metodického pokynu SFŽP pro NZÚ
U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
Konstrukce, na které je kladen požadavek NZÚ, jsou zvýrazněny šedým pozadím.

⁸⁷ Cenová soustava ÚRS. Cs-urs [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.cs-urs.cz/>

⁸⁸ ČSN 73 0540-2: 2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

Konstrukce, na které byl kladen požadavek „Nová zelená úsporám“ (měněné stavební konstrukce) splnily nároky na doporučený součinitel prostupu tepla U_{rec} , dle ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov: Požadavky. Výsledek je s mírnými odchylkami totožný s variantou I.

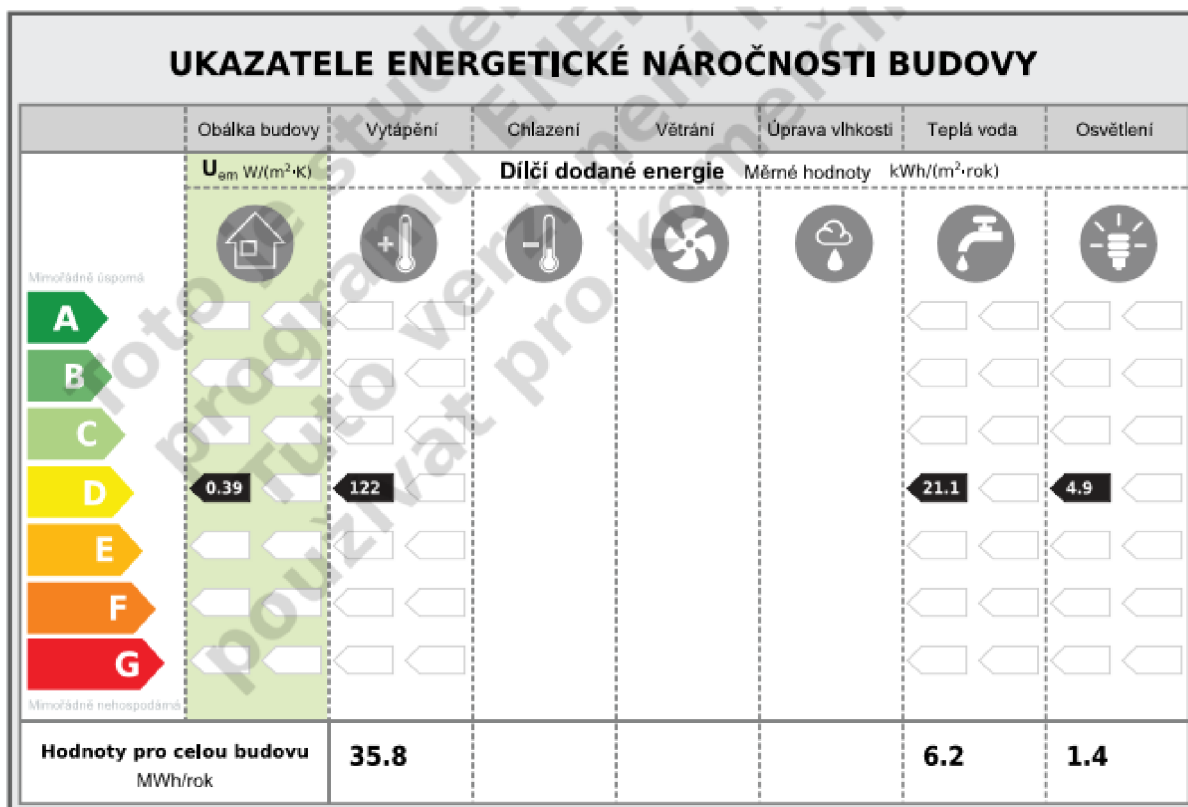
Tab. č. 17 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu- Varianta II⁸⁹

Orientační tepelná ztráta objektu

Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	H_T	221,17	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	H_v	56,92	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	θ_e	-16	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\Phi_{H,nd}$	10,01	kW

Celková měrná ztráta budovy $\Phi_{H,nd}$ vzrostla z hodnoty 9,98 kW na hodnotu 10,01 kW. Nárůst tepelné ztráty budovy zapříčinily horší tepelně izolační vlastnosti minerální izolace oproti expandovanému polystyrenu.

Tab. č. 18 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – varianta II



⁸⁹ ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

Při zateplení posuzovaného objektu minerální tepelnou izolací z kamenných vláken došlo oproti variantě I k mírnému nárůstu dílčí dodané energie na vytápění z hodnoty 35,6 MWh/rok na hodnotu 35,8 MWh/rok.

Z pohledu obálky budovy a požadavků na průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} spadá posuzovaný dům do kategorie D - Méně úsporná. Z pohledu celkové dodané energie do budovy spadá dům do kategorie D - Méně úsporná.

Tab. č. 19 - Posouzení celkové dodané energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta II⁹⁰

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	44 982,55	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		43 451,21		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	153,35		
(9)	Hodnocená budova		148,13		

Tab. č. 20 - Posouzení neobnovitelné primární energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta II⁹¹

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	50 903,20	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		23 156,06		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	173,53		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		78,94		

Tab. č. 21 - Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta II⁹²

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \sum(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,39	0,39	NE

Požadavky na celkovou dodanou energii, na neobnovitelnou primární energii dle vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov byly splněny. Požadavek na průměrný součinitel tepla U_{em} splněn nebyl viz. Tab 16.b.

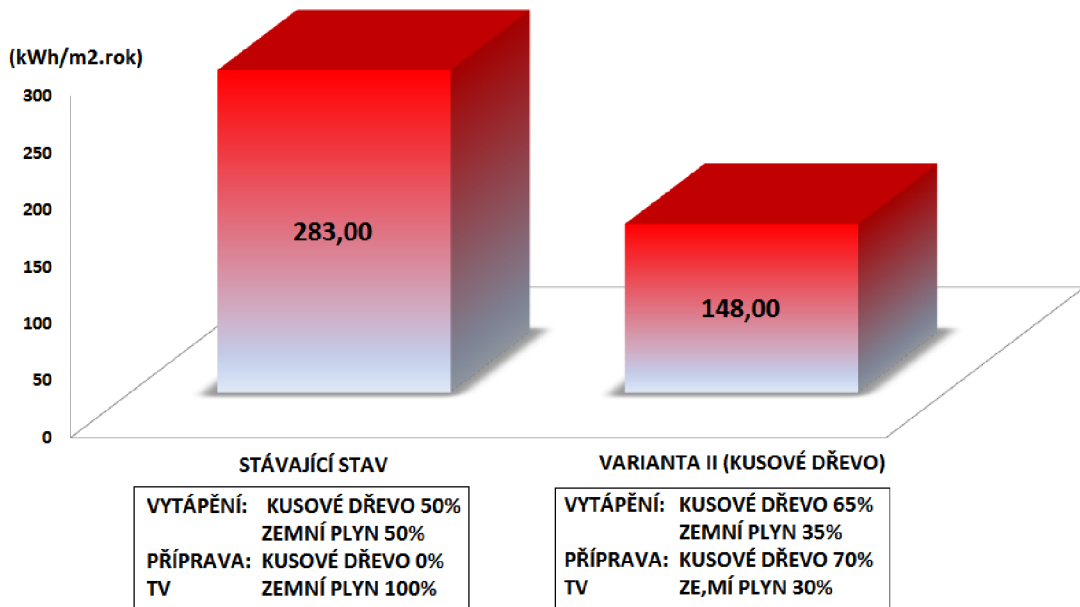
Požadavek dle vyhl. č.78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov § 6 ods. 2 písm. c) byl splněn viz. Tab. 11.b a Tab, 12.c **přílohy č. 5**. Návrhové opatření splňuje veškeré náležitosti pro vydání stavebního povolení.

⁹⁰ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

⁹¹ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

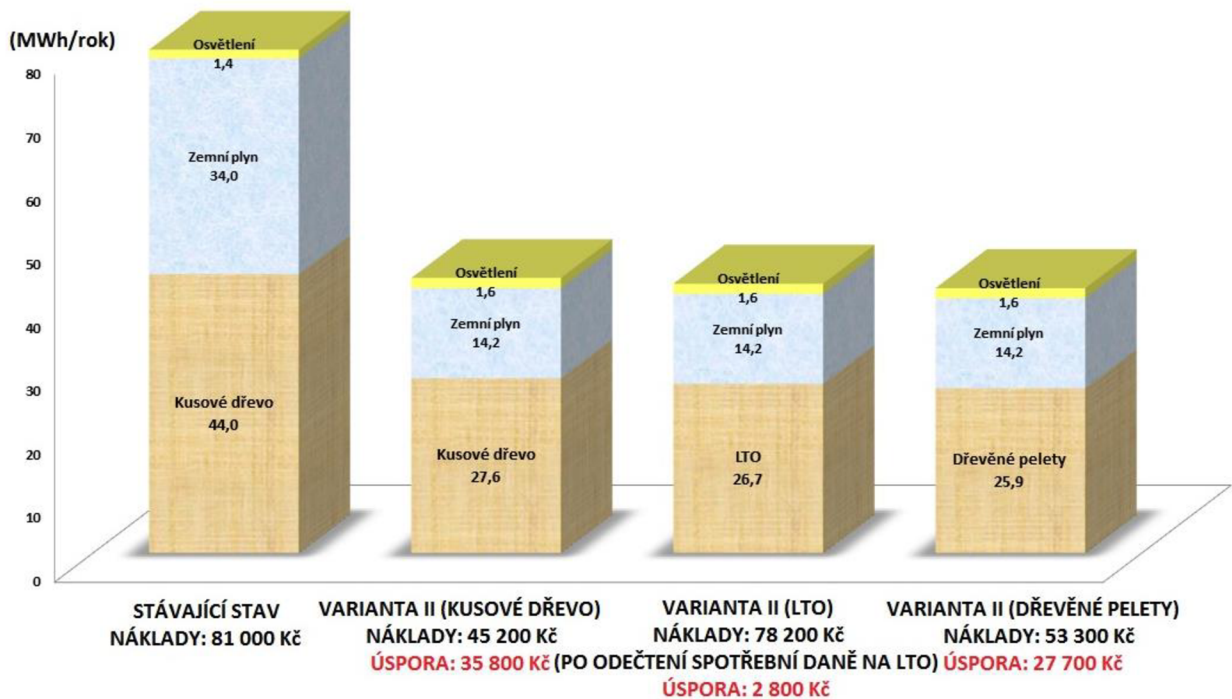
⁹² Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

Graf č. 13 - Srovnání celkové dodané energie (stávající stav - varianta II (hlavní energonositel-kusové dřevo))



Graf 4.b znázorňuje snížení celkové dodané energie oproti stávajícímu stavu (snížení o 47,7 %). Snížení celkové dodané energie koresponduje s variantou I.

Graf č. 14 - Podíl energonositelů na celkové dodané energii, výpočet úspory nákladů – Varianta II⁹³



⁹³ Kalkulačka pro výpočet nákladů na provoz nemovitosti z PENB. Ecoten [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://ecoten.cz/kalkulacka/>

Nižší tepelně izolační vlastnosti zvolené minerální vaty se v řádech sta korun promítly do celkových nákladů respektive celkových úspor.

Na základě místního šetření nebyl u posuzovaného objektu prokázán výskyt zvlhlého zdiva ani výskyt plísní. Napojení hydroizolační vrstvy spodní stavby na svislé zdivo nevykazuje známky degradace.

Při zohlednění těchto faktorů s ohledem na vyšší cenu minerální tepelné izolace oproti expandovanému polystyrénu (stanoveno rozpočtem v **příloze č. 7, 8**) byly pro variantu III zvoleny fasádní desky z šedého polystyrenu Baunit open reflect tl. 100 mm.

13.14 Návrhová opatření - Varianta III

Návrhové opatření - Varianta III svým technickým řešením navazuje na Variantu I s tím rozdílem, že k navrženým opatřením přibyl obnovitelný zdroj energie - solární termická soustava na přípravu teplé vody a vytápění.

Pro posuzovaný objekt bylo navrženo 7 solárních kolektorů - Regulus KPG1+. Podrobný návrh solární soustavy - viz. **příloha č. 4**.

Systém solárních kolektorů bude primárně sloužit jako pomocná energie na přípravu teplé vody v letním období. Sekundární využití bude sloužit pro vytápění. Solární systém bude napojen na kombinovanou akumulaci nádrž se zásobníkem na teplou vodu o celkovém objemu 1000 l Schindler + Hofmann THKE/F 1000 - viz. **příloha č.3**.

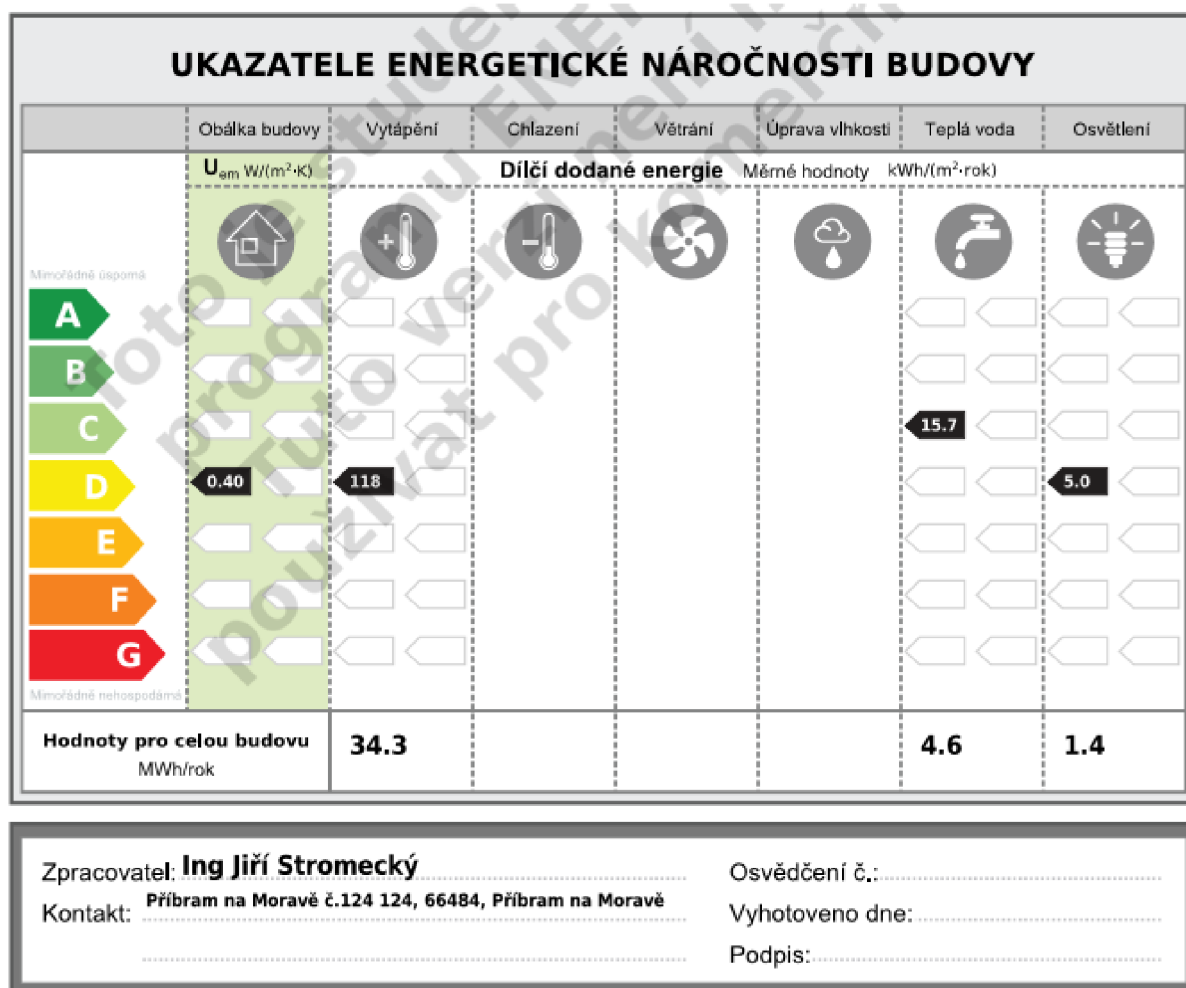
Jako primární zdroj energie bude využíván navržený kotel na biomasu. Původní plynový kotel však zůstal z praktického hlediska zachován z důvodu záložního zdroje energie - ohřev teplé vody při nepříznivém počasí v letním období, přitopení dle potřeby v jarním období (spotřeba zemního plynu cca 400 m³/rok). Řešení však záleží čistě na investoři, v případě úplného odstavení plynového kotle by úspora vzrostla cca o 5000 Kč/rok.

Obr. č. 13 - Plochý solární kolektor⁹⁴



⁹⁴Sluneční kolektor KPG1+, Regulus [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.regulus.cz/download/katalogove-listy/cz/kt_cz_kpg1plus.pdf

Tab. č. 22 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – varianta III



Instalací solárního termického systému došlo k poklesu dílčí dodané energie na vytápění o 3,28 % oproti variantě I, dílčí dodaná energie na přípravu teplé vody klesla o 26 %. Energetická náročnost budovy z pohledu přípravy teplé vody spadá nyní do kategorie C - Vyhovující. Provoz obnovitelného zdroje dodá do budovy ročně celkem necelých 8200 kWh/rok.

Tab. č. 23 - Posouzení celkové dodané energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta III⁹⁵

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	44 658,40	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		40 344,74		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	153,13		
(9)	Hodnocená budova		138,34		

⁹⁵ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

Tab. č. 24 - Posouzení neobnovitelné primární energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta III⁹⁶

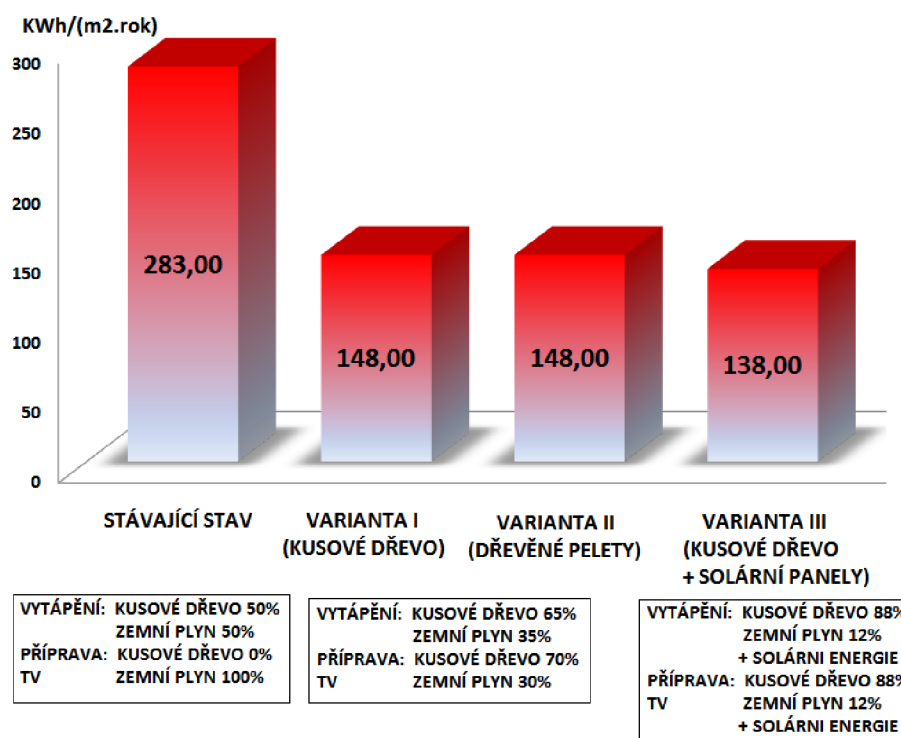
f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	50 584,23	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		11 737,68		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	173,45		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		40,25		

Tab. č. 25 - Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta III⁹⁷

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,40	0,39	NE

Graf č. 15 - Srovnání celkové dodané energie stávající stav – varianta I – varianta II – varianta III
(hlavní energonositel-kusové dřevo)

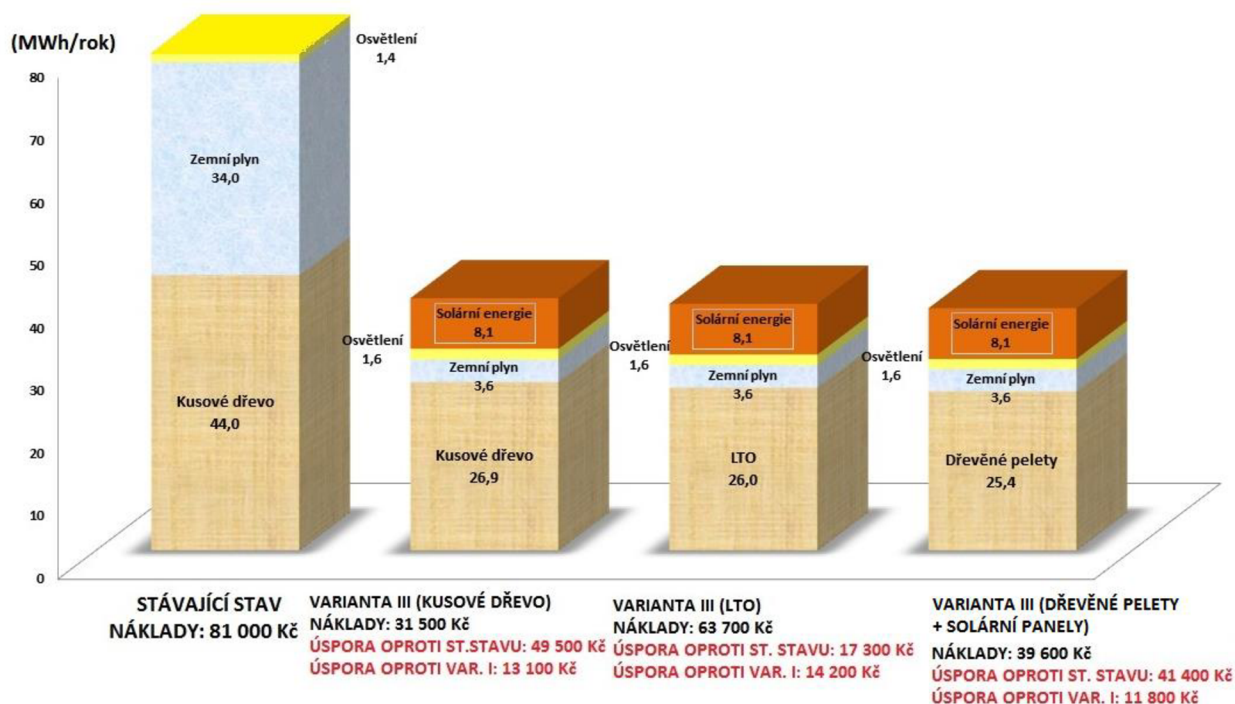


Graf 4.b znázorňuje srovnání celkové dodané energie u všech návrhových variant. Snížení oproti stávajícímu stavu činí 52 %.

