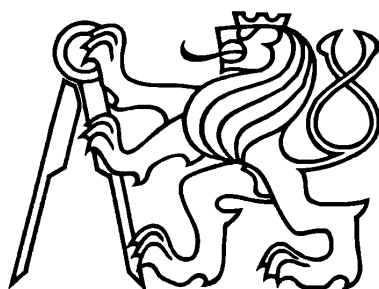