⁹⁶ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

⁹⁷ Vyhl. č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov; Vyhl. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Praha, 2015.

Graf č. 16 - Podíl energonositelů na celkové dodané energii, výpočet úspory nákladů⁹⁸



Kombinace zateplení, výměny kotle na biomasu a solárního termického systému přinesla úsporu oproti stávajícímu stavu 49 500 Kč. Samotný přínos solárního termického systému oproti variantám bez obnovitelného zdroje energie činí 11 800 - 14 200 Kč, celková vyrobená energie tímto obnovitelným zdrojem energie činí 8,1 MWh/rok.

14 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Posuzovaný rodinný dům byl postaven v 80. letech minulého století. Do současné doby nebyla provedena rekonstrukce většího rozsahu. V roce 2010 proběhla výměna výplní otvorů. Tyto výplně otvorů nebyly v rámci navržené rekonstrukce měněny a bylo s nimi kalkulováno ve výpočtech. Předpokládaná životnost hlavních konstrukčních částí je uvažována min. 100 let, výplně otvorů 40 let.

Ekonomické vyhodnocení bylo stanoveno pomocí metody prosté návratnosti a pomocí podrobné návratnosti s kumulovaným Cash flow, se zohledněním růstu ceny energií a úroku. Podrobné vyhodnocení návratnosti investice je obsaženo v **příloze č. 9**.

⁹⁸ Kalkulačka pro výpočet nákladů na provoz nemovitosti z PENB. *Ecoten* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://ecoten.cz/kalkulacka/>

14.1 Rekapitulace výsledných investic, prostá návratnost

V této kapitole není zahrnut vliv inflace, růstu ceny energií, případně úroku.

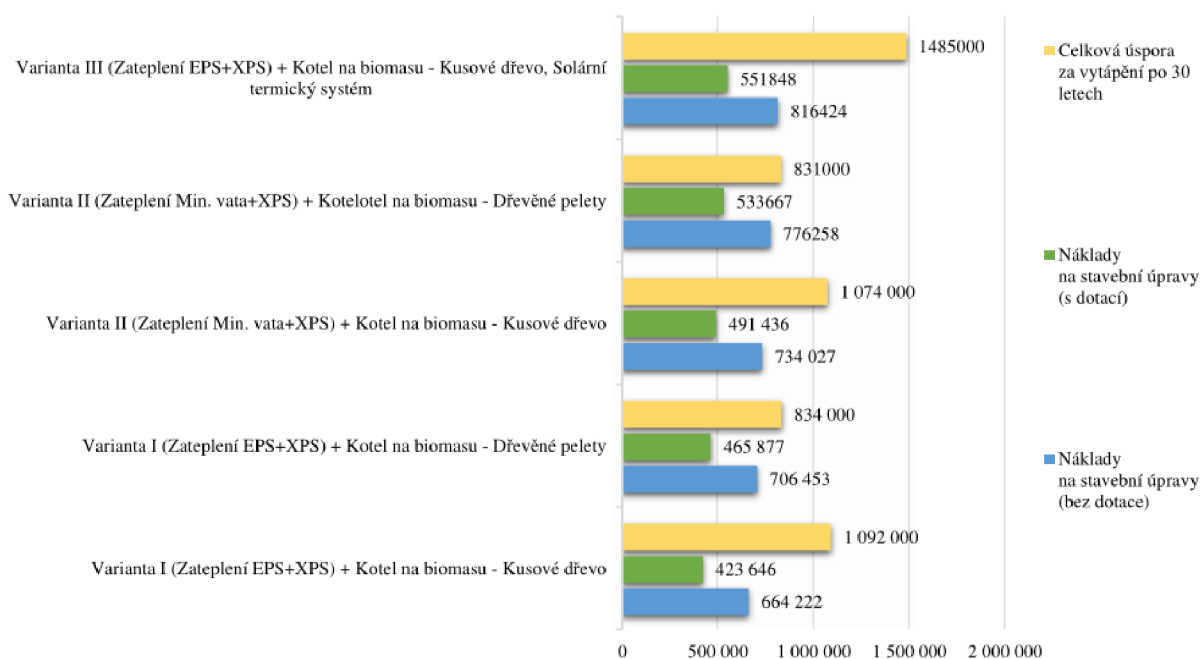
Tab. č. 26 - Prostá návratnost

Varianty posuzovaného stavu rodinného domu	Náklady na stavební úpravy (bez dotace)	Náklady na stavební úpravy (s dotací)	Roční úspora energie	Prostá doba návrtnosti (bez dotace)	Prostá doba návrtnosti (s dotací)	Životnost zateplení	Celková úspora za vytápění po 30 letech
	[Kč]	[Kč]	[Kč/rok]	[roky]	[roky]	[roky]	[Kč]
Varianta I (Zateplení EPS+XPS) + Kotel na biomasu - Kusové dřevo	664 222	450 046	36 400	18,2	12,4	30	1 092 000
Varianta I (Zateplení EPS+XPS) + Kotel na biomasu - Dřevěné pelety	706 453	492 277	27 800	25,4	17,7	30	834 000
Varianta II (Zateplení Min. vata+XPS) + Kotel na biomasu - Kusové dřevo	734 027	517 836	35 800	20,5	14,5	30	1 074 000
Varianta II (Zateplení Min. vata+XPS) + Kotel na biomasu - Dřevěné pelety	776 258	560 067	27 700	28,0	20,2	30	831 000
Varianta III (Zateplení EPS+XPS) + Kotel na biomasu - Kusové dřevo, Solární termický systém	816 424	578 248	49 500	16,5	11,7	30	1 485 000

* V ceně nákladů na stavební úpravy s dotací jsou
započítané náklady na vyřízení PENB + projektové
dokumentace v celkové ceně **26 400 Kč**

Graf č. 17 - Posouzení prosté ekonomické návratnosti

Posouzení prosté ekonomické návratnosti



Ve výpočtu bylo kalkulováno s celkovou životností zateplovacího systému 30 let. Výsledná doba návratnosti je negativně ovlivněna skutečností, že z položkového rozpočtu na zateplení představuje cena materiálu cca 70 % celkové ceny viz. **příloha č. 6**. Stanovené ceny materiálu (tepelná izolace) za měrnou jednotku byly převzaty z cenové soustavy RTS DATA 2016/I. pololetí (výpočtový program BUILDpower S). V současné době lze materiál stejných parametrů na trhu pořídit cca o 27 % levněji. Dále varianta I, II v provedení kotel na dřevěné pelety navyšuje investici o 30 % oproti pořízení kotle na biomasu v provedení kusové dřevo viz. **příloha č. 7**. Současně se v této souvislosti negativně projevuje v rozdílu v cenách energonositele (cena kusového dřeva oproti ceně dřevěných pelet).

Ze shora uvedeného lze dovodit, že doba návratnosti bez dotací se pohybuje v rozmezí 16,5 - 28 roků, což se blíží k době uvažované životnosti zateplovacího systému. Tato varianta se jeví jako ekonomicky neefektivní, z tohoto důvodu s ní nebylo pro podrobné ekonomické vyhodnocení (viz. následující kapitola) kalkulováno.

Finanční přínos dotací „Nová zelená úsporám“ snižuje dobu návratnosti na rozmezí od 11,7 do 20,2 roku.

14.2 Podrobné ekonomické vyhodnocení metodou kumulovaného

Cash flow

- Úrok

„Úrok je veličina, která hraje důležitou úlohu při uzavírání obchodů bank a je významným faktorem, který ovlivní jejich výhodnost jak z hlediska věřitele, tak i dlužníka. Úrokem obecně rozumíme částku, o kterou splatná částka převyšuje základ vkladu či jistiny.“⁹⁹

- Úmor

„Úmor je splátka jistiny dluhu neboli část splátky, o kterou se snižuje výše dlužné částky. Každou splátku úvěru totiž tvoří dvě části – úmor a úrok, jejichž výše se v průběhu splácení mění. Úmor představuje splátku dlužné částky, nezahrnuje tedy odměnu pro věřitele.“¹⁰⁰

⁹⁹ ZEMAN, Ing. Václav a Ing. Tomáš MELUZÍN. *Bankovnictví 1. díl* [online]. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 32 [cit. 2016-05-26].

¹⁰⁰ Úmor (splátka jistiny dluhu). *Finslovník* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <https://www.algoritmy.net/article/123/Anuita>

- Prostá návratnost investice

Prostá doba návratnosti je doba potřebná pro úhradu celkových investičních nákladů čistými příjmy projektu. Tím dostaneme odhad délky období, za které bude investice splacena. Čím bude toto období kratší, tím se projekt považuje za výhodnější. Přívlastek -prostý- vyjadřuje u tohoto ukazatele jeho jednoduchost, protože budoucí čisté příjmy nejsou diskontovány - toto kritérium tedy nerespektuje časovou hodnotu peněz. Prostá doba návratnosti může být na rozdíl od kritérií, která berou v úvahu diskontování, často zavádějící, proto slouží spíše jen jako první orientační kritérium pro hodnocení realizovatelnosti projektu. Opomíjí se, že současná hodnota budoucích příjmů je ve skutečnosti nižší. Nezhledňuje se ani celková délka období, po které budou příjmy z projektu plynout.¹⁰¹

$$\text{prostá návratnost} = \frac{\text{náklady}}{\text{úspora energie} \times \text{cena energie}} = \frac{\text{náklady}}{\text{uspořené peníze}}$$

- Anuitní splátka úvěru

Anuita je splátka úvěru, jejíž výše se v průběhu času nemění. Anuita se skládá ze dvou částí - splátky jistiny a úroků. Poměr mezi úroky a jistinou je nejvyšší na počátku splácení a postupně se snižuje. Anuitní splátka úvěru se vypočítá podle vzorce:¹⁰²

$$S = U \times \frac{q^n \times (q - 1)}{q^n - 1}$$

S = anuitní splátka

U = půjčená částka

q = úroková míra za časovou jednotku, n je počet období.

n = počet období (čas)

¹⁰¹Ekonomické hodnocení výnosnosti investice. *Finslovník* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://lea.ecn.cz/cdoze/vypocet.html>>

¹⁰² Anuita. *Algoritmy* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<https://www.algoritmy.net/article/123/Anuita>>

- Kumulované Cash flow

„Kumulovaný diskontovaný tok hotovosti vyjadřuje celkovou ekonomiku projektu do daného roku se zohledněním časové hodnoty peněz. Je to tedy průběžný součet všech diskontovaných toků hotovosti od nultého roku do daného roku. Hodnota v posledním roce životnosti projektu se rovná čisté současné hodnotě.“¹⁰³

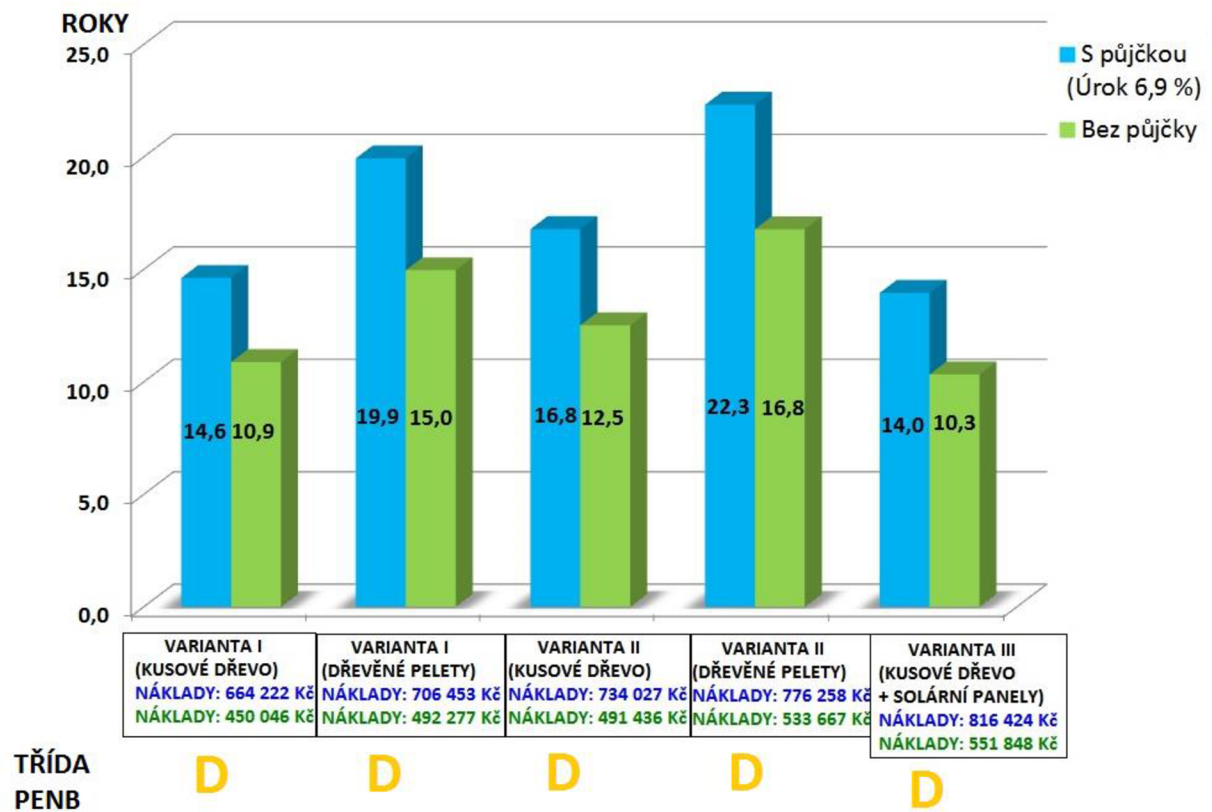
V předchozí kapitole byly jednotlivé varianty návrhových opatření zhodnoceny z hlediska ekonomické efektivity vložené investice pomocí metody prosté návratnosti. Podrobné ekonomické vyhodnocení je založeno na principu kumulovaného Cash flow, který vyjadřuje celkovou ekonomiku projektu do daného roku. Jedná se o průběžný součet všech diskontovaných toků v hotovosti od nultého roku do roku daného. Diskontované toky se skládají z kladné hotovosti (roční úspora z vložené investice) a záporné hotovosti v (anuitní splátka úvěru, která se skládá z fixního úroku a splátky jistiny tzv. úmoru). Ideální stav nastane tehdy, když kumulované diskontované příjmy plynoucí z investice uhradí diskontované kapitálové výdaje.¹⁰⁴

Výpočet byl proveden ve dvou variantách. První varianta kalkuluje s půjčkou, která odpovídá celkové výši investice. Druhá varianta počítá s přímým financováním bez půjčky. Při výpočtu byla uvažována změna cen energií ve výši 2,4 %. Po výpočet byla zvolena půjčka na bydlení od ČSOB, která si za zpracování úvěru účtuje poplatek ve výši 1 % z celkové vypůjčené částky (max. 3500 Kč). Fixní úrok činí 6,9 %.

¹⁰³ Ekonomické hodnocení výnosnosti investice. *Finslovník* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://lea.ecn.cz/cdoze/vypocet.html>

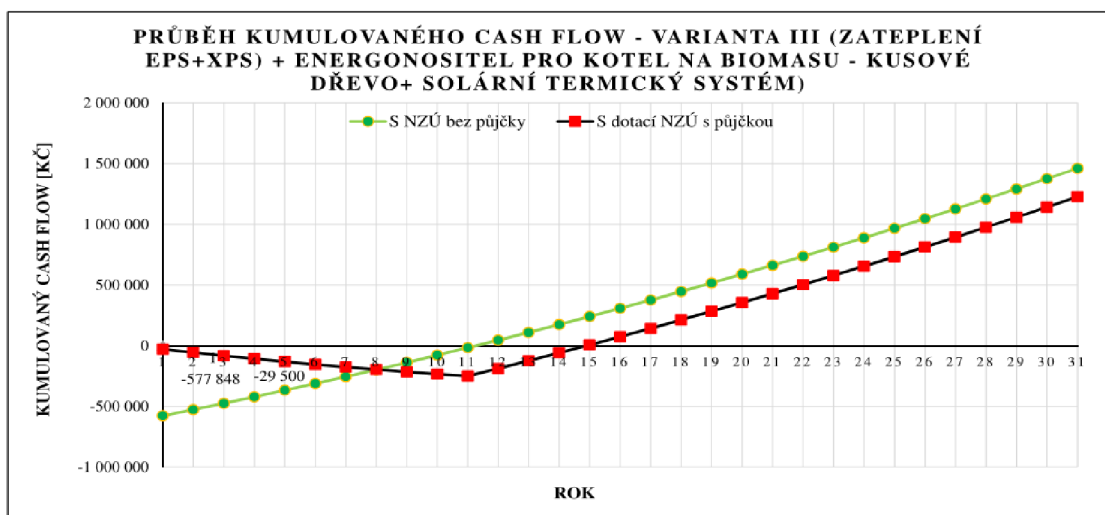
¹⁰⁴ ŠTICHHAUEROVÁ, Eva. *Investiční činnost v podniku* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci a partneři Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s., 2013 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: http://educom.tul.cz/educom/inovace/NOP/NOP/2013_04_22_Stichhauerova_NOP_Investicni%20cininnost%20v%20podniku.pdf

Graf č. 18 - Podrobné vyhodnocení ekonomické návratnosti



Nejvýhodnější variantu představuje varianta III, která má díky obnovitelnému zdroji energie nejkratší dobu návratnosti. Nejvyšší dobu návratnosti představuje varianta II, kde se do výšky návratnosti promítla kombinace dražšího tepelně izolačního materiálu a kotle na dřevěné pelety. Doba návratnosti se u těchto dvou variant liší v případě využití dotací o 6,5 roku. Bez dotací se návratnost navýšila o další skoro 2 roky. Podrobný výpočet všech variant návrhových opatření viz. **příloha č. 8**.

Graf č. 19 - Podrobné vyhodnocení ekonomické návratnosti – Varianta III



Tab. č. 27 - Podrobné vyhodnocení ekonomické návratnosti – Varianta III

Podrobné ekonomické vyhodnocení : Varianta III (Zateplení EPS+XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu - Kusové dřevo + Solární termický systém

Rok	Výnosy		Změna cen energií		Výnosy se změnou	S dotací NZÚ s půjčkou					návrátnost v roce : 13,9		S NZÚ bez půjčky	
	[Kč]	[%]	[Kč]	[Kč]		Náklady [Kč]	Anuitní splátka (10 let) (1x)	Úrok (6,9 % p.a.)	Úmor dluhu	Zůstatek dluhu	Kumul. Cash Flow	Náklady [Kč]	Kumul. Cash Flow	
														10
							1	6,9			Vyřiz.dotace 26 000 Kč		10,3	
							[Kč]	[Kč]			[Kč]		[Kč]	
0	/	/	/	0	551 848	3 500	/	/	551 848	-29 500	551 848	0	-577 848	
1	49 500	2,4	1188	50 688	0	78 208	38 078	40 130	511 718	-57 020	0	0	-527 160	
2	49 500	2,4	1188	51 876	0	78 208	35 309	42 899	468 818	-83 352	0	0	-475 284	
3	49 500	2,4	1188	53 064	0	78 208	32 348	45 859	422 959	-108 496	0	0	-422 220	
4	49 500	2,4	1188	54 252	0	78 208	29 184	49 024	373 935	-132 452	0	0	-367 968	
5	49 500	2,4	1188	55 440	0	78 208	25 802	52 406	321 528	-155 220	0	0	-312 528	
6	49 500	2,4	1188	56 628	0	78 208	22 185	56 022	265 506	-176 800	0	0	-255 900	
7	49 500	2,4	1188	57 816	0	78 208	18 320	59 888	205 618	-197 192	0	0	-198 084	
8	49 500	2,4	1188	59 004	0	78 208	14 188	64 020	141 598	-216 396	0	0	-139 080	
9	49 500	2,4	1188	60 192	0	78 208	9 770	68 438	73 160	-234 411	0	0	-78 888	
10	49 500	2,4	1188	61 380	0	78 208	5 048	73 160	0	-251 239	0	0	-17 508	
11	49 500	2,4	1188	62 568	0					-188 671	0	0	45 060	
12	49 500	2,4	1188	63 756	0					-124 915	0	0	108 816	
13	49 500	2,4	1188	64 944	0					-59 971	0	0	173 760	
14	49 500	2,4	1188	66 132	0					6 161	0	0	239 892	
15	49 500	2,4	1188	67 320	0					73 481	0	0	307 212	
16	49 500	2,4	1188	68 508	0					141 989	0	0	375 720	
17	49 500	2,4	1188	69 696	0					211 685	0	0	445 416	
18	49 500	2,4	1188	70 884	0					282 569	0	0	516 300	
19	49 500	2,4	1188	72 072	0					354 641	0	0	588 372	
20	49 500	2,4	1188	73 260	0					427 901	0	0	661 632	
21	49 500	2,4	1188	74 448	0					502 349	0	0	736 080	
22	49 500	2,4	1188	75 636	0					577 985	0	0	811 716	
23	49 500	2,4	1188	76 824	0					654 809	0	0	888 540	
24	49 500	2,4	1188	78 012	0					732 821	0	0	966 552	
25	49 500	2,4	1188	79 200	0					812 021	0	0	1 045 752	
26	49 500	2,4	1188	80 388	0					892 409	0	0	1 126 140	
27	49 500	2,4	1188	81 576	0					973 985	0	0	1 207 716	
28	49 500	2,4	1188	82 764	0					1 056 749	0	0	1 290 480	
29	49 500	2,4	1188	83 952	0					1 140 701	0	0	1 374 432	
30	49 500	2,4	1188	85 140	0					1 225 841	0	0	1 459 572	

Doba návratnosti u této varianty dle výpočtu činí 10,3 roku bez půjčky a 13,9 roku s půjčkou. Dle grafu 8.b nastává bod zvratu po desátém roce. V tomto roce dojde ke splacení dluhu a z tohoto důvodu začnou výrazně převažovat diskontované kladné toky v hotovosti nad toky zápornými.

15 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vypracovat návrh ke snížení energetické náročnosti rodinného domu a to formou jeho rekonstrukce. Vlastní diplomová práce je rozdělena na dvě části.

V první, teoretické části byl vyhotoven stručný popis úsilí OSN a Evropské unie k přijetí opatření k zabránění vlivům způsobujícím globálnímu oteplování. Byl popsán přístup České republiky, která formou implementace zapracovává obsah „Směrnic“ Evropské unie do vnitrostátních zákonů. Nejdůležitější právní úpravy jsou podrobněji popsány.

V druhé, praktické části bylo vypracováno celkem pět návrhových opatření ke snížení energetické náročnosti dané budovy. Při řešení jednotlivých variant bylo nutno respektovat stávající platnou právní úpravu. Při výpočtech energetické náročnosti budovy bylo postupováno v souladu se zákonem č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a prováděcí vyhláškou č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov metodou referenční budovy. K výpočtům byl použit software firmy Dekpartner Tepelná technika 1D, Energetika.

Stávající stav hodnocené budovy odpovídal třídě energetické náročnosti F – Velmi nevhodná. Všechna navrhovaná opatření snížila energetickou náročnost budovy na úroveň energetické třídy D – Méně úsporná.

Součástí diplomové práce bylo posouzení provedených návrhových opatření z hlediska ekonomické efektivity a návratnosti vložené investice. Za ekonomicky nejvýhodnější byla vybrána varianta III – kombinace zateplení budovy, tepelného zdroje na tuhá paliva, solární termické soustavy. Při využití dotací „Nová zelená úsporám“ činí návratnost vypočtena metodou kumulovaného Cash flow 10,3 roku.

Téma diplomové práce bylo zvoleno se záměrem navrhnout technická řešení a ekonomická opatření realizovatelná v praxi.

16 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Globální oteplování v jediném grafu: opravdu za to mohou lidé. *Technet.idnes* [online]. 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://technet.idnes.cz/globalni-oteplovani-grafy-dc2-/veda.aspx?c=A150703_165530_veda_pka>
- [2] Zákon č. 17/1992 Sb., § 6 odst. 1, Zákon o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů
- [3] Murtinger, K. *Úsporný rodinný dům*. 1. vyd. Praha : Grada, 2013. 112 s. ISBN 978-80-247-4559-6. s. 9, 10.
- [4] RUBINOVÁ, PH.D, Ing. Olga. *Budova a energie Energetická náročnost a legislativa ČR* [online]. Brno, 2013, s. 14 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp08.pdf>>
- [5] BP Statistical Review of World Energy June 2015. *Elektřina, bp* [online], 2015 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z <<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf>, <<http://www.elektrina.cz/vyroba-a-spotreba-energie-ve-svete>>
- [6] Světová energetika v roce 1973 a 2012: Co se změnilo a kdo se stane příští velmocí? *Elektřina* [online]. 2014 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.elektrina.cz/vyroba-a-spotreba-energie-ve-svete>>
- [7] Primary energy: review by energy type. *Www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html>
- [8] Spotřeba energie a vývoj společnosti. *Vitejtenazemi* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_a_vyvoj_spolecnosti&site=energie>
- [9] AKTUALIZACE STÁTNÍ ENERGETICKÉ KONCEPCE ČESKÉ REPUBLIKY [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/85476420-5469-46ab-a19f-51a0c97eae8d/AKTUALIZACE-STATNI-ENERGETICKE-KONCEPCE-CR.pdf?ext=.pdf>>
- [10] Spotřeba energie v ČR [online]. ČSÚ [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_cr&site=energie>
- [11] Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států. *Http://www.mzp.cz* [online]. [cit.2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/umluva_o_dalkovem_znecistovani_ovzdusi_hranice>
- [12] Rámcová úmluva OSN o změně klimatu. *Mzp* [online]. Praha: mzp [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu>
- [13] Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. *Mzp* [online]. Praha: mzp [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol>
- [14] Klimatická konference v Paříži 2015. *Http://www.euractiv.cz/* [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <<http://www.euractiv.cz/energetika/link-dossier/klimaticka-konference-v-parizi-2015-cop21-000137>>
- [15] Pařížská dohoda. *Pařížská dohoda* [online]. Praha: mzp, 2015, s. 2 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf)>
- [16] Energetika. *Europa* [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: http://europa.eu/pol/ener/index_cs.htm
- [17] *Státní energetická koncepce České republiky* [online]. Praha: mpo, 2015 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.mpo.cz/dokument158012.html>>
- [17] *Zákon o hospodaření energií č. 406/2000* [online]. Praha, 2000, § 2 odst. 1 písm. f) [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>>
- [18] Revize evropské směrnice 2002/91/ES o energetické náročnosti budov. *Tzb-info* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6739-revize-evropske-smernice-2002-91-es-o-energeticke-narocnosti-budov>>
- [19] *Zákon o hospodaření energií č. 406/2000* [online]. Praha, 2000, § 2 odst. 1 písm. f) [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>>
- [20] *Zakonyprolidi* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/>>

- [21] *Energetická náročnost budov* [online]. EkoWATT. Praha, 2009, s. 9 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>>
- [22] Vyhláška č. 78/2013 Sb., § 2 písm. j), o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů
- [23] www.tzb-info.cz [online], 2015 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>>
- [24] www.zelenausporam.cz [online], 2015 [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <<http://www.zelenausporam.cz/sekce/560/2/slovnicek-pojmu-technicke-terminy>>
- [25] HUDCOVÁ A KOL., Lenka. *Energetická náročnost budov* [online]. Praha: EkoWATT, 2009, s. 9 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.ekowatt.cz/cz/publikace/Energeticka-narocnost-budov>>
- [26] Energetický štítek obálky budovy. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://stavebni-fyzika.cz>>
- [27] *Vyhl. č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku* [online]. 2012, § 2 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>>
- [28] Energetický audit. *Audit-nemovitosti* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.audit-nemovitosti.cz/energeticky-audit.aspx>>
- [29] 3. výzva pro rodinné domy - obecné informace. *Novazelenausporam* [online]. mzp [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/>>
- [30] Co je pasivní dům? *Pasivnidomy* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>>
- [31] Co musí splnit nový kotel na tuhá paliva po roce 2020? *Tzb-info* [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/12909-co-musi-splnit-novy-kotel-na-tuha-paliva-po-roce-2020>>
- [32] MATUŠKA, PH.D, Ing. Tomáš. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2010, s. 12 [cit. 2016-05-26].
- [33] Problematika kombinace solárních soustav s kotli na spalování biomasy. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/7209-problematika-kombinace-solarnich-soustav-s-kotli-na-spalovani-biomasy>>
- [34] *Tisková zpráva k cenovému rozhodnutí ERÚ č. 6/2015, o regulovaných cenách souvisejících s dodávkou plynu pro rok 2016* [online]. eru, 2015 [cit. 2016-05-25]. <Dostupné z: <<https://www.eru.cz>>
- [35] Kalkulace jednotkové ceny. MARKOVÁ, PH.D, doc. Ing. Leonora. *Ceny ve stavebnictví* [online]. s. 105 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <<http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BV03-Ceny%20ve%20stavebnictvi%20I/P01-Ceny%20ve%20stavebnictvi%20-%20pruvodce%20predmetem.pdf>>
- [36] Poloha posuzovaného objektu: Mapa základní. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <www.mapy.cz>
- [37] Letecký snímek: Ortofotomapa. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <www.mapy.cz>
- [38] Porovnání emisních požadavků pro kotle do 300 MW. *TZB - info* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <<http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/12909-co-musi-splnit-novy-kotel-na-tuha-paliva-po-roce-2020>>
- [39] Kalkulačka pro výpočet nákladů na provoz nemovitosti z PENB. *Ecoten* [online]. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <<http://ecoten.cz/kalkulacka/>>
- [40] ČSN EN 12 831 *Teplné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [41] Kotle na dřevo, pelety a LTO. www.atmos.eu [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <<http://www.atmos.eu/kombi-kotle-na-drevo-pelety-a-elto/>>
- [42] Akumulační nádrže a zásobníkové ohřivače teplé vody. *Voda-topeni-plyn* [online]. Kuřim, 2015 [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <<http://www.voda-topeni-plyn.eu/download/files/vyrobky/2732-akumulacninarzeproweb-1.pdf>>

- [43] Legislativní požadavky na ekodesign. *Kdtradepraha* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <<http://www.kdtradepraha.cz/energie-a-priroda>>
- [44] ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [45] ČSN EN 13501-1+A1 *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [46] Cenová soustava RTS DATA 2016/ I. pololetí. *Rts* [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.rts.cz/bpdata.htm>
- [47] ČSN EN 13162+A1 *Tepelněizolační výrobky pro budovy - Průmyslově vyráběné výrobky z minerální vlny (MW) - Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [48] Isover TF PROFI 120 mm. *Heureka* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://izolacni-materialy.heureka.cz/isover-tf-profi-120-mm/>
- [49] Cenová soustava ÚRS. *Cs-urs* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.cs-urs.cz/>
- [50] Anuita. *Algoritmy* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<https://www.algoritmy.net/article/123/Anuita>>
- [51] Ekonomické hodnocení výnosnosti investice. *Finslovník* [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <<http://lea.ecn.cz/cdoze/vypocet.html>>
- [52] ŠTICHHAUEROVÁ, Eva. *Investiční činnost v podniku* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci a partneři Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s, 2013 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://educom.tul.cz/educom/inovace/NOP/NOP/2013_04_22_Stichhauerova_NOP_Investicni%20cinnost%20v%20podniku.pdf>
- [53] ČSN 06 0320 *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [54] ČSN EN 12 831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [55] Zjednodušená bilance solárního kolektoru. *TZB - info* [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>>
- [56] Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>
- [57] Podmínky oblasti podpory (A, C). *Novazelenausporam* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>
- [58] Rozpočtovací program BUILDpower S. *Rts* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: http://www.rts.cz/buildpower_s_rozpocetovani.aspx
- [59] Ceník Atmos. *Atmos* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/cenik/>
- [60] Vyhodnocení roční úspory palivových nákladů při výměně starého kotle na pevná paliva za nový. *Lokalni-topeniste.kr-moravskoslezsky*[online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://lokalni-topeniste.kr-moravskoslezsky.cz/>

17 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

<i>Tab. č. 1- Hodnoty faktoru celkové primární a neobnovitelné primární energie pro hodnocenou budovu podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., příloha č. 3.....</i>	<i>30</i>
<i>Tab. č. 2 - Rozdělení rodinných domů dle energetické náročnosti.....</i>	<i>37</i>
<i>Tab. č. 3 - Přehled povinností souvisejících s prodejem a provozem kotlů na tuhá paliva do výkonu 500 KW.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. č. 4 - Sluneční energie během roku</i>	<i>39</i>
<i>Tab. č. 5 - Obvyklá struktura jednotkové ceny</i>	<i>44</i>
<i>Tab. č. 6 - Posouzení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540 – Stávající stav.....</i>	<i>52</i>
<i>Tab. č. 7 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831- Stávající stav</i>	<i>54</i>
<i>Tab. č. 8 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – Stávající stav</i>	<i>54</i>
<i>Tab. č. 9 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831 – Varianta I.....</i>	<i>56</i>
<i>Tab. č. 10 - Posouzení součinitele prostupu tepla měněných stavebních konstrukcí dle ČSN 73 0540 – Varianta I.....</i>	<i>58</i>
<i>Tab. č. 11 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – varianta I.....</i>	<i>59</i>
<i>Tab. č. 12 - Posouzení celkové dodané energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. –Varianta I.....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. č. 13 - Posouzení neobnovitelné primární energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta I.....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. č. 14 - Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla dle vyhl. č. 78/2013 Sb. Varianta I.....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. č. 15 - Porovnání technických parametrů tepelných izolací</i>	<i>63</i>
<i>Tab. č. 16 - Posouzení součinitele prostupu tepla měněných stavebních konstrukcí dle ČSN 73 0540-2 Sb.- Varianta II.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. č. 17 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu- Varianta II</i>	<i>65</i>
<i>Tab. č. 18 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – varianta II.....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. č. 19 - Posouzení celkové dodané energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta II</i>	<i>66</i>
<i>Tab. č. 20 - Posouzení neobnovitelné primární energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta II</i>	<i>66</i>
<i>Tab. č. 21 - Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta II</i>	<i>66</i>
<i>Tab. č. 22 - Ukazatele energetické náročnosti budovy – varianta III</i>	<i>69</i>
<i>Tab. č. 23 - Posouzení celkové dodané energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta III.....</i>	<i>69</i>
<i>Tab. č. 24 - Posouzení neobnovitelné primární energie dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta III</i>	<i>70</i>
<i>Tab. č. 25 - Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla dle vyhl. č. 78/2013 Sb. – Varianta III.....</i>	<i>70</i>
<i>Tab. č. 26 - Prostá návratnost</i>	<i>72</i>

<i>Tab. č. 27 - Podrobné vyhodnocení ekonomické návratnosti – Varianta III</i>	77
<i>Tab. č. 27 - Stanovení potřeby teplé vody dle ČSN EN 15 316-3-1</i>	96
<i>Tab. č. 28 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831</i>	99
<i>Tab. č. 29 - Přirážka na tepelné ztráty přípravy teplé vody dle TNI 73 0302</i>	103
<i>Tab. č. 30 - Výpočet teplé vody dle TNI 73 0302</i>	104
<i>Tab. č. 31 - Korekční součinitel dle TNI 73 0302</i>	105
<i>Tab. č. 32 - Celková potřeba tepla na vytápění</i>	105
<i>Tab. č. 33 - Průměrná teplota v solárních kolektorech t,k,m dle TNI 73 0302</i>	108
<i>Tab. č. 34 - Srážka z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát dle TNI 73 0302</i>	108
<i>Tab. č. 36 – Vypočtené parametry solárních kolektorů</i>	111
<i>Tab. č. 37 - Energetické údaje objektu stávajícího a návrhového stavu – varianta I</i>	114
<i>Tab. č. 38 - Vyhodnocení podoblastí dotace A.1, C.1 – varianta I</i>	114
<i>Tab. č. 39 - Požadavky a vyhodnocení zdroje na biomasu – varianta I (kusové dřevo)</i>	115
<i>Tab. č. 40 - Požadavky a vyhodnocení zdroje na biomasu – varianta I (dřevěné pelety)</i>	115
<i>Tab. č. 41 - Energetické údaje objektu stávajícího a návrhového stavu – varianta II</i>	115
<i>Tab. č. 42 - Vyhodnocení podoblastí dotace A.1, C.1 – varianta II</i>	116
<i>Tab. č. 43 - Vyhodnocení podoblastí dotace A.1, C.3 – varianta II</i>	116
<i>Tab. č. 44 - Vyhodnocení podoblasti dotace A.1</i>	117
<i>Tab. č. 45 - Vyhodnocení podoblasti dotace C.3</i>	117
<i>Tab. č. 46 - Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu (varianta I)</i>	119
<i>Tab. č. 47 - Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ (varianta I)</i>	120
<i>Tab. č. 48 - Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu (varianta II)</i>	121
<i>Tab. č. 49 - Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ (varianta II)</i>	122
<i>Tab. č. 50 - Stanovení ceny kotle na biomasu (ruční příkládání – kusové dřevo)</i>	124
<i>Tab. č. 51 - Stanovení ceny kotle na biomasu (automatické příkládání – dřevěné pelety)</i>	125
<i>Tab. č. 52 - Stanovení konečné ceny kotle na biomasu (ruční příkládání – kusové dřevo)</i>	126
<i>Tab. č. 53 - Stanovení konečné ceny kotle na biomasu (automatické příkládání – dřevěné pelety)</i>	126
<i>Tab. č. 54 - Stanovení konečné ceny solárního termického systému NZÚ</i>	127
<i>Tab. č. 55 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo</i>	129
<i>Tab. č. 56 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety</i>	130
<i>Tab. č. 57 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo</i>	131

<i>Tab. č. 58 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety</i>	132
<i>Tab. č. 59 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta III (EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – Kusové dřevo + Solární termický systém</i>	133

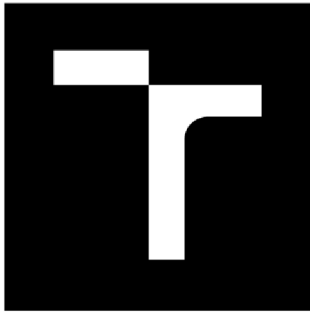
18 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

<i>Graf č. 1 - Celosvětová spotřeba primární energie v letech 1989- 2014 v Mtoe</i>	13
<i>Graf č. 2 - Změna světového palivového mixu pro výrobu energie 1973- 2012</i>	13
<i>Graf č. 3 - Spotřeba primární energie dle zdrojů v ČR v letech 2010 - 2013</i>	15
<i>Graf č. 4 - Spotřeba primární energie podle sektorů v roce 2012</i>	16
<i>Graf č. 5 - Vývoj spotřeby v domácnostech v České republice 2012 (PJ, 1 PJ = 1.10³⁰ J)....</i>	16
<i>Graf č. 6 - Vývoj a struktura konečné spotřeby energie (PJ, 1 PJ = 1.10³⁰ J).....</i>	22
<i>Graf č. 7 - Vývoj a struktura konečné spotřeby energie v domácnostech (PJ, 1 PJ = 1.10³⁰ J)</i>	23
<i>Graf č. 8 - Srovnání cen plynu pro domácnosti s rokem 2005 (průměr roku 2005 = 100)....</i>	42
<i>Graf č. 9 - Vývoj inflace v letech 2014 - 2015</i>	43
<i>Graf č. 10 - Podíl energonositelů na dodané energii</i>	55
<i>Graf č. 11 - Srovnání celkové dodané energie (stávající stav s varianta I (hlavní energonositel-kusové dřevo)</i>	61
<i>Graf č. 12 - Podíl energonositelů na celkové dodané energii, výpočet úspory nákladů – Varianta I.....</i>	62
<i>Graf č. 13 - Srovnání celkové dodané energie (stávající stav - varianta II</i>	67
<i>Graf č. 14 - Podíl energonositelů na celkové dodané energii, výpočet úspory nákladů – Varianta II.....</i>	67
<i>Graf č. 15 - Srovnání celkové dodané energie stávající stav – varianta I – varianta II – varianta III.....</i>	70
<i>Graf č. 16 - Podíl energonositelů na celkové dodané energii, výpočet úspory nákladů</i>	71
<i>Graf č. 17 - Posouzení prosté ekonomické návratnosti</i>	72
<i>Graf č. 18 - Podrobné vyhodnocení ekonomické návratnosti</i>	76
<i>Graf č. 19 - Podrobné vyhodnocení ekonomické návratnosti – Varianta III</i>	76
<i>Graf č. 20 - Stanovení potřeby teplé vody, vlastní graf.....</i>	97
<i>Graf č. 21 - Souvislost mezi instalovanou plochou solárních kolektorů, solárním podílem a měrnými využitými zisky solární soustavy pro přípravu teplé vody</i>	109
<i>Graf č. 22 - Bilance energií</i>	112

<i>Graf č. 23 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo</i>	129
<i>Graf č. 24 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety</i>	130
<i>Graf č. 25 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo</i>	131
<i>Graf č. 26 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety</i>	132

19 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

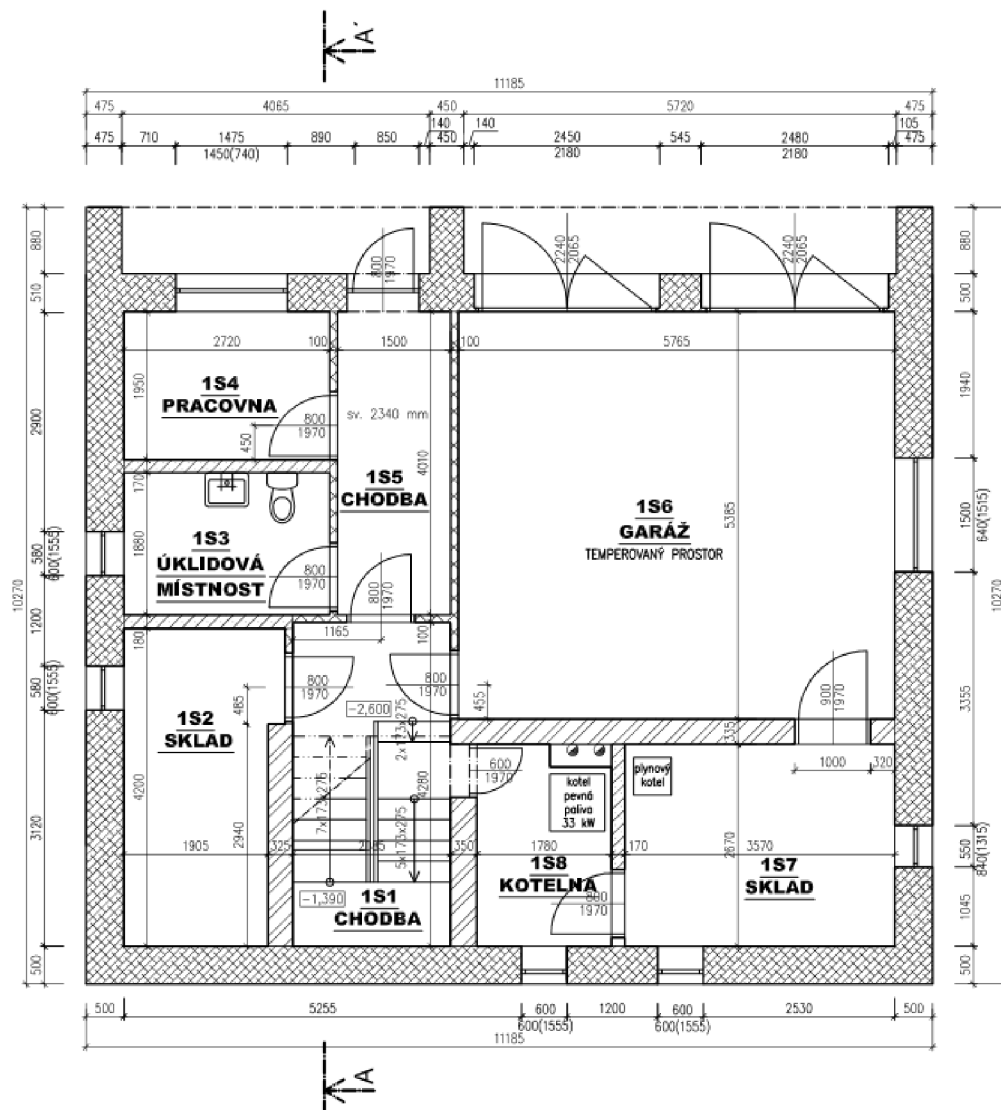
<i>Obr. č. 1 - Světová spotřeba primární energie na obyvatele v roce 2014 v toe (toe – tuna ropného ekvivalentu; 1 toe = 41,867 GJ).....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. č. 2 - Princip výpočtu energetické náročnosti budov</i>	<i>24</i>
<i>Obr. č. 3 - Obsah současné formy grafické podoby PENB.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. č. 4 - Energetický štítek obálky budovy - vzor</i>	<i>34</i>
<i>Obr. č. 5 - Rozdělení solárních kolektorů</i>	<i>40</i>
<i>Obr. č. 6 - Bazénový absorbér</i>	<i>40</i>
<i>Obr. č. 7 - Plochý solární kolektor</i>	<i>41</i>
<i>Obr. č. 8 - Zapojení solární soustavy a kotle do kombinované akumulční nádrže</i>	<i>41</i>
<i>Obr. č. 9 - Poloha posuzovaného objektu</i>	<i>48</i>
<i>Obr. č. 10 - Letecký snímek</i>	<i>48</i>
<i>Obr. č. 11 - Kombinovaný kotel na dřevo, pelety a LTO Atmos DC18SP (L)</i>	<i>57</i>
<i>Obr. č. 12 - Kombinovaná akumulční nádrž Schindler + Hofmann THKE/F1000</i>	<i>57</i>
<i>Obr. č. 13 - Plochý solární kolektor</i>	<i>68</i>
<i>Obr. č. 14 - Pohled severní</i>	<i>93</i>
<i>Obr. č. 15 - Pohled severozápadní</i>	<i>93</i>
<i>Obr. č. 16 - Pohled jižní.....</i>	<i>94</i>
<i>Obr. č. 17 – Pohled severovýchodní</i>	<i>94</i>
<i>Obr. č. 17 - Kombinovaný kotel na dřevo, pelety a LTO Atmos DC18SP (L)</i>	<i>100</i>
<i>Obr. č. 18 - Plochý solární kolektor</i>	<i>107</i>



PŘÍLOHA Č. 1– VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

OBSAH PŘÍLOHY:

- Půdorys 1S
- Půdorys 1NP
- Půdorys 2NP
- Řez A-A'



LEGENDA MATERIÁLŮ

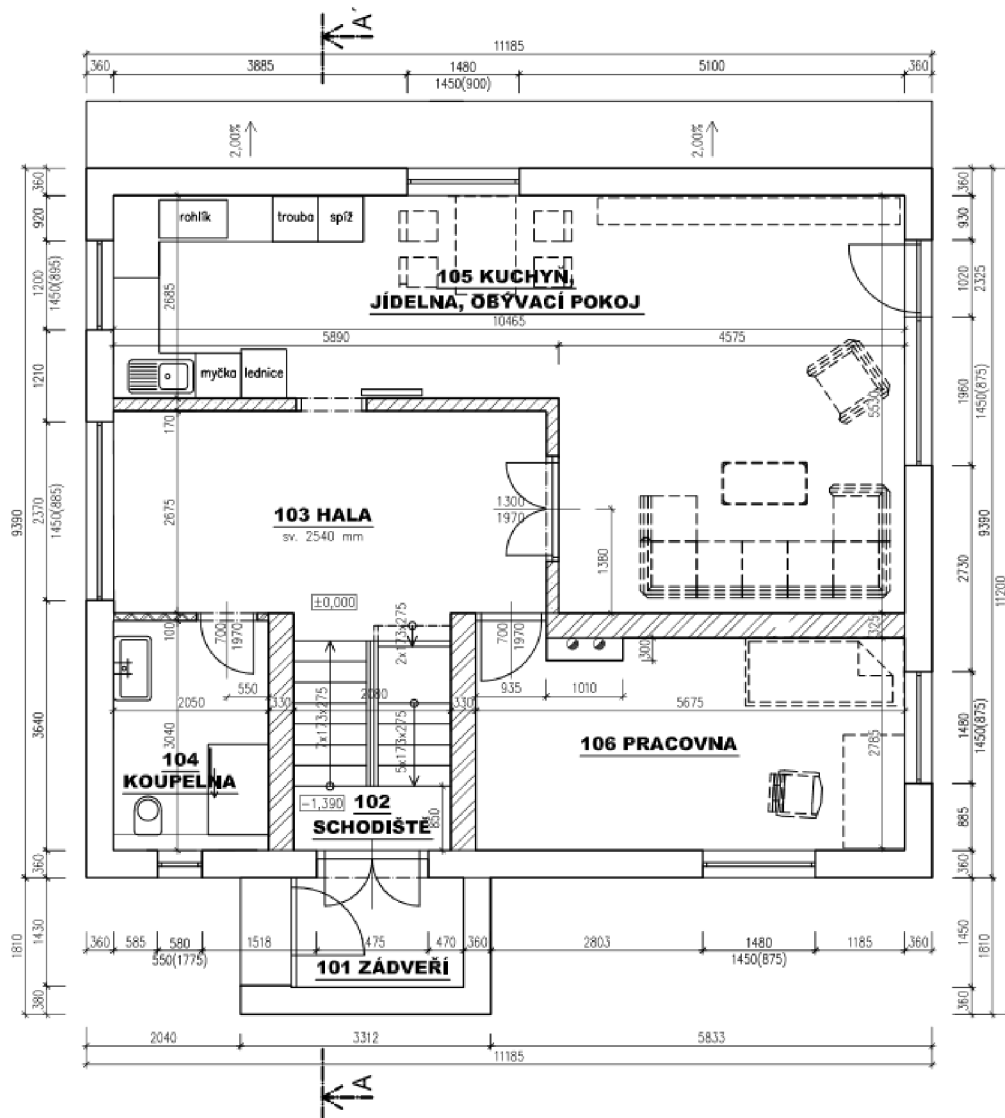
- VNĚJŠÍ NOSNÉ ZDIVO – PRŮCHNĚ DĚROVANÉ CIHLY
– TL. 450 mm
- VNITŘNÍ NOSNÉ ZDIVO – VOŠŤINOVÉ TVAROVKY
– TL. 300 mm
- VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO – PODÉLNĚ DĚROVANÉ CIHLY
– TL. ZDIVA 65 mm
- VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO – PODÉLNĚ DĚROVANÉ CIHLY
– TL. ZDIVA 140 mm

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m ²
1S1	CHODBA	8,86
1S2	SKLAD	8,28
1S3	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	5,22
1S4	PRACOVNA	5,30
1S5	CHODBA	5,88
1S6	GARÁŽ	30,99
1S7	SKLAD	9,53
1S8	KOTELNA	4,50



DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ PRÁCE	FORMÁT	1 x A4
VYPRACOVAL	Ing. Jiří Stromecký		
MÍSTO STAVBY	Újezd u Rosic, č.p. 25	DATUM	05/2016
NÁZEV STAVBY	REKONSTRUKCE RD	MĚŘITKO	Č. VÝKR. 01
STAVEBNÍ OBJEKT	RODINNÝ DŮM		
OBSAH:	PŮDORYS 1S		



LEGENDA MATERIÁLŮ

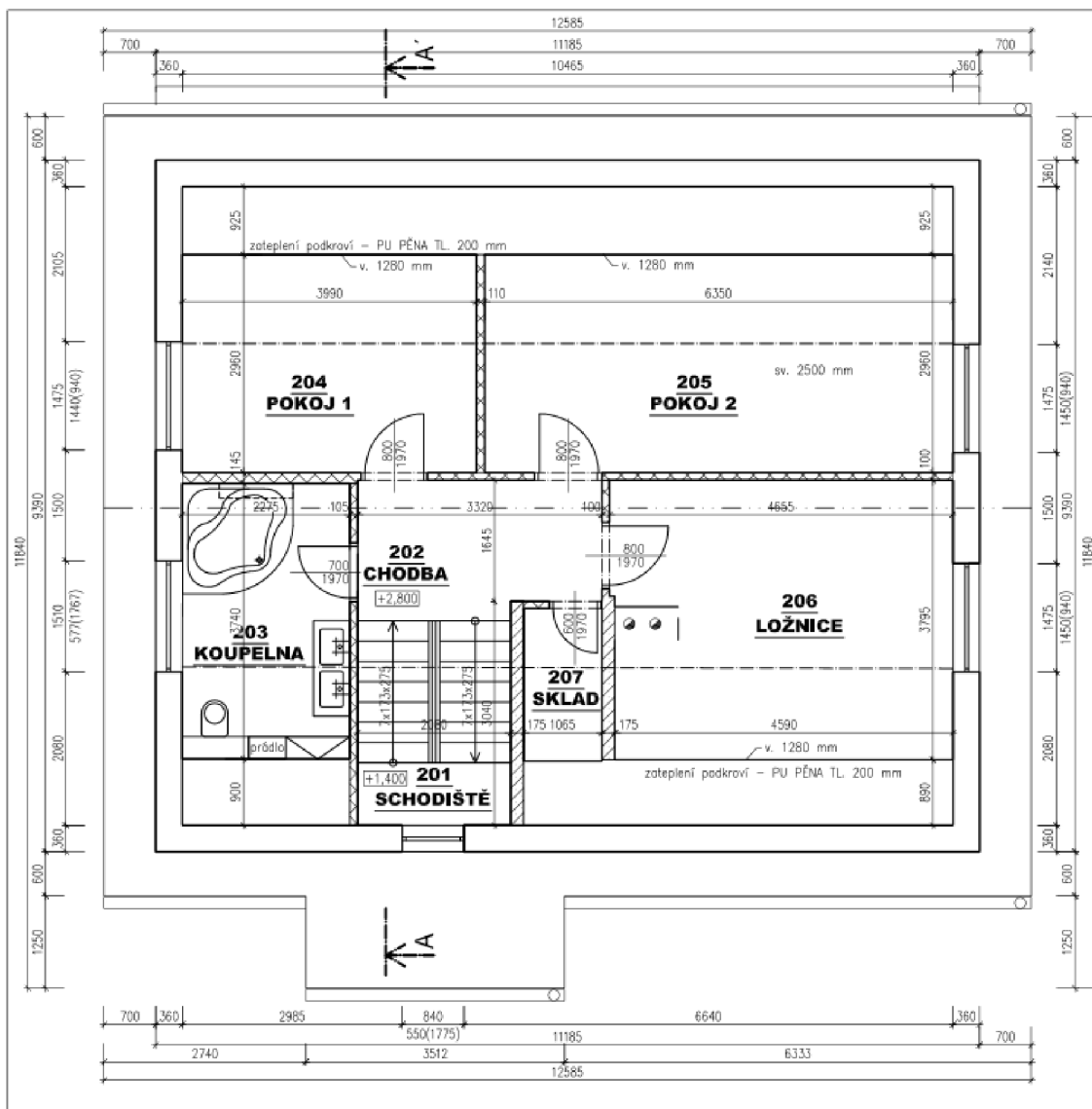
- VNĚJŠÍ NOSNÉ ZDIVO - POROBETONOVÉ TVÁRNICE
- PORING - TL 300 mm
- VNITŘNÍ NOSNÉ ZDIVO - VOŠTINOVÉ TVAROVKY
- TL 300 mm
- VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO - PODELNÉ DĚROVANÉ CIHLY
- TL ZDVA 65 mm
- VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO - PODELNÉ DĚROVANÉ CIHLY
- TL ZDVA 140 mm

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m ²
101	ZÁDVEŘÍ	3,21
102	SCHODIŠTĚ	6,52
103	HALA	15,3
104	KOUPELNA	6,21
105	KUCHYŇ, JÍDELNA, OBÝVACÍ POKOJ	40,94
106	PRACOVNA	15,84



DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYPRACOVAL	Ing. Jiří Stromecký		
MÍSTO STAVBY	Újezd u Rosic, č.p. 25		
NÁZEV STAVBY	REKONSTRUKCE RD	FORMÁT	1 x A4
STAVEBNÍ OBJEKT	RODINNÝ DŮM	DATUM	05/2016
OBSAH:	PŮDORYS 1NP	MĚŘÍTKO	Č. VÝKR. 02
		1:75	



LEGENDA MATERIÁLŮ

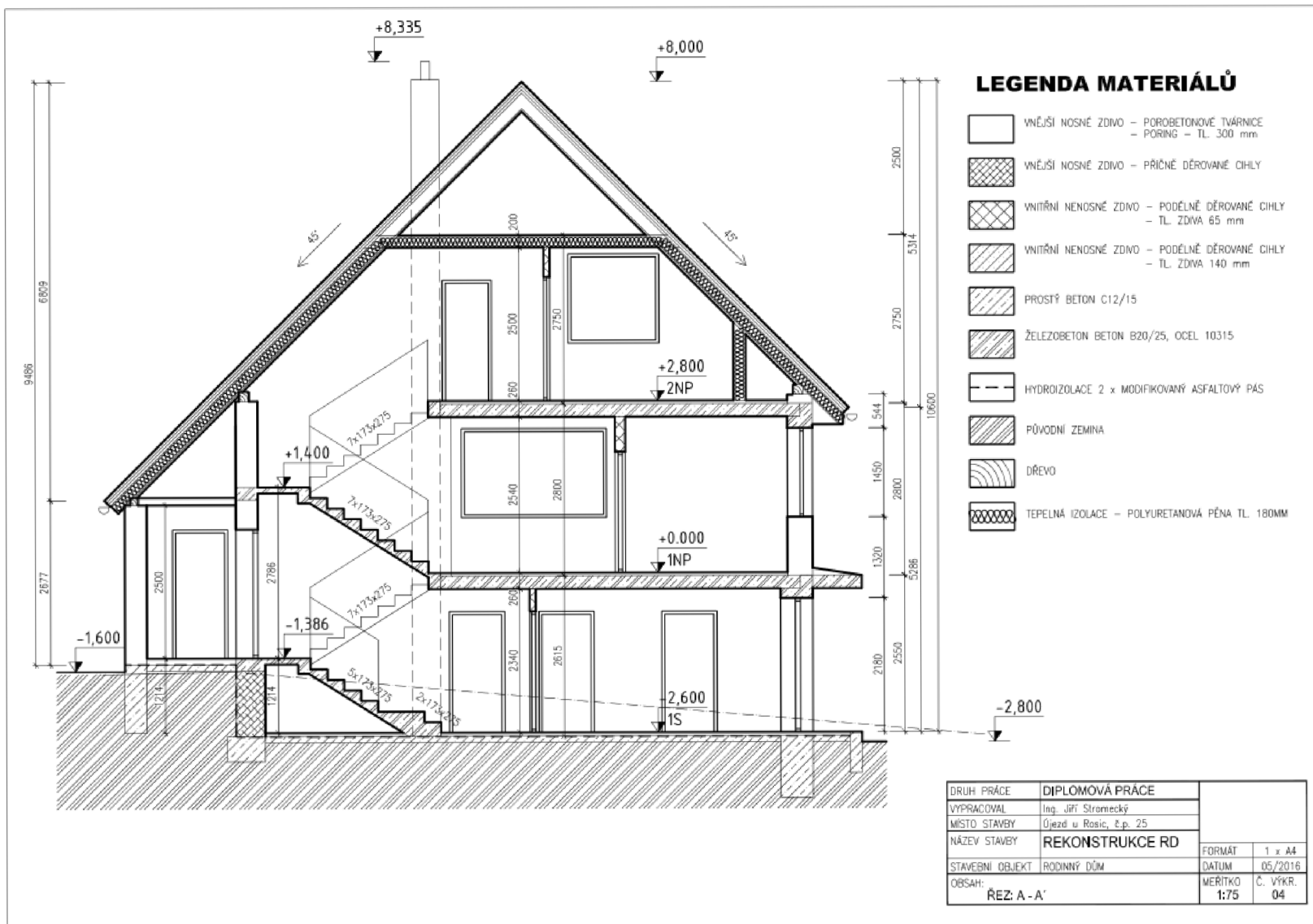
- VNĚJŠÍ NOSNÉ ZDIVO - POROBETONOVĚ TVÁRNICE
- PORING - TL. 300 mm
- VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO - PODELNĚ DĚROVANÉ CIHLY
- TL. ZDIVA 65 mm
- VNITŘNÍ NENOSNÉ ZDIVO - PODELNĚ DĚROVANÉ CIHLY
- TL. ZDIVA 140 mm

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m ²
201	SCHODIŠTĚ	6,14
202	CHODBA	5,66
203	KOUPELNA	8,49
204	POKOJ 1	11,82
205	POKOJ 2	18,86
206	LOŽNICE	17,04
207	SKLAD	2,20



DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYPRACOVAL	Ing. Jiří Stromecký	
MÍSTO STAVBY	Újezd u Rosic, č.p. 25	
NÁZEV STAVBY	REKONSTRUKCE RD	
STAVEBNÍ OBJEKT	RODINNÝ DŮM	FORMÁT 1 x A4
OBSAH:	PŮDORYS 2NP	DATUM 05/2016
		MĚŘITKO 1:75
		Č. VÝKR. 03





PŘÍLOHA Č. 2– FOTODOKUMENTACE

Obr. č. 14 - Pohled severní



Obr. č. 15 - Pohled severozápadní

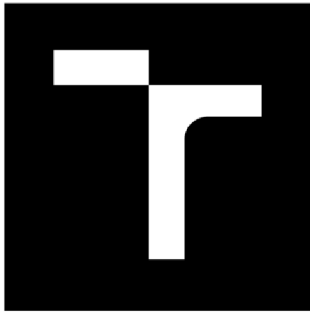


Obr. č. 16 - Pohled jižní



Obr. č. 17 – Pohled severovýchodní





**PŘÍLOHA Č. 3 – NÁVRH TEPELNÉHO ZDROJE NA TUHÁ
PALIVA, NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE**

Stanovení potřeby teplé vody¹⁰⁵

Tab. č. 28 - Stanovení potřeby teplé vody dle ČSN EN 15 316-3-1

ZÓNA 1

TV	1	Potřeba TV pro RD	
typ provozu		jiné [A]	
měrná jednotka		f	osoba
potřeba na měrnou jednotku		definují vlastní hodnotu	
potřeba na měrnou jednotku za den		$V_{W,t,day}$	40,00 l/fden
počet měrných jednotek		m.j.	4,00 -
potřeba TV za den		$V_{W,day}$	160,00 l/fden
potřeba TV za den		$V_{W,day}$	0,160 m ³ /den
počet provozních dní		-	365 dnů
provozní interval během provozního dne		od	- h
provozní interval během provozního dne		do	- h
upravený provozní interval během provozního dne		od	6 h
upravený provozní interval během provozního dne		do	23 h
potřeba TV pro neprovozní den		-	0 %
počet neprovozních dnů		-	0 h
provozní interval během neprovozního dne		od	- h
provozní interval během neprovozního dne		do	- h
celková potřeba TV za rok		$V_{W,year}$	58,40 m ³ /rok
teplota vstupní vody pro přípravu TV		$\theta_{W,sup}$	10,00 °C
teplota výstupní vody z přípravy TV		$\theta_{W,out}$	55,00 °C
poznámka: Stanovení potřeby teplé vody dle ČSN EN 15 316-3-1			

Stanovení potřeby tepla¹⁰⁶

- Potřeba tepla odebraného z ohřívače teplé vody během jedné periody

$$Q_{1P} = Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,2 + 5,16 = \mathbf{22,36 \text{ kWh}}$$

- Teoretické teplo odebrané z ohřívače v době periody

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2P} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = n_i \cdot 4,3 = 4 \cdot 4,3 = \mathbf{17,2 \text{ kWh}}$$

- Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody v době periody

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 17,2 \cdot 0,3 = \mathbf{5,16 \text{ kWh}}$$

Q_{2P} – teplo odebrané z ohřívače v teplé vodě během periody [kWh]

¹⁰⁵ ČSN EN 15 316-3-1 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinnosti soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody). 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

¹⁰⁶ ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.

Q_{2t} – teoretické teplo odebrané z ohřivače v době periody (předpoklad 4,3 kWh dle tab. C4, dle normy ČSN 06 0320) [kWh]

Q_{1P} – teplo dodané ohřivačem do teplé vody během periody [kWh]

Q_{2z} – teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody v době periody [kWh]

V_{2p} – celková potřeba teplé vody v dané periodě

(předpoklad $58,4 \text{ m}^3/\text{rok} = 0,16 \text{ m}^3/\text{den}$, uvažováno pro 4 osoby, viz. výpočet 5.4.2.1) [m³]

θ_1 – teplota studené vody (předpoklad $\theta_1 = 10 \text{ °C}$) [°C]

θ_2 – teplota teplé vody (předpoklad $\theta_2 = 55 \text{ °C}$) [°C]

c – měrná tepelná kapacita vody (1,163 Wh/l.K) [Wh/l.K]

z – poměrná ztráta při ohřevu a distribuci (standardní tloušťka tepelné izolace rozvodů, předpoklad 0,3, dle vyhl.193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu) [-]

n_i = počet osob

Časový rozbor odběru teplé vody

- od 6:00 do 17:00 = 35 % = $0,35 \cdot 22,36 = 7,83 \text{ kWh}$

- od 17:00 do 20:00 = 50 % = $0,5 \cdot 22,36 = 11,18 \text{ kWh}$

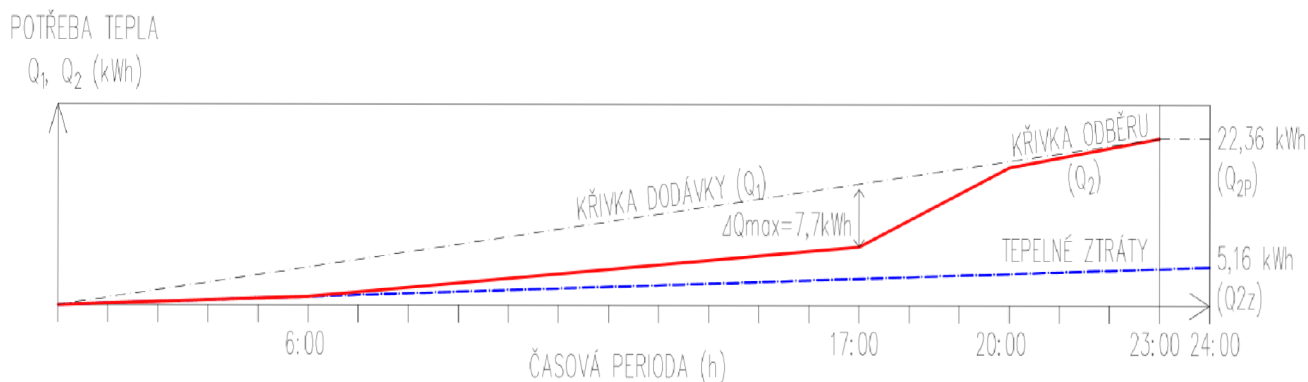
to je od počátku ohřevu $7,83 + 11,18 = 19,01 \text{ kWh}$

- od 20:00 do 23:00 = 15 % = $0,15 \cdot 22,36 = 3,35 \text{ kWh}$

to je od počátku ohřevu $19,01 + 3,35 = 22,36 \text{ kWh}$

Stanovení křivky odběru teplé vody¹⁰⁷

Graf č. 20 - Stanovení potřeby teplé vody, vlastní graf



¹⁰⁷ Metody návrhu zásobníku teplé vody. TZB-info [online]. 2011 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/7885-metody-navrhu-zasobniku-teple-vody> >

Stanovení objemu zásobníku pro teplou vodu¹⁰⁸

Objem zásobníku byl stanoven pomocí výše uvedeného grafu, ze kterého byl zjištěn maximální možný rozdíl mezi křivkou dodávky tepla a mezi křivkou odběru tepla. Tento rozdíl představuje nutnou zásobu tepla.

- Stanovení objemu zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{7,7}{1,163 \cdot (55 - 10)} = \mathbf{0,147 \text{ m}^3}$$

V_z = objem zásobníku [m^3]

θ_1 – teplota studené vody (předpoklad $\theta_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$) [$^\circ\text{C}$]

θ_2 – teplota teplé vody (předpoklad $\theta_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$) [$^\circ\text{C}$]

c – měrná tepelná kapacita vody (1,163 Wh/l.K) [Wh/l.K]

ΔQ_{\max} – největší možný rozdíl mezi Q_1 a Q_2 (předpoklad 7,7 kWh, dle graf. 2b) [kWh]

Výsledný objem zásobníku na teplou vodu byl stanoven na objem **200 l**.

- Stanovení tepelného výkonu pro ohřev vody

$$\Phi_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{22,36}{23} = \mathbf{0,97 \text{ kW}}$$

Φ_{1n} – jmenovitý tepelný výkon ohřevu [kW]

t – čas [h]

Q_1 – teplo dodané ohřivačem do teplé vody v čase t během periody [kWh]

Návrh tepelného zdroje pro vytápění, přípravu teplé vody a stanovení objemu akumulární nádrže¹⁰⁹

- Návrhový tepelný výkon

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} = 220,56 + 56,69 + 0 = 277,25 \text{ W/K} = \frac{277,25 \cdot (20 - (-16))}{1000} =$$

9,98 kW

$\Phi_{T,i}$ = celková měrná tepelná ztráta prostupem [W/K]

$\Phi_{V,i}$ = celková měrná tepelná ztráta větráním [W/K]

= zátopový tepelný výkon při přerušovaném vytápění (neplatí pro akumulární způsob vytápění) [W/K]

¹⁰⁸ ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.

¹⁰⁹ ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

Při výpočtu celkové tepelné ztráty budovy byla uvažována střední paušální přírážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [W/(m²K)].

Tab. č. 29 - Výpočet tepelných ztrát objektu dle ČSN EN 12 831¹¹⁰

Orientační tepelná ztráta objektu

Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	H_T	220,56	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	H_V	56,69	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	Θ_e	-16	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\Phi_{H,nd}$	9,98	kW

- Návrh tepelného zdroje pro vytápění a přípravu teplé vody¹¹¹

$$Q_{PRIP} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 9,98 + 0,7 \cdot 0 + 0,97 = \mathbf{7,96 \text{ kW}}$$

- Návrh akumulční nádrže (Zvolený kotel o max. výkonu 20 kW)

$$\text{Předpoklad} = \text{výkon tepelného zdroje (kW)} \cdot 50 \text{ l akumulční nádrže} = 20 \text{ kW} \cdot 50 \text{ l} = \mathbf{1000 \text{ l}}$$

(min. objem pro přípravu teplé vody: 200 l)

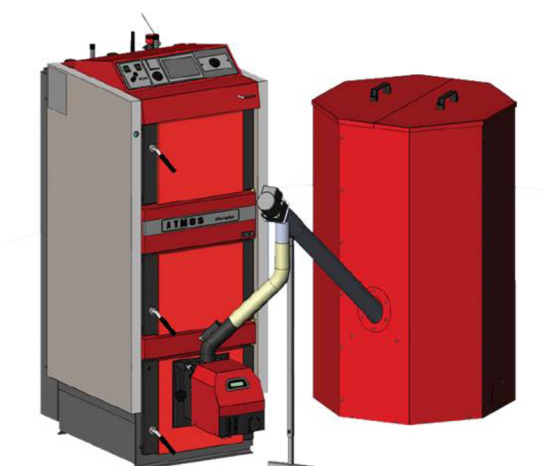
Na základě vypočtených výsledků byly navrženy tyto technologické systémy pro vytápění a přípravu teplé vody.

- Kombinovaný kotel na zplyňování dřeva, pelety a extra lehký topný olej (emisní třída 4) – Atmos DC18SP (L) (výkon dle zvoleného druhu paliva) s nádrží na pelety o objemu 1000 l
- Kombinovaná akumulční nádrž 1000 l (220 l voda užitková, 580 l voda na vytápění) – Schindler + Hofmann THKE/F 1000.

¹¹⁰ ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

¹¹¹ ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

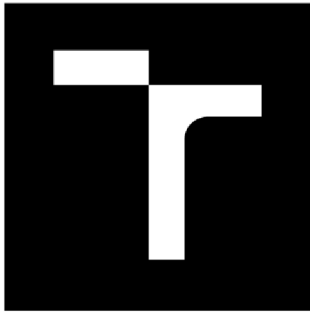
Obr. č. 18 - Kombinovaný kotel na dřevo, pelety a LTO Atmos DC18SP (L)¹¹²



Kotel s hořákem, šnekovým dopravníkem a zásobníkem na pelety

TECHNICKÁ DATA		DC18SP (L)	DC25SP (L)	DC32SP (L)
Jmenovitý výkon na dřevo	KW	20	27	35
Výkon kotle na pelety	KW	4,5 - 15	6 - 20	6 - 20
Výkon kotle na olej	KW	15 - 20,5	15 - 30	15 - 30
Palivo - dřevo		suché dřevo o vlhkosti 12 - 20 % / výhřevnost 15 - 18 MJ/kg ø 70 - 150 mm		
Palivo - pelety		kvalitní dřevěné pelety ø 6 - 8 mm (bílé pelety)		
Palivo - extra ETO		ETO o výhřevnosti 42 MJ/kg		
Maximální délka dřeva	mm	330	530	530
Spotřeba dřeva za sezonu ø	plnometry	20	25	35
Obsah násypky na dřevo	dm ³	66	100	140
Váha kotle	kg	429	506	571
Objem vody v kotli	l	78	109	160
Typ hořáku na pelety		ATMOS A25		
Typ hořáku na ELTO		libovolný hořák vybavený mechanicky ovládanou vzduchovou klapkou		
Zásobník na pelety		EXTERNÍ - 250, 500, 1000 l		
Připojovací napětí	V/Hz		230 / 50	
Příkon kotle při startu na pelety	W	1120	1120	1120
Příkon kotle při provozu	W	120	120	120
Třída kotle dle ČSN EN 303-5		4	4	4
Dotované kotle v ČR		•	•	•

¹¹² Kotle na dřevo, pelety a LTO. www.atmos.eu [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/kombi-kotle-na-drevo-pelety-a-elto/>



**PŘÍLOHA Č. 4 – NÁVRH PLOCHY SOLÁRNÍCH
KOLEKTORŮ PRO PŘÍPRAVU VYTÁPĚNÍ A TEPLÉ VODY**

Terminologie

- „Druh – druh kolektoru, pouze informativní údaj, nevstupuje nijak do výpočtu.
- Typ – pouze informativní údaj pro jasnou definici použitého solárního kolektoru. Optická účinnost η_0 – účinnost při nulových tepelných ztrátách kolektoru, průsečík s osou účinnosti, zjednodušeně zde nazvána „optická účinnost“, může být zadána hodnota od 0 do 1, viz protokol o zkoušce kolektoru.
- Koeficient ztráty a_1 – lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru, viz protokol o zkoušce kolektoru.
- Koeficient ztráty a_2 – kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru, viz protokol o zkoušce kolektoru.
- Vztažná plocha kolektoru – plocha jednoho solárního kolektoru, zde musí být zadána plocha, ke které jsou vztaženy koeficienty křivky účinnosti η_0 , a_1 a a_2 (viz protokol o zkoušce kolektoru)
- Počet kolektorů – počet instalovaných solárních kolektorů pro danou solární soustavu.
- Plocha kolektorového pole – celková plocha, vypočítaná hodnota z plochy jednoho kolektoru a počtu kolektorů.
- Plocha apertury kolektoru – plocha apertury jednoho solárního kolektoru, plocha je použita pro výpočet srovnávacího kritéria solárních soustav – měrných tepelných zisků vztažených k ploše apertury kolektorového pole.
- Sklon kolektorů – úhel sklonu solárních kolektorů od vodorovné roviny.
- Azimut kolektorů – úhel odklonu průmětu normály plochy kolektoru do vodorovné roviny od jihu, zjednodušeně orientace solárních kolektorů vzhledem k jižnímu směru“¹¹³

Navrhování a bilancování solárních soustav¹¹⁴

Při návrhu solární tepelné soustavy pro přípravu teplé vody a vytápění bylo postupováno za pomoci zjednodušeného výpočtu dle TNI 73 0302 Zjednodušený výpočtový

¹¹³ Zjednodušená měsíční bilance solární tepelné soustavy BILANCE 2015/v2. Opzp [online]. mzp [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <<http://www.opzp.cz/dokumenty/264-zjednodusena-mesicni-bilance-solarni-tepelne-so?verze=1>>

¹¹⁴ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

postup energetického hodnocení solárních soustav¹¹⁵. Pro některé výpočty byly použity výpočtové tabulky dostupné na stránkách TZB – info, které počítají dle stejných metodických postupů.¹¹⁶

Potřeba tepla na ohřev vody¹¹⁷

$$Q_{TV} = \frac{V_{tv,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{tv} - t_{sv})}{3,6 \cdot 10^6}$$

$V_{tv,den}$ = průměrná denní potřeba teplé vody (při teplotním spádu 60/15 °C) [m³/den]

ρ = hustota vody [m³/den]

c = měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K]

t_{sv} = teplota studené vody, uvažována celoročně 15 °C [°C]

t_{tv} = teplota teplé vody, uvažována celoročně 60 °C [°C]

Celková potřeba tepla na přípravu teplé vody¹¹⁸

$$Q_{p,TV} = (1+z) \cdot Q_{TV}$$

$Q_{p,}$ = potřeba tepla na ohřev vody [kWh//den]

$Q_{p,TV}$ = celková denní potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh//den]

z = přírážka na tepelné ztráty přípravy teplé vody [-]

Tab. č. 30 - Přírážka na tepelné ztráty přípravy teplé vody dle TNI 73 0302

Typ přípravy TV	z
Lokální průtokový ohřev	0,00
Centrální zásobníkový ohřev bez cirkulace	0,15
Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací	0,30
Centrální zásobníkový ohřev s neřízenou cirkulací	1,00
CZT, příprava TV s meziobjektovými přípojkami, TV, CV	> 2,00

¹¹⁵ TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - Zjednodušený výpočtový postup. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

¹¹⁶ Zjednodušená bilance solárního kolektoru. TZB - info [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>>

¹¹⁷ Tamtéž

¹¹⁸ Tamtéž

Zjednodušená bilance solárního kolektoru

Zjednodušený výpočtový postup energetického hodnocení solárních soustav podle TNI 73 0302

podrobnější výklad k TNI 73 0302, viz [samostatný příspěvek](#)

- Návrh kolektorů pro přípravu teplé vody
- Návrh kolektorů pro přípravu teplé vody a vytápění
- Návrh kolektorů pro bazén

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.)	<input type="text" value="4"/>	jednotek ???
Měrná spotřeba teplé vody na jednotku	<input type="text" value="40"/>	l/jedn.den ???
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	<input type="text" value="160"/>	l/den ???
Snížená spotřeba tepla v letních měsících	<input checked="" type="radio"/> Ano ??? <input type="radio"/> Ne	
Teplota studené vody t_{SV} (5 až 18 °C)	<input type="text" value="15"/>	°C ???
Teplota teplé vody t_{TV} (19 až 95 °C)	<input type="text" value="60"/>	°C ???
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	Zásobníkový ohřev bez cirkulace ▼ ???	

Zadat profil odběru teplé vody ???

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	299	270	299	289	299	289	224	224	289	299	289	299

Z výše uvedených hodnot v jednotlivých měsících byla stanovena výsledná hodnota dle váženého průměru na:

$$Q_{p,TV} = 280,72 \text{ kWh/měs} = \mathbf{9,2 \text{ kWh/den}}$$

Potřeba tepla na vytápění dle ČSN EN ISO 13 790¹²⁰

$$Q_{VYT} = 24 \cdot \varepsilon \cdot Q_z \cdot \frac{(t_{ip} - t_{ep})}{(t_{iv} - t_{ev})}$$

t_{iv} = výpočtová vnitřní teplota v daném měsíci [°C]

t_{ip} = střední výpočtová vnitřní teplota v daném měsíci [°C]

t_{ev} = výpočtová venkovní teplota [°C]

t_{ep} = střední venkovní teplota v daném měsíci [°C]

ε = korekční součinitel, který zahrnuje snížení potřeby tepla vlivem účinků regulace, přerušovaného vytápění.

¹¹⁹ Zjednodušená bilance solárního kolektoru. TZB - info [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>>

¹²⁰ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

Tab. č. 32 - Korekční součinitel dle TNI 73 0302

Energetická náročnost budovy (vytápění)	ϵ
běžný standard, tepelné vlastnosti konstrukcí vyhláškou požadované	0,75
nízkoenergetický standard, vyhláškou doporučené tepelné vlastnosti konstrukcí	0,60
pasivní standard, tepelné vlastnosti konstrukcí nad rámec vyhláškou doporučených hodnot	0,50

Celková potřeba tepla na vytápění¹²¹

$$Q_{p,VYT} = (1 + v) \cdot Q_{VYT}$$

Q_{VYT} = čistá potřeba tepla na vytápění v jednotlivých měsících, dnech

[kWh/měs; kWh/den]

v = přírážka na tepelné ztráty (uvažováno 5%)

Tab. č. 33 - Celková potřeba tepla na vytápění¹²²

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU - POUŽITÍ DATA Z VÝPOČTU PODLE ČSN EN 13790

Tepelná ztráta domu Q_z kW ???

Vnitřní výpočtová teplota t_{iv} (15 až 24 °C) °C ???

Venkovní výpočtová teplota t_{ev} (-21 až -12 °C) °C ???

Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění) ???

Přírážka na tepelné ztráty otopné soustavy v % ???

Zadat hodnoty získané výpočtem podle ČSN EN ISO 13 790 ???

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,VYT}$ [kWh/měs.]	3492	2934	2729	1760	1040	0	0	0	802	1722	2641	3281

Z výše uvedených hodnot v jednotlivých měsících byla stanovena výsledná hodnota dle váženého průměru na:

$$Q_{p,VYT} = 2267,74 \text{ kWh/měs} = \mathbf{74,35 \text{ kWh/den}}$$

Celková potřeba tepla na vytápění a přípravu teplé vody¹²³

$$Q_{p,C} = Q_{p,VYT} + Q_{p,TV} = 74,35 + 9,2 = \mathbf{83,55 \text{ kWh/den}}$$

¹²¹ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

¹²² Zjednodušená bilance solárního kolektoru. *TZB - info* [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>>

¹²³ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

Denní dávka slunečního ozáření¹²⁴

$$H_{T,den} = \tau_r \cdot H_{T,den,teor} + (1 - \tau_r) \cdot H_{T,den,dif} = 0,56 \cdot 7,86 + (1 - 0,56) \cdot 1,75 =$$

5,17 kWh/m².den

$t_{,iv}$ = výpočtová vnitřní teplota v daném měsíci [°C]

$H_{T,den,dif}$ = difuzní dávky slunečního záření v různých orientacích a sklonech kolektoru [kWh/m².den]

$H_{T,den,teor}$ = teoretické denní dávky slunečního ozáření [kWh/m².den]

Hodnoty jsou stanoveny dle tabulek pro tyto podmínky, které odpovídají aktuální poloze posuzovaného domu:

- Úhel sklonu solárních kolektorů: $\beta = 45^\circ$
- Dimenzováno pro měsíc: VII červenec
- Azimutový úhel osluněné plochy: 0° (orientace na jih)

Účinnost solárního kolektoru¹²⁵

Pro nadimenzování solární soustavy byl vybrán plochý zasklený solární kolektor Regulus KPG 1.

¹²⁴ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf

¹²⁵ Tamtéž.

Obr. č. 19 - Plochý solární kolektor¹²⁶

SLUNEČNÍ KOLEKTOR KPG1+

Plochý kolektor určený k vertikální i horizontální montáži nad střešní krytinu. Lyrový absorber s vysoce selektivním povrchem TiNOx je spojen s měděným potrubím technologií laserového svařování. Izolaci tvoří 40mm vrstva minerální vlny. Připojení je umístěno nahoře a dole po stranách.

Objednávací kód: 14 857
SVT kód: 7800

Rozměry a váhy	
výška x šířka x tloušťka	2150x1170x83 mm
celková plocha	2,515 m ²
plocha apertury	2,392 m ²
plocha absorberu	2,309 m ²
hmotnost bez kapaliny	38 kg
Zasklení	
materiál	kalené nízkoželezné sklo
tloušťka	3,2 mm
Absorbér	
materiál	hliník, tl. 0,5mm
povrchová úprava	TiNOx
konstrukční typ	lyrový, laserově svařovaný
materiál a rozměr připojovacích trubek	měď 4 x Ø 22 mm x 0,8 mm
materiál a rozměr trubek absorberu	měď 12 x Ø 8 mm x 0,5 mm
maximální pracovní tlak	6 bar
maximální pracovní teplota	120°C
stagnační teplota	234°C
teplonosná kapalina	vodní roztok monoproplynglykolu 1:1, 1,7l
doporučený průtok	60 - 120 l/h
Tepelná izolace	
materiál izolace	minerální vlna
tloušťka izolace	40 mm
Rám	
materiál rámu	hliníková slitina
barva rámu	stříbrná
zadní plech	hliníková slitina, tl. 0,5 mm
Okamžitá účinnost na plochu apertury / absorberu	
η_{0a}	0,786/0,816
a_{1a}	3,747/3,900 W/m ² .K
a_{2a}	0,0048/0,0049 W/m ² .K ²

$$\eta_k = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})}{(G_{t,m})} - a_2 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})^2}{(G_{t,m})} = 0,786 - 3,747 \cdot \frac{(50 - 22,1)}{(483)} - 0,0048 \cdot \frac{(50 - 22,1)^2}{(483)} = \mathbf{0,56}$$

$G_{t,m}$ = střední sluneční ozáření uvažované plochy solárních kolektorů, pro různé sklonů a orientace plochy kolektorů v různých oblastech (určeno dle tabulky) [W/m²]

$t_{k,m}$ = průměrná teplota teplonosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne, hodnota se uvažuje celoročně konstantní [°C]

$t_{e,s}$ = průměrná teplota teplonosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne, hodnota se uvažuje celoročně konstantní (určeno dle tabulky) [°C]

η_0 = hodnota účinnosti kolektoru při nulových ztrátách (převzato od výrobce kolektorů) [-]

a_1 = lineární součinitel tepelné ztráty (převzato od výrobce kolektorů) [W/m².K]

a_2 = kvadratický součinitel tepelné ztráty (převzato od výrobce kolektorů) [W/m².K²]

¹²⁶ Sluneční kolektor KPG1+. Regulus [online].
http://www.regulus.cz/download/katalogove-listy/cz/kt_cz_kpg1plus.pdf

[cit. 2016-05-17]. Dostupné z:

Tab. č. 34 - Průměrná teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$ dle TNI 73 0302

Typ aplikace	$t_{k,m}$ [°C]
Ohřev bazénové vody (venkovní bazén)	30
Ohřev bazénové vody (vnitřní bazén)	35
Předehřev teplé vody, pokrytí < 35 %	35
Příprava teplé vody, 35 % < pokrytí < 70 %	40
Příprava teplé vody, pokrytí > 70 %	50
Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí < 25 %	50
Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí > 25 %	60

Denní teoretické zisky solárních kolektorů¹²⁷

$$q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{T,den} \cdot (1 - p) = 0,9 \cdot 0,56 \cdot 5,17 \cdot (1 - 0,2) = \mathbf{2,08 \text{ kWh/m}^2}$$

p = hodnota srážky zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy (rozvody, solární zásobník)

η_k = účinnost solárního kolektoru [-]

$H_{T,den}$ = denní dávka slunečního ozáření [kWh/m².den]

Tab. č. 35 - Srážka z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát dle TNI 73 0302

Typ solární soustavy	p
Bazén, ohřev bazénové vody	0,01
Příprava teplé vody, do 10 m ²	0,20
Příprava teplé vody, od 10 do 50 m ²	0,10
Příprava teplé vody, od 50 do 200 m ²	0,05
Příprava teplé vody, nad 200 m ²	0,03
Příprava teplé vody a vytápění, do 10 m ²	0,30
Příprava teplé vody a vytápění, od 10 do 50 m ²	0,20
Příprava teplé vody a vytápění, od 50 do 200 m ²	0,10
Příprava teplé vody a vytápění, nad 200 m ²	0,06

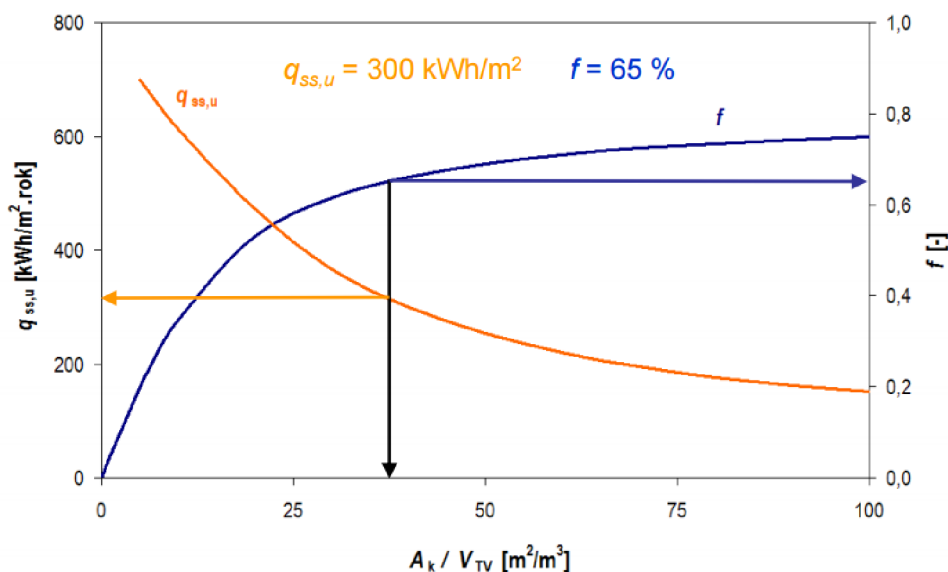
Solární pokrytí, solární podíl¹²⁸

Solární pokrytí znázorňuje poměr mezi celkovými využitými zisky solární soustavy $Q_{ss,u}$ a celkovou potřebou tepla (včetně ztrát) dané aplikace $Q_{p,c}$.

¹²⁷ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

¹²⁸ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

Grafč. 21 - Souvislost mezi instalovanou plochou solárních kolektorů, solárním podílem a měrnými využitými zisky solární soustavy pro přípravu teplé vody¹²⁹



V České republice lze pro přípravu teplé vody a vytápění očekávat solární

„Solární podíl f [%], tj. procentní pokrytí potřeby tepla v dané aplikaci využitelnými tepelnými zisky v daném období, se stanoví výpočtem z měsíčních a ročních hodnot využitých tepelných zisků solární soustavy $Q_{ss,u}$ [kWh/měs].“¹³⁰

$$f = 100 \cdot \frac{f \cdot (Q_{ss,u})}{Q_{p,c}}$$

„Využité zisky solární soustavy $Q_{ss,u}$ se vyjadří jako průnik celkové potřeby tepla a teoreticky využitelných tepelných zisků solárních kolektorů. [kWh/měs].“¹³¹

„Celkové roční využité tepelné zisky solární soustavy v kWh/rok se stanoví jako součet měsíčních hodnot. Ze stanovených ročních využitelných zisků je možné určit měrné roční využitelné tepelné zisky dle vztahu.“¹³²

$$q_{ss,u} = \frac{\sum Q_{ss,u}}{A_k} \text{ [kWh/m}^2\text{.rok]}$$

¹²⁹ ŠOUREK, PH.D., Ing. Bořivoj. Solární zařízení v budovách [online]. Praha: Československá společnost pro sluneční energii [cit. 2016-05-18]. ISBN Solární zařízení v. Dostupné z: <http://www.eazk.cz/wp-content/gallery/Microsoft-PowerPoint-sourek_solar_otazky_odpovedi_final-loga.pdf>

¹³⁰ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. Alternativní zdroje energie [online]. Praha, 2010, s. 55 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

¹³¹ Tamtéž.

¹³² Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. Alternativní zdroje energie [online]. Praha, 2010, s. 55 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

Plocha solárních kolektorů¹³³

$$A_k = \frac{f \cdot (Q_{p,ct})}{q_{ku}} = \frac{0,65 \cdot (83,55)}{2,08} = \mathbf{26,11 \text{ m}^2}$$

f = solární podíl [-]

$Q_{p,C}$ = celková potřeba na vytápění a přípravu teplé vody [kWh/den]

q_{ku} = denní teoretické zisky solárních kolektorů

Tato hodnota odpovídá při zvoleném typu solárního kolektoru celkem 13 panelům. S ohledem na vyšší investičních nákladů a problematikou spojenou se správným nadimenzováním akumulční nádrže, která by byla kompatibilní s kotlem na tuhá paliva, bylo pro vytápění a ohřev teplé vody zvoleno **7 solárních kolektorů** – Regulus KGP1+.

Objem akumulční nádrže pro solární systém¹³⁴

Předpoklad objemu akumulční nádrže: 60 l / m² kolektorové plochy.

$$V = 60 \cdot (7 \cdot 2,392) = \mathbf{1004 \text{ l}}$$

Napojení solárních kolektorů bude provedeno do navržené akumulční nádrže THKE/F o objemu 1000 l.

¹³³ Ing. Tomáš Matuška, Ph.D. *Alternativní zdroje energie* [online]. Praha, 2010, s. 55 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/Matuska_Alternativni_zdroje_energie.pdf>

¹³⁴ Tamtéž.

Tab. č. 36 – Vypočtené parametry solárních kolektorů¹³⁵

PARAMETRY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - KŘIVKA ÚČINNOSTI JE VZTAŽENA K PLOŠE APERTURY

Optická účinnost η_0 (0 až 1)	<input type="text" value="0.786"/>	???
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	<input type="text" value="3.747"/>	W/m ² .K ???
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	<input type="text" value="0.0048"/>	W/m ² .K ² ???
Počet kolektorů	<input type="text" value="7"/>	ks ???
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	<input type="text" value="2.392"/>	m ² ???
Celková plocha apertury kolektorů	<input type="text" value="16.7"/>	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	<input type="text" value="50 °C - Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí < 25 %"/>	???
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	<input type="text" value="Příprava teplé vody a vytápění, od 10 do 50 m2"/>	???
Sklon kolektoru β	<input type="text" value="0"/>	° ???
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	<input type="text" value="45"/>	° ???

měsíc	n	t_{ep}	t_{es}	$G_{T,m}$	η_k	$H_{T,den}$	$H_{T,měs}$	$Q_{k,u}$	$Q_{p,TV}$	$Q_{p,VYT}$	$Q_{p,BV}$	$Q_{p,c}$	$Q_{ss,u}$
	dny	°C	°C	W/m ²	-	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
leden	31	-1.5	2.2	175	0	0.7	21.7	0	299	3492	0	3791	0
únor	28	0	3.4	253	0.05	1.26	35.3	23	270	2934	0	3204	23
březen	31	3.2	6.5	365	0.31	2.38	73.8	280	299	2729	0	3027	280
duben	30	8.8	12.1	446	0.45	3.49	104.7	571	289	1760	0	2049	571
květen	31	13.6	16.6	498	0.52	4.68	145.1	916	299	1040	0	1338	916
červen	30	17.3	20.6	514	0.56	5.27	158.1	1074	289	0	0	289	289
červenec	31	19.2	22.5	501	0.57	5.11	158.4	1094	224	0	0	224	224
srpen	31	18.6	22.6	462	0.56	4.31	133.6	896	224	0	0	224	224
září	30	14.9	19.4	388	0.48	3.12	93.6	540	289	802	0	1091	540
říjen	31	9.4	13.8	285	0.29	1.64	50.8	177	299	1722	0	2020	177
listopad	30	3.2	7.3	195	0	0.81	24.3	0	289	2641	0	2930	0
prosinec	31	-0.2	3.5	150	0	0.54	16.7	0	299	3281	0	3580	0
							1016	5571	3366	20400	0	23766	3244

$q_{ss,u}$	194 kWh/m ² .rok
f	14 % ???
$Q_{ss,u}$	3244 kWh/rok

f = solární podíl [%]

$q_{ss,u}$ = měrné roční využitelné tepelné zisky [kWh/m².rok]

t_{ep} = střední venkovní teplota v daném měsíci [°C]

$t_{e,s}$ = průměrná teplota teplotnosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne, hodnota se uvažuje celoročně konstantní (určeno dle tabulky) [°C]

$G_{t,m}$ = střední sluneční ozáření uvažované plochy solárních kolektorů, pro různé sklony a orientace plochy kolektorů v různých oblastech (určeno dle tabulky) [W/m²]

η_k = účinnost solárního kolektoru [-]

$H_{T,den}$ = denní dávka slunečního záření [kWh/den]

¹³⁵ Zjednodušená bilance solárního kolektoru. TZB - info [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>>

$HT_{\text{m\text{e}s}}$ = měsíční dávka slunečního záření [kWh/měs]

$Q_{k,u}$ = teoretické využitelné zisky ze solárních kolektorů [kWh]

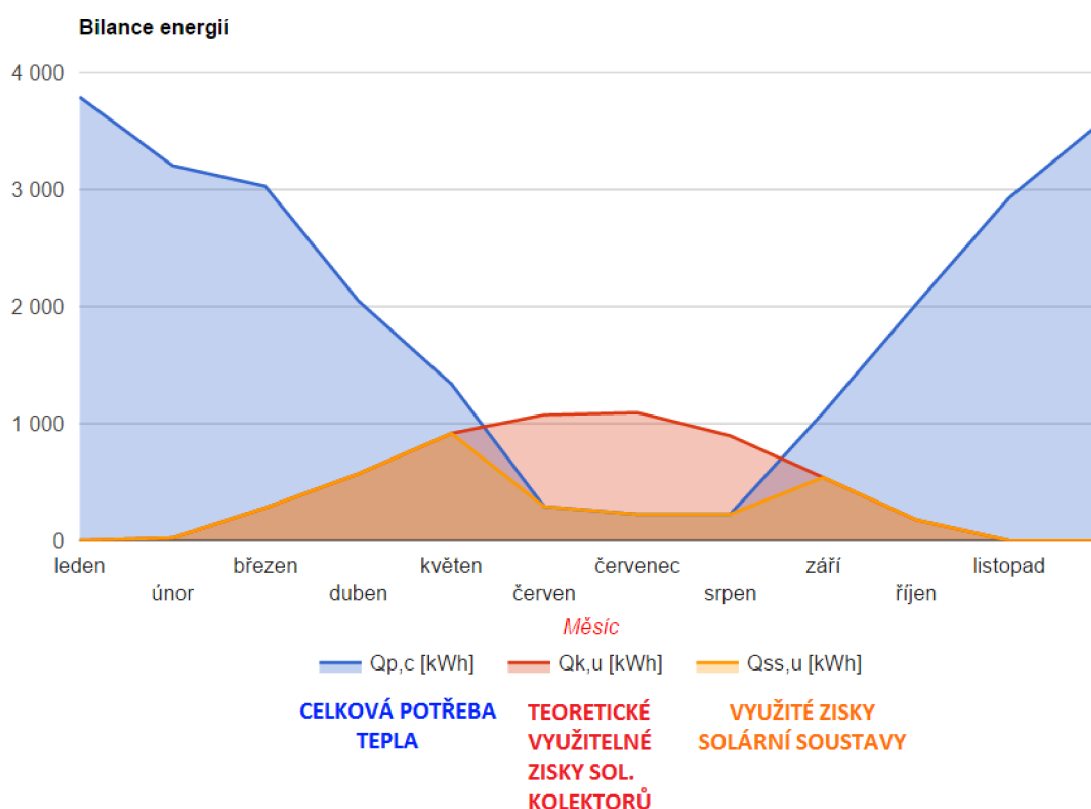
$Q_{p,TV}$ = celková potřeba tepla na vytápění [kWh]

$Q_{p,VYT}$ = celková potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh]

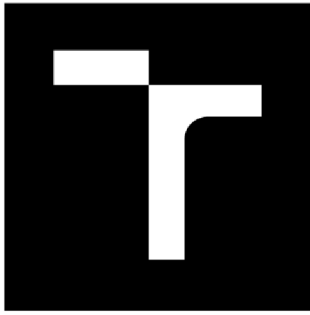
$Q_{p,c}$ = celková potřeba tepla na vytápění a přípravu teplé vody [kWh]

$Q_{ss,u}$ = využití zisky solární soustavy [kWh/měs,rok]

Graf č. 22 - Bilance energií¹³⁶



¹³⁶ Zjednodušená bilance solárního kolektoru. TZB - info [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <<http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/I31-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>>



PŘÍLOHA Č. 5 – POSOUZENÍ SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ NZÚ

Provedená návrhová opatření byla dimenzována s ohledem na splnění podmínek Nová zelená úsporám (3. výzva pro rodinné domy), oblast podpory v kombinaci A + C.

Posouzení návrhového opatření – Varianta I

Tab. č. 37 - Energetické údaje objektu stávajícího a návrhového stavu – varianta I¹³⁷

Technické parametry	Jednotka	Stávající stav	Návrhový stav	Procentuální změna
Celková energeticky vztažná plocha	[m ²]	280,27	291,64	4
Celková podlahová plocha vnitřních rozměrů	[m ²]	211,91	211,91	0
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	111	65	41

Tab. č. 38 - Vyhodnocení podoblastí dotace A.1, C.1 – varianta I¹³⁸

Podoblast podpory	Sledovaný parametr	Jednotka	Požadavek	Vypočtená hodnota	Splnění podmínek poskytnutí podpory
A.1	Měrná roční potřeba tepla na vytápění E_A	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	≤ 90	65	ANO
	Průměrný součinitel prostupu obálky budovy U_{en}	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,37 (≤ 0,95 * $U_{en,a}$)	0,40	
	Měněné stavební prvky obálky budovy U	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	Dle požadavku ČSN 73 0540-2 a vyhlášky č. 78/2013 Sb.	Viz přílohy	NE
	Procentní snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění oproti stavu před realizací opatření	[%]	40	41	ANO
C.1	Žadatel současně žádá o podporu na snížení energetické náročnosti rodinného domu z oblasti A	-	ANO	-	ANO

¹³⁷ Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

¹³⁸ Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

Tab. č. 39 - Požadavky a vyhodnocení zdroje na biomasu – varianta I (kusové dřevo)¹³⁹

Podoblast podpory	Sledovaný parametr	Jednotka	Požadavek	Navržená hodnota	Díčí splnění podmínek poskytnutí podpory	Splnění podmínek poskytnutí podpory
C.1.1	Minimální účinnost	%	82	92.3	ANO	ANO
	Mezní hodnota emisí CO	mg . m ⁻³	1200	1200	ANO	
	Mezní hodnota emisí TOC	mg . m ⁻³	50	33	ANO	
	Mezní hodnota emisí TZL	mg . m ⁻³	75	31	ANO	

Tab. č. 40 - Požadavky a vyhodnocení zdroje na biomasu – varianta I (dřevěné pelety)¹⁴⁰

Podoblast podpory	Sledovaný parametr	Jednotka	Požadavek	Navržená hodnota	Díčí splnění podmínek poskytnutí podpory	Splnění podmínek poskytnutí podpory
C.1.2	Minimální účinnost	%	85	92.3	ANO	ANO
	Mezní hodnota emisí CO	mg . m ⁻³	1000	109	ANO	
	Mezní hodnota emisí TOC	mg . m ⁻³	30	7	ANO	
	Mezní hodnota emisí TZL	mg . m ⁻³	60	19	ANO	

Posouzení návrhového opatření – Varianta II

Tab. č. 41 - Energetické údaje objektu stávajícího a návrhového stavu – varianta II¹⁴¹

Technické parametry	Jednotka	Stávající stav	Návrhový stav	Procentuální změna
Celková energeticky vztažná plocha	[m ²]	280,27	293,34	5
Celková podlahová plocha vnitřních rozměrů	[m ²]	211,91	209,65	1
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	111	65	41

¹³⁹ Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

¹⁴⁰ Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

¹⁴¹ Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavebni-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

Tab. č. 42 - Vyhodnocení podoblastí dotace A.1, C.1 – varianta II¹⁴²

Podoblast podpory	Sledovaný parametr	Jednotka	Požadavek	Vypočtená hodnota	Splnění podmínek poskytnutí podpory
A.1	Měrná roční potřeba tepla na vytápění E_h	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	≤ 90	65	ANO
	Průměrný součinitel prostupu obálky budovy U_{em}	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,37 (≤ 0,95 * $U_{em,R}$)	0,39	
	Měněné stavební prvky obálky budovy U	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	Dle požadavku ČSN 73 0540-2 a vyhlášky č. 78/2013 Sb.	Viz přílohy	NE
	Procentní snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění oproti stavu před realizací opatření	[%]	40	41	ANO
C.1	Žadatel současně žádá o podporu na snížení energetické náročnosti rodinného domu z oblasti A	-	ANO	-	ANO

Posouzení návrhového opatření – Varianta III

Tab. č. 43 - Vyhodnocení podoblastí dotace A.1, C.3 – varianta II¹⁴³

Podoblast podpory	Sledovaný parametr	Jednotka	Požadavek	Vypočtená hodnota	Splnění podmínek poskytnutí podpory
A.1	Měrná roční potřeba tepla na vytápění E_h	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	≤ 90	65	ANO
	Průměrný součinitel prostupu obálky budovy U_{em}	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,37 (≤ 0,95 * $U_{em,R}$)	0,40	
	Měněné stavební prvky obálky budovy U	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	Dle požadavku ČSN 73 0540-2 a vyhlášky č. 78/2013 Sb.	Viz přílohy	NE
	Procentní snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění oproti stavu před realizací opatření	[%]	40	41	ANO
C.1	Žadatel současně žádá o podporu na snížení energetické náročnosti rodinného domu z oblasti A	-	ANO	-	ANO
C.3.2	Vypočtený celkový využitelný zisk solární soustavy $Q_{ss,u}$	[kWh.rok ⁻¹]	≥ 1500	3244	ANO
	Vypočtený měrný využitelný zisk solární soustavy $q_{ss,u}$	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	≥ 280	194	NE
	Dosažení minimálního pokrytí potřeby teplé vody	[%]	-	-	-
	Instalace akumulčního zásobníku tepla o měrném objemu vztaženém k celkové ploše apertury	[l.m ⁻²]	≥ 45	60	ANO

¹⁴² Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavební-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

¹⁴³ Aplikace NZÚ 2015/10. *Stavební-fyzika* [online]. Dekpartner, 2015 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

Vyhodnocení výsledků podpory NZÚ

Dle výše uvedených výsledků byl pro kombinaci podpory A i C splněn vždy min. jeden sledovaný parametr. Navržený kotel na tuhá paliva vyhověl podmínkám pro ruční i automatickou dodávku paliva. Tabulky 15.b, 16.b shrnují výši dotace pro konkrétní typ měněné stavební konstrukce a měněného technického systému.

Tab. č. 44 - Vyhodnocení podoblasti dotace A.1¹⁴⁴

Typ konstrukce	A.0 a A.1 (Kč/m ²)	A.2 (Kč/m ²)	A.3 (Kč/m ²)
Obvodové stěny a podlahy nad eteriérem	500	600	800
Střechy	500	600	800
Výplně otvorů	2 100	2 750	3 800
Podlahy na terénu	700	900	1 200
Stropy a ostatní konstrukce	330	400	550

Vyhodnocení podoblasti dotace C.1

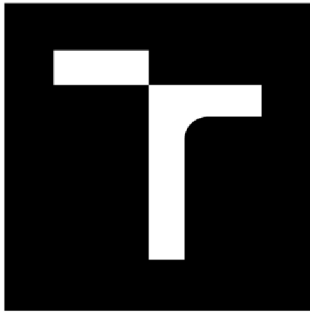
Základní výše dotace pro kotle na biomasu činí 80 % z vynaložených způsobilých výdajů (max. 150 000 Kč).

Tab. č. 45 - Vyhodnocení podoblasti dotace C.3¹⁴⁵

Podoblast podpory	Typ systému	Výše podpory [Kč]
C.3.1	Solární termický systém na přípravu teplé vody	35 000
C.3.2	Solární termický systém na přípravu teplé vody a přitápění	50 000
C.3.3	Solární FV systém pro přípravu teplé vody s přímým ohřevem	35 000
C.3.4	Solární FV systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700 \text{ kWh.rok}^{-1}$	55 000
C.3.5	Solární FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700 \text{ kWh.rok}^{-1}$	70 000
C.3.6	Solární FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 3\,000 \text{ kWh.rok}^{-1}$	100 000

¹⁴⁴ Podmínky oblasti podpory (A, C). *Novazelenausporam* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>

¹⁴⁵ Podmínky oblasti podpory (A, C). *Novazelenausporam* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://stavebni-fyzika.cz/>



**PŘÍLOHA Č. 6 – STANOVENÍ CENY ZATEPENÍ OBJEKTU
DLE POLOŽKOVÉHO ROZPOČTU S OHLEDEM NA VÝŠI
DOSAŽENÉ DOTACE DLE NZÚ**

Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu – Varianta I

Tab. č. 46 - Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu (varianta I)¹⁴⁶

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	SO01	Zateplení RD v obci Újezd u Rosic - Varianta I (EPS)	
Objekt:	č. 25	RD Újezd u Rosic	
Rozpočet:	2016-05-23	Zateplení RD	
Objednatel:	Pavel Novák	IČO:	
	Újezd u Rosic č. 25	DIČ:	
	664 84		
Zhotovitel:		IČO:	
		DIČ:	
Vypracoval:	Ing. Jiří Stromecký		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	194 041,61	184 689,12	378 730,73
PSV	19 255,98	28 509,87	47 765,85
MON	0,00	17 257,23	17 257,23
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	213 297,59	230 456,22	443 753,81
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		443 753,81 CZK
Snížená DPH	15 %		66 563,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		0,00 CZK
Základní DPH	21 %		0,00 CZK
Zaokrouhlení			0,19 CZK
Cena celkem s DPH			510 317,00 CZK
<p>v <u>Příbrami na Moravě</u> dne <u>23.05.2016</u></p> <p>_____ Za zhotovitele</p> <p>_____ Za objednatele</p>			

¹⁴⁶ Rozpočtovací program BUILDpower S. Rts [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: http://www.rts.cz/buildpower_s_rozpocetovani.aspx

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	194 041,61	158 089,31	352 130,92	79
94	Lešení a stavební výtahy	HSV	0,00	11 598,99	11 598,99	3
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	11 988,67	11 988,67	3
762	Konstrukce tesařské	PSV	5 906,20	2 257,44	8 163,64	2
764	Konstrukce klempířské	PSV	13 349,78	26 252,43	39 602,21	9
97	Prorážení otvorů	MON	0,00	8 427,23	8 427,23	2
M21	Elektromontáže	MON	0,00	8 830,00	8 830,00	2
D96	Přesuny suti a vybouraných hmot	PSU	0,00	3 012,15	3 012,15	1
Cena celkem			213 297,59	230 456,22	443 753,81	100

Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ – Varianta I

Tab. č. 47 - Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ (varianta I)

KONSTRUKCE	TEPELNÁ IZOLACE	PLOCHA (m ²)	CELKOVÁ CENA (Kč)	DOTACE (Kč/m ²)	K(-)	VÝŠE DOTACE (Kč)
OBVODOVÁ STĚNA	EPS - Baumit open reflect (zóna 1)	174,58	188720	500	1	87290
OBVODOVÁ STĚNA SUTERÉNU	XPS - Austrotherm TOP P GK (zóna 1)	30,12	30120	500	1	15060
VNITŘNÍ STĚNA ODDĚLUJÍCÍ ZÓNU 1,2 (GARÁŽ)	EPS - Baumit open reflect (zóna 1,2)	24,23	17397	330	1	7996
STROPNÍ KONSTRUKCE (GARÁŽ)	Izolace z minerálních vláken - Isover NF 333	31	32054	330	1	10230
Σ						120576
*Dle požadavků NZÚ se dotace nevztahuje na zateplení nevytápěných prostor (zóna 2 Garáž)						
*K - Koefficient upravující výši dotace; K = 1 (budova bez zvýhodnění)						
*Celková výše dotace max. 50 % řádně doložených způsobilých výdajů.						
VYPOČTENÁ CENA DLE POLOŽKOVÉHO ROZPOČTU (Kč)						510 317 Kč
VYSLEDNÁ CENA PO ODEČTENÍ DOTACE						389 741 Kč

Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu – Varianta II

Tab. č. 48 - Stanovení ceny zateplení dle položkového rozpočtu (varianta II)¹⁴⁷

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	SO01	Zateplení RD v obci Újezd u Rosic - Varianta II (Minerální vata)	
Objekt:	č. 25	RD Újezd u Rosic	
Rozpočet:	2016-05-23	Zateplení RD	
Objednatel:	Pavel Novák	IČO:	
	Újezd u Rosic č. 25	DIČ:	
	664 84		
Zhotovitel:		IČO:	
		DIČ:	
Vypracoval:	Ing. Jiří Stromecký		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	218 924,65	206 431,62	425 356,27
PSV	19 255,98	28 509,87	47 765,85
MON	0,00	17 257,23	17 257,23
Vedlejší náklady	0,00	0,00	0,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	238 180,63	252 198,72	490 379,35
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %		220 611,24 CZK
Snížená DPH	15 %		33 092,00 CZK
Základ pro základní DPH	21 %		269 768,11 CZK
Základní DPH	21 %		56 651,00 CZK
Zaokrouhlení			-0,35 CZK
Cena celkem s DPH			580 122,00 CZK
v	Příbrami na Moravě	dne	26.05.2016
	_____		_____
	_____		_____
	Za zhotovitele		Za objednatele

¹⁴⁷ Rozpočtovací program BUILDpower S. Rts [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: http://www.rts.cz/buildpower_s_rozpocetovani.aspx

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem	%
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	218 924,65	170 480,22	389 404,87	79
94	Lešení a stavební výtahy	HSV	0,00	11 598,99	11 598,99	2
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	21 340,26	21 340,26	4
762	Konstrukce tesařské	PSV	5 906,20	2 257,44	8 163,64	2
764	Konstrukce klempířské	PSV	13 349,78	26 252,43	39 602,21	8
97	Prorážení otvorů	MON	0,00	8 427,23	8 427,23	2
M21	Elektromontáže	MON	0,00	8 830,00	8 830,00	2
D96	Přesuny sutí a vybouraných hmot	PSU	0,00	3 012,15	3 012,15	1
Cena celkem			238 180,63	252 198,72	490 379,35	100

Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ – Varianta II

Tab. č. 49 - Stanovení výsledné ceny po odečtení dotace dle NZÚ (varianta II)

KONSTRUKCE	TEPELNÁ IZOLACE	PLOCHA (m ²)	CELKOVÁ CENA (Kč)	DOTACE (Kč/m ²)	K(-)	VÝŠE DOTACE (Kč)
OBVODOVÁ STĚNA	Tepelná izolace z minerálních vláken - Isover TF Profi (zóna 1)	178,61	221298	500	1	89305
OBVODOVÁ STĚNA SUTERÉNU	XPS - Austrotherm TOP P GK (zóna 1)	30,12	30120	500	1	15060
VNITŘNÍ STĚNA ODDĚLUJÍCÍ ZÓNU 1,2 (GARÁŽ)	EPS - Baumit open reflect (zóna 1,2)	24,23	17397	330	1	7996
STROPNÍ KONSTRUKCE (GARÁŽ)	Izolace z minerálních vláken - Isover NF 333	31	32054	330	1	10230
*Dle požadavků NZÚ se dotace nevztahuje na zateplení nevytápěných prostor (zóna 2 Garáž)						Σ 122591
*K - Koeficient upravující výši dotace; K = 1 (budova bez zvýhodnění)						
*Celková výše dotace max. 50 % řádně doložených způsobilých výdajů.						
VYPOČTENÁ CENA DLE POLOŽKOVÉHO ROZPOČTU (Kč)						580 122 Kč
VÝSLEDNÁ CENA PO ODEČTENÍ DOTACE						457 531 Kč

K výsledným cenám položkového rozpočtu zateplení je nutno dodat, že se jedná o výši ceny vypočtené v rozpočtovacím programu BUILDpower S. Jedná se o ceny vycházející z nabídky renomovaných firem. Nabídková cena se odvíjí od výběru realizační firmy (např. dle kapitoly 5.4.5 Návrhové opatření – Varianta II rozmezí nabídky cen materiálu).



**PŘÍLOHA Č. 7– STANOVENÍ CENY KOTLE NA BIOMASU,
SOLÁRNÍ TERMICKÉ SOUSTAVY S OHLEDEM NA
DOSAŽENOU DOTACI**

Stanovení ceny kotle na biomasu s ručním přiřkládáním (kusové dřevo)

Tab. č. 50 - Stanovení ceny kotle na biomasu (ruční přiřkládání – kusové dřevo)¹⁴⁸

ZARÍZENÍ	CENA vč. DPH (Kč)
Atmos DC 18 SP (L) kombinovaný	48300
Kombinovaná akumulční nádrž THKE/F 1000	53337
Expanzní nádoba FERRO 50 l	1320
Laddomat 21 pro kotle Atmos	7789
Sada ekvitermní regulace	14860
Pokožová jednotka pro pokojovou regulaci	5934
Termostatický směšovací ventil VTA	1853
Termostatický ventil pro chlad. smyčku Honeywell TS 131	1570
Regulátor tahu Honeywell FR 124	710
Termostat na čerpadlo	430
Bezpečnostní termostat na čerpadlo	335
Trojcestný mísící ventil VRG 131	1123
Servopohon ESBE	2752
Kouřovody, kolena	2500
Pojisté ventily kotle, chladicí smyčky	384
Zpětné klapky, kohouty, filtr	786
Automatický odvzdušňovací ventil	189
Tlakoměr D 100	379
Teploměr 3 ks	1054
Trubky, šroubení, těsnění	1000
Montáž kotle	5200
Montáž akumulční nádrže	2100
Σ	153905

CENÍK ZELENÁ ÚSPORÁM - RD 2016	CENA vč. DPH (Kč)
Projektová dokumentace pro oblast podpory A	12000
Projektová dokumentace pro oblast podpory C.1	3400
Energetické hodnocení pro oblast podpory A, C.1	16000
Odečtení celkové výše podpory posudek NZÚ	-5000
Σ	26400

CELKOVÉ NÁKLADY	180305
------------------------	---------------

¹⁴⁸ Ceník Atmos. Atmos [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/cenik/>

Stanovení ceny kotle na biomasu s automatickým přikládáním (dřevěné pelety)

Tab. č. 51 - Stanovení ceny kotle na biomasu (automatické přikládání – dřevěné pelety)¹⁴⁹

ZAŘÍZENÍ	CENA vč. DPH (Kč)
Atmos DC 18 SP (L) kombinovaný	48300
Kombinovaná akumulární nádrž THKE/F 1000	53337
Expanzní nádoba FERRO 50 l	1320
Laddomat 21 pro kotle Atmos	7789
Sada ekvitermní regulace	14860
Pokožová jednotka pro pokojovou regulaci	5934
Termostatický směšovací ventil VTA	1853
Termostatický ventil pro chlad. smyčku Honeywell TS 131	1570
Regulátor tahu Honeywell FR 124	710
Termostat na čerpadlo	430
Bezpečnostní termostat na čerpadlo	335
Trojcestný míšící ventil VRG 131	1123
Servopohon ESBE	2752
Kouřovody, kolena	2500
Pojisté ventily kotle, chladicí smyčky	384
Zpětné klapky, kohouty, filtr	786
Automatický odvodušňovací ventil	189
Tlakoměr D 100	379
Teploměr 3 ks	1054
Trubky, šroubení, těsnění	1000
Montáž kotle	5200
Montáž akumulární nádrže	2100
Zásobník na pelety Atmos A 25 1000 l	10231
Šnekový dopravník DA 1500	9700
Hořák na pelety Atmos	22300
Σ	196136
CENÍK ZELENÁ ÚSPORÁM - RD 2016	CENA vč. DPH (Kč)
Projektová dokumentace pro oblast podpory A	12000
Projektová dokumentace pro oblast podpory C.1	3400
Energetické hodnocení pro oblast podpory A, C.1	16000
Odečtení celkové výše podpory posudek NZÚ	-5000
Σ	26400
CELKOVÉ NÁKLADY	222536

¹⁴⁹ Ceník Atmos. Atmos [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.atmos.eu/cenik/>

Stanovení konečné ceny kotle na biomasu s ručním přiřkládáním (kusové dřevo) - cena po odečtení dotace dle NZÚ

Tab. č. 52 - Stanovení konečné ceny kotle na biomasu (ruční přiřkládání – kusové dřevo)¹⁵⁰

Moravskoslezský kraj		VYHODNOCENÍ ROČNÍ ÚSPORY PALIVOVÝCH NÁKLADŮ PŘI VÝMĚNĚ STARÉHO KOTLE NA PEVNÁ PALIVA ZA NOVÝ (verze pro všechny kraje)		VŠB-TU Ostrava Výzkumné energetické centrum	
1 VÝPOČET VÝŠE DOTACE		Vyplňování: Vyplněno automaticky		Vyplnit ručně	
Typ nového dotovaného kotle	Kotel spalující pouze biomasu	Výše dotace			
Místo realizace - kraj:	Jihomoravský kraj	Základní výše dotace:	80	%	
Místo realizace - město, obec:	Újezd u Rosic	Navýšení dotace vzhledem k lokalitě:	0	%	
Způsob dopravy paliva nového kotle:	Kotel s ručním přiřkládáním	Navýšení dotace (kraj):	0	%	
Je potřeba Průkaz energetické náročnosti budovy?	<input checked="" type="radio"/> Ano <input type="radio"/> Ne	Navýšení dotace (město, obec):	0	Kč	
Cena za nový kotel a otopnou soustavu:	100 568 Kč	Celkové procento dotace:	80 % + 0 Kč	%, Kč	
Cena za akumulační nádrž (nutná instalace):	53 337 Kč	Celková výše dotace:	120 000	Kč	
Cena za Průkaz energetické náročnosti budovy:	26 400 Kč	Fyzická osoba zaplatí celkem:	60 305	Kč	
Celková vložená částka fyzickou osobou:	180 305 Kč				
Celkové vynaložené způsobilé výdaje (max. 150 tis. Kč):	150 000 Kč				

Stanovení konečné ceny kotle na biomasu s automatickým přiřkládáním (dřevěné pelety) – cena po odečtení dotace dle NZÚ

Tab. č. 53 - Stanovení konečné ceny kotle na biomasu (automatické přiřkládání – dřevěné pelety)¹⁵¹

Moravskoslezský kraj		VYHODNOCENÍ ROČNÍ ÚSPORY PALIVOVÝCH NÁKLADŮ PŘI VÝMĚNĚ STARÉHO KOTLE NA PEVNÁ PALIVA ZA NOVÝ (verze pro všechny kraje)		VŠB-TU Ostrava Výzkumné energetické centrum	
1 VÝPOČET VÝŠE DOTACE		Vyplňování: Vyplněno automaticky		Vyplnit ručně	
Typ nového dotovaného kotle	Kotel spalující pouze biomasu	Výše dotace			
Místo realizace - kraj:	Jihomoravský kraj	Základní výše dotace:	80	%	
Místo realizace - město, obec:	Újezd u Rosic	Navýšení dotace vzhledem k lokalitě:	0	%	
Způsob dopravy paliva nového kotle:	Automatický kotel	Navýšení dotace (kraj):	0	%	
Je potřeba Průkaz energetické náročnosti budovy?	<input checked="" type="radio"/> Ano <input type="radio"/> Ne	Navýšení dotace (město, obec):	0	Kč	
Cena za nový kotel a otopnou soustavu:	142 799 Kč	Celkové procento dotace:	80 % + 0 Kč	%, Kč	
Cena za akumulační nádrž (není nutná):	53 337 Kč	Celková výše dotace:	120 000	Kč	
Cena za Průkaz energetické náročnosti budovy:	26 400 Kč	Fyzická osoba zaplatí celkem:	102 536	Kč	
Celková vložená částka fyzickou osobou:	222 536 Kč				
Celkové vynaložené způsobilé výdaje (max. 150 tis. Kč):	150 000 Kč				

¹⁵⁰ Vyhodnocení roční úspory palivových nákladů při výměně starého kotle na pevná paliva za nový. *Lokalni-topeniste.kr-moravskoslezsky*[online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://lokalni-topeniste.kr-moravskoslezsky.cz/>

¹⁵¹ Vyhodnocení roční úspory palivových nákladů při výměně starého kotle na pevná paliva za nový. *Lokalni-topeniste.kr-moravskoslezsky*[online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://lokalni-topeniste.kr-moravskoslezsky.cz/>

Stanovení konečné ceny solárního termického systému - cena po odečtení dotace NZÚ

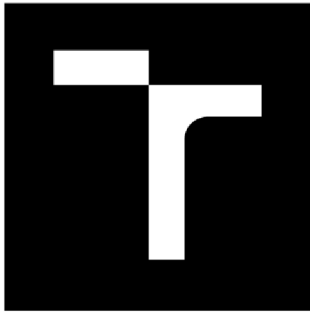
Tab. č. 54 - Stanovení konečné ceny solárního termického systému NZÚ¹⁵²

ZARÍZENÍ	CENA vč. DPH (Kč)
Sluneční kolektor Regulus KPG1+, 7 ks	101556
Sada pro uchycení kolektorů	11085
Sada přípojovací pro kolekt. Pole KGP1+	545
Čerpadlová skupina S2 Solar 3	9668
Predizolovaná nerezová trubka 20 mm	12076
Solární kapalina Solarten super 25; 15 l	1392
Expanzní nádoba 18 l Reflex S 18	1647
Separátor vzduchu	823
Odvzdušňovací sada	1137
Regulátor průtoku	1540
Napouštěcí armatura	950
Odvzdušňovací ventil	483
Sada těsnění a šroubení	300
Akumulační nádrž (započtena v ceně kotle)	0
Montáž	9000
Σ	152202

CENÍK ZELENÁ ÚSPORÁM - RD 2016	CENA vč. DPH (Kč)
Projektová dokumentace pro oblast podpory A	12000
Projektová dokumentace pro oblast podpory C.3	3000
Energetické hodnocení pro oblast podpory A, C.1	16000
Odečtení celkové výše podpory posudek NZÚ	-5000
Σ	26000

CELKOVÉ NÁKLADY	178202
DOSAŽENÁ DOTACE C.3.2 V RÁMCI NZÚ	50000
VÝSLEDNÁ CENA PO ODEČTENÍ DOTACE	128202

¹⁵² Ceník regulus. Regulus [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/cenik>



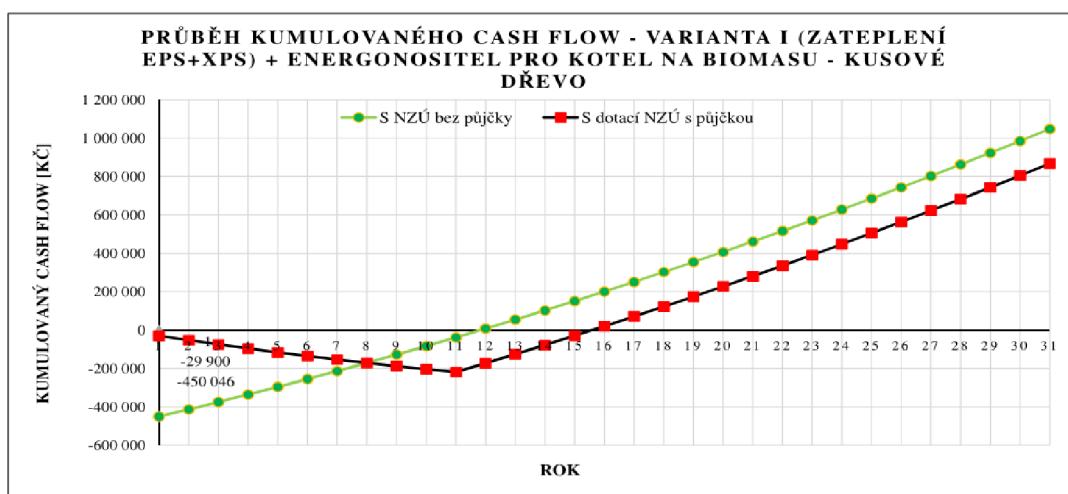
**PŘÍLOHA Č. 8– PODROBNÉ EKONOMICKÉ
VYHODNOCENÍ METODOU KUMULOVANÉHO CASH
FLOW VŠECH VARIANT**

Tab. č. 55 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo

Podrobné ekonomické vyhodnocení : Varianta I (Zateplení EPS+XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu - Kusové dřevo

Rok	Výnosy		Změna cen energií		Výnosy se změnou	S dotací NZÚ s půjčkou				návrátlost v roce : 14,6		S NZÚ bez půjčky			
						Náklady	Anuitní splátka (10 let) (1x)	Úrok (6,9 % p.a.)	Úmor dluhu	Zůstatek dluhu	Kumul. Cash Flow	Náklady	Kumul. Cash Flow		
														Vyřiz.dotace	
														[Kč]	[Kč]
0	/	/	/	0	423 646	3 500	/	/	423 646	-29 900	423 646	-450 046			
1	36 400	2,4	874	37 274	0	60 039	29 232	30 808	392 838	-52 666	0	-412 772			
2	36 400	2,4	874	38 147	0	60 039	27 106	32 933	359 905	-74 557	0	-374 625			
3	36 400	2,4	874	39 021	0	60 039	24 833	35 206	324 699	-95 576	0	-335 604			
4	36 400	2,4	874	39 894	0	60 039	22 404	37 635	287 065	-115 721	0	-295 710			
5	36 400	2,4	874	40 768	0	60 039	19 807	40 232	246 833	-134 992	0	-254 942			
6	36 400	2,4	874	41 642	0	60 039	17 031	43 008	203 825	-153 389	0	-213 300			
7	36 400	2,4	874	42 515	0	60 039	14 064	45 975	157 850	-170 913	0	-170 785			
8	36 400	2,4	874	43 389	0	60 039	10 892	49 147	108 703	-187 564	0	-127 396			
9	36 400	2,4	874	44 262	0	60 039	7 500	52 539	56 164	-203 340	0	-83 134			
10	36 400	2,4	874	45 136	0	60 039	3 875	56 164	0	-218 243	0	-37 998			
11	36 400	2,4	874	46 010	0					-172 234	0	8 012			
12	36 400	2,4	874	46 883	0					-125 351	0	54 895			
13	36 400	2,4	874	47 757	0					-77 594	0	102 652			
14	36 400	2,4	874	48 630	0					-28 963	0	151 282			
15	36 400	2,4	874	49 504	0					20 541	0	200 786			
16	36 400	2,4	874	50 378	0					70 918	0	251 164			
17	36 400	2,4	874	51 251	0					122 169	0	302 415			
18	36 400	2,4	874	52 125	0					174 294	0	354 540			
19	36 400	2,4	874	52 998	0					227 293	0	407 538			
20	36 400	2,4	874	53 872	0					281 165	0	461 410			
21	36 400	2,4	874	54 746	0					335 910	0	516 156			
22	36 400	2,4	874	55 619	0					391 529	0	571 775			
23	36 400	2,4	874	56 493	0					448 022	0	628 268			
24	36 400	2,4	874	57 366	0					505 389	0	685 634			
25	36 400	2,4	874	58 240	0					563 629	0	743 874			
26	36 400	2,4	874	59 114	0					622 742	0	802 988			
27	36 400	2,4	874	59 987	0					682 729	0	862 975			
28	36 400	2,4	874	60 861	0					743 590	0	923 836			
29	36 400	2,4	874	61 734	0					805 325	0	985 570			
30	36 400	2,4	874	62 608	0					867 933	0	1 048 178			

Graf č. 23 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo



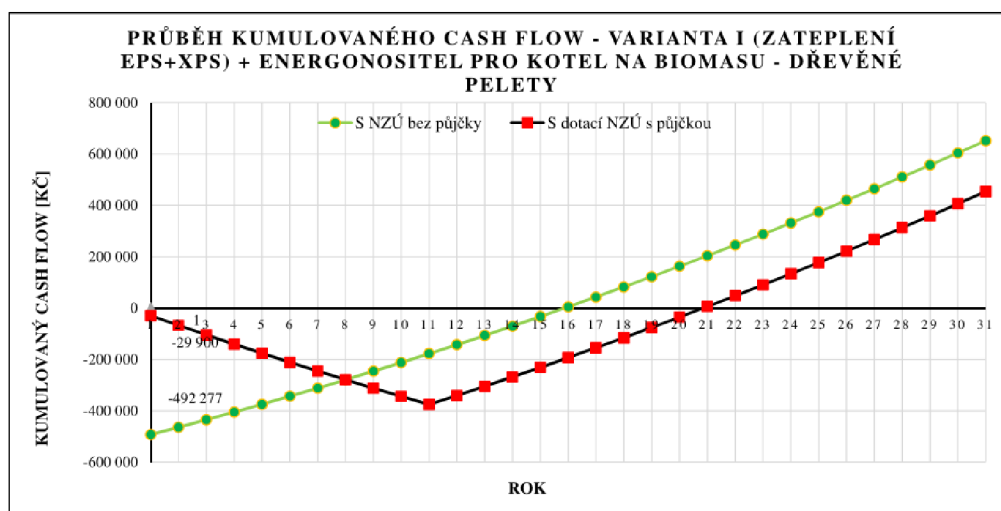
Tab. č. 56 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety

Varianta I (Zateplení EPS+XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu - Dřevěné pelety

Podrobné ekonomické vyhodnocení :

Rok	Výnosy		Změna cen energií		Výnosy se změnou	S dotací NZÚ s půjčkou					návratnost v roce : 19,9		S NZÚ bez půjčky		
	[Kč]	[%]	[Kč]	[Kč]		Náklady	Anuitní splátka (10 let) (1x)	Úrok (6,9 % p.a.)	Úmor dluhu	Zůstatek dluhu	Kumul. Cash Flow	Náklady	Kumul. Cash Flow	14,9	
														Vyřiz.dotace 26 400 Kč	
														[Kč]	[Kč]
0	/	/	/	0	465 877	3 500	/	/	465 877	-29 900	465 877	-492 277			
1	27 800	2,4	667	28 467	0	66 024	32 146	33 879	431 998	-67 457	0	-463 810			
2	27 800	2,4	667	29 134	0	66 024	29 808	36 216	395 782	-104 347	0	-434 675			
3	27 800	2,4	667	29 802	0	66 024	27 309	38 715	357 067	-140 569	0	-404 874			
4	27 800	2,4	667	30 469	0	66 024	24 638	41 387	315 680	-176 124	0	-374 405			
5	27 800	2,4	667	31 136	0	66 024	21 782	44 242	271 438	-211 013	0	-343 269			
6	27 800	2,4	667	31 803	0	66 024	18 729	47 295	224 143	-245 234	0	-311 466			
7	27 800	2,4	667	32 470	0	66 024	15 466	50 558	173 585	-278 787	0	-278 995			
8	27 800	2,4	667	33 138	0	66 024	11 977	54 047	119 538	-311 674	0	-245 858			
9	27 800	2,4	667	33 805	0	66 024	8 248	57 776	61 763	-343 893	0	-212 053			
10	27 800	2,4	667	34 472	0	66 024	4 262	61 763	0	-375 445	0	-177 581			
11	27 800	2,4	667	35 139	0					-340 306	0	-142 442			
12	27 800	2,4	667	35 806	0					-304 500	0	-106 635			
13	27 800	2,4	667	36 474	0					-268 026	0	-70 162			
14	27 800	2,4	667	37 141	0					-230 885	0	-33 021			
15	27 800	2,4	667	37 808	0					-193 077	0	4 787			
16	27 800	2,4	667	38 475	0					-154 602	0	43 262			
17	27 800	2,4	667	39 142	0					-115 460	0	82 405			
18	27 800	2,4	667	39 810	0					-75 650	0	122 214			
19	27 800	2,4	667	40 477	0					-35 173	0	162 691			
20	27 800	2,4	667	41 144	0					5 971	0	203 835			
21	27 800	2,4	667	41 811	0					47 782	0	245 646			
22	27 800	2,4	667	42 478	0					90 260	0	288 125			
23	27 800	2,4	667	43 146	0					133 406	0	331 270			
24	27 800	2,4	667	43 813	0					177 219	0	375 083			
25	27 800	2,4	667	44 480	0					221 699	0	419 563			
26	27 800	2,4	667	45 147	0					266 846	0	464 710			
27	27 800	2,4	667	45 814	0					312 660	0	510 525			
28	27 800	2,4	667	46 482	0					359 142	0	557 006			
29	27 800	2,4	667	47 149	0					406 291	0	604 155			
30	27 800	2,4	667	47 816	0					454 107	0	651 971			

Graf č. 24 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta I (Zateplení EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety

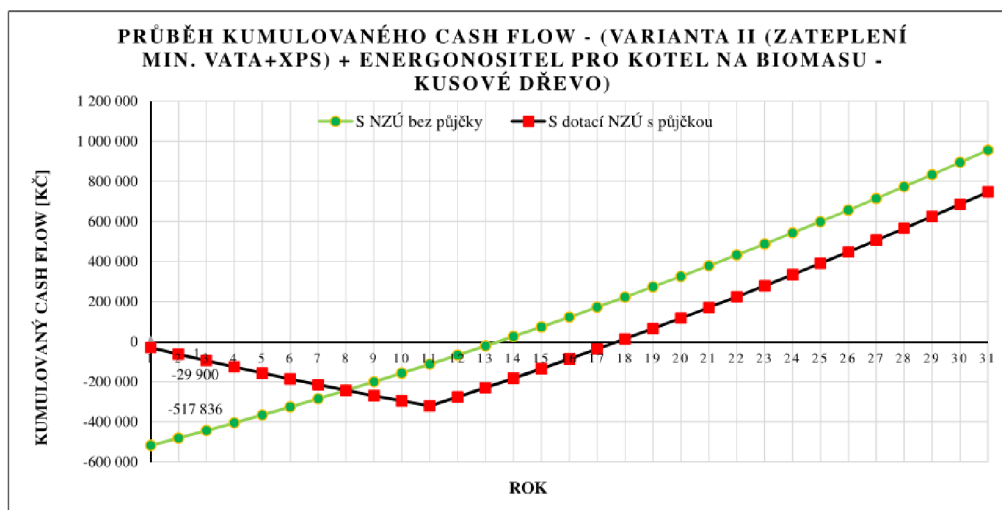


Tab. č. 57 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo

Podrobné ekonomické vyhodnocení : Varianta II (Zateplení min. vata+XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu - Kusové dřevo

Rok	Výnosy		Změna cen energií		Výnosy se změnou	S dotací NZÚ s půjčkou návratnost v roce : 16,7					S NZÚ bez půjčky		
	[Kč]	[%]	[Kč]	[Kč]		Náklady [Kč]	Anuitní splátka (10 let) (1x)	Úrok (6,9 % p.a.)	Úmor dluhu [Kč]	Zůstatek dluhu [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]	Náklady [Kč]	Kumul. Cash Flow
							10	0,069					12,5
0	/	/	/	0	491 436	3 500	/	/	491 436	-29 900	491 436	-517 836	
1	35 800	2,4	859	36 659	0	69 646	33 909	35 737	455 699	-62 887	0	-481 177	
2	35 800	2,4	859	37 518	0	69 646	31 443	38 203	417 496	-95 015	0	-443 658	
3	35 800	2,4	859	38 378	0	69 646	28 807	40 839	376 656	-126 284	0	-405 281	
4	35 800	2,4	859	39 237	0	69 646	25 989	43 657	332 999	-156 693	0	-366 044	
5	35 800	2,4	859	40 096	0	69 646	22 977	46 669	286 330	-186 244	0	-325 948	
6	35 800	2,4	859	40 955	0	69 646	19 757	49 890	236 440	-214 935	0	-284 993	
7	35 800	2,4	859	41 814	0	69 646	16 314	53 332	183 108	-242 767	0	-243 178	
8	35 800	2,4	859	42 674	0	69 646	12 634	57 012	126 097	-269 740	0	-200 505	
9	35 800	2,4	859	43 533	0	69 646	8 701	60 946	65 151	-295 853	0	-156 972	
10	35 800	2,4	859	44 392	0	69 646	4 495	65 151	0	-321 107	0	-112 580	
11	35 800	2,4	859	45 251	0					-275 856	0	-67 329	
12	35 800	2,4	859	46 110	0					-229 746	0	-21 218	
13	35 800	2,4	859	46 970	0					-182 776	0	25 751	
14	35 800	2,4	859	47 829	0					-134 947	0	73 580	
15	35 800	2,4	859	48 688	0					-86 259	0	122 268	
16	35 800	2,4	859	49 547	0					-36 712	0	171 815	
17	35 800	2,4	859	50 406	0					13 694	0	222 222	
18	35 800	2,4	859	51 266	0					64 960	0	273 487	
19	35 800	2,4	859	52 125	0					117 085	0	325 612	
20	35 800	2,4	859	52 984	0					170 069	0	378 596	
21	35 800	2,4	859	53 843	0					223 912	0	432 439	
22	35 800	2,4	859	54 702	0					278 614	0	487 142	
23	35 800	2,4	859	55 562	0					334 176	0	542 703	
24	35 800	2,4	859	56 421	0					390 597	0	599 124	
25	35 800	2,4	859	57 280	0					447 877	0	656 404	
26	35 800	2,4	859	58 139	0					506 016	0	714 543	
27	35 800	2,4	859	58 998	0					565 014	0	773 542	
28	35 800	2,4	859	59 858	0					624 872	0	833 399	
29	35 800	2,4	859	60 717	0					685 589	0	894 116	
30	35 800	2,4	859	61 576	0					747 165	0	955 692	

Graf č. 25 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – kusové dřevo

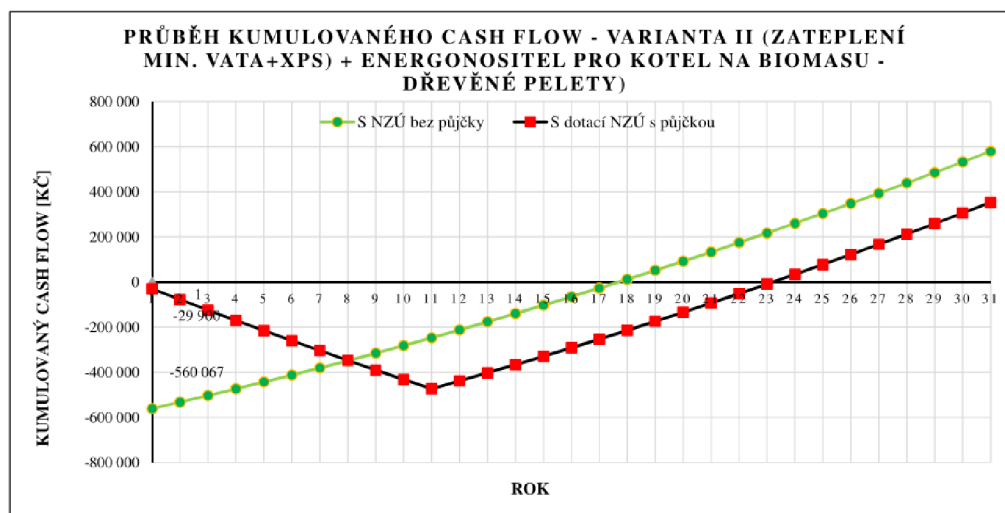


Tab. č. 58 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety

Podrobné ekonomické vyhodnocení : Varianta II (Zateplení min. vata+XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu - Dřevěné pelety

Rok	Výnosy [Kč]	Změna cen energií		Výnosy se změnou [Kč]	S dotací NZÚ s půjčkou návratnost v roce : 22,2					S NZÚ bez půjčky				
		[%]	[Kč]		Náklady [Kč]	Anuitní splátka (10 let) (1x) [Kč]	Úrok (6,9 % p.a.) [Kč]	Úmor dluhu [Kč]	Zůstatek dluhu [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]	Náklady [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]		
													10	0,069
													1	6,9
										16,7				
										26 400 Kč				
										26 400 Kč				
0	/	/	/	0	533 667	3 500	/	/	533 667	-29 900	533 667	-560 067		
1	27 700	2,4	665	28 365	0	75 631	36 823	38 808	494 859	-77 167	0	-531 702		
2	27 700	2,4	665	29 030	0	75 631	34 145	41 486	453 373	-123 768	0	-502 673		
3	27 700	2,4	665	29 694	0	75 631	31 283	44 349	409 024	-169 705	0	-472 978		
4	27 700	2,4	665	30 359	0	75 631	28 223	47 409	361 615	-214 977	0	-442 619		
5	27 700	2,4	665	31 024	0	75 631	24 951	50 680	310 935	-259 585	0	-411 595		
6	27 700	2,4	665	31 689	0	75 631	21 455	54 177	256 759	-303 527	0	-379 906		
7	27 700	2,4	665	32 354	0	75 631	17 716	57 915	198 844	-346 805	0	-347 553		
8	27 700	2,4	665	33 018	0	75 631	13 720	61 911	136 933	-389 418	0	-314 534		
9	27 700	2,4	665	33 683	0	75 631	9 448	66 183	70 750	-431 366	0	-280 851		
10	27 700	2,4	665	34 348	0	75 631	4 882	70 750	0	-472 649	0	-246 503		
11	27 700	2,4	665	35 013	0					-437 636	0	-211 490		
12	27 700	2,4	665	35 678	0					-401 959	0	-175 813		
13	27 700	2,4	665	36 342	0					-365 616	0	-139 470		
14	27 700	2,4	665	37 007	0					-328 609	0	-102 463		
15	27 700	2,4	665	37 672	0					-290 937	0	-64 791		
16	27 700	2,4	665	38 337	0					-252 600	0	-26 454		
17	27 700	2,4	665	39 002	0					-213 599	0	12 547		
18	27 700	2,4	665	39 666	0					-173 932	0	52 214		
19	27 700	2,4	665	40 331	0					-133 601	0	92 545		
20	27 700	2,4	665	40 996	0					-92 605	0	133 541		
21	27 700	2,4	665	41 661	0					-50 944	0	175 202		
22	27 700	2,4	665	42 326	0					-8 619	0	217 527		
23	27 700	2,4	665	42 990	0					34 372	0	260 518		
24	27 700	2,4	665	43 655	0					78 027	0	304 173		
25	27 700	2,4	665	44 320	0					122 347	0	348 493		
26	27 700	2,4	665	44 985	0					167 332	0	393 478		
27	27 700	2,4	665	45 650	0					212 981	0	439 127		
28	27 700	2,4	665	46 314	0					259 296	0	485 442		
29	27 700	2,4	665	46 979	0					306 275	0	532 421		
30	27 700	2,4	665	47 644	0					353 919	0	580 065		

Graf č. 26 - Průběh kumulovaného Cash flow – Varianta II (Minerální vata + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – dřevěné pelety



Tab. č. 59 - Podrobné ekonomické vyhodnocení – Varianta III (EPS + XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu – Kusové dřevo + Solární termický systém

Podrobné ekonomické vyhodnocení : Varianta III (Zateplení EPS+XPS) + Energonositel pro kotel na biomasu - Kusové dřevo + Solární termický systém

Rok	Výnosy [Kč]	Změna cen energií [%] [Kč]		Výnosy se změnou [Kč]	S dotací NZÚ s půjčkou					návrátmost v roce : 13,9		S NZÚ bez půjčky		
					Náklady [Kč]	Anuitní splátka (10 let) (1x) [Kč]	Úrok (6,9 % p.a.) [Kč]	Úmor dluhu [Kč]	Zůstatek dluhu [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]	Náklady [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]		
													10	0,069
													1	6,9
0	/	/	/	0	551 848	3 500	/	/	551 848	-29 500	551 848	-577 848		
1	49 500	2,4	1188	50 688	0	78 208	38 078	40 130	511 718	-57 020	0	-527 160		
2	49 500	2,4	1188	51 876	0	78 208	35 309	42 899	468 818	-83 352	0	-475 284		
3	49 500	2,4	1188	53 064	0	78 208	32 348	45 859	422 959	-108 496	0	-422 220		
4	49 500	2,4	1188	54 252	0	78 208	29 184	49 024	373 935	-132 452	0	-367 968		
5	49 500	2,4	1188	55 440	0	78 208	25 802	52 406	321 528	-155 220	0	-312 528		
6	49 500	2,4	1188	56 628	0	78 208	22 185	56 022	265 506	-176 800	0	-255 900		
7	49 500	2,4	1188	57 816	0	78 208	18 320	59 888	205 618	-197 192	0	-198 084		
8	49 500	2,4	1188	59 004	0	78 208	14 188	64 020	141 598	-216 396	0	-139 080		
9	49 500	2,4	1188	60 192	0	78 208	9 770	68 438	73 160	-234 411	0	-78 888		
10	49 500	2,4	1188	61 380	0	78 208	5 048	73 160	0	-251 239	0	-17 508		
11	49 500	2,4	1188	62 568	0					-188 671	0	45 060		
12	49 500	2,4	1188	63 756	0					-124 915	0	108 816		
13	49 500	2,4	1188	64 944	0					-59 971	0	173 760		
14	49 500	2,4	1188	66 132	0					6 161	0	239 892		
15	49 500	2,4	1188	67 320	0					73 481	0	307 212		
16	49 500	2,4	1188	68 508	0					141 989	0	375 720		
17	49 500	2,4	1188	69 696	0					211 685	0	445 416		
18	49 500	2,4	1188	70 884	0					282 569	0	516 300		
19	49 500	2,4	1188	72 072	0					354 641	0	588 372		
20	49 500	2,4	1188	73 260	0					427 901	0	661 632		
21	49 500	2,4	1188	74 448	0					502 349	0	736 080		
22	49 500	2,4	1188	75 636	0					577 985	0	811 716		
23	49 500	2,4	1188	76 824	0					654 809	0	888 540		
24	49 500	2,4	1188	78 012	0					732 821	0	966 552		
25	49 500	2,4	1188	79 200	0					812 021	0	1 045 752		
26	49 500	2,4	1188	80 388	0					892 409	0	1 126 140		
27	49 500	2,4	1188	81 576	0					973 985	0	1 207 716		
28	49 500	2,4	1188	82 764	0					1 056 749	0	1 290 480		
29	49 500	2,4	1188	83 952	0					1 140 701	0	1 374 432		
30	49 500	2,4	1188	85 140	0					1 225 841	0	1 459 572		

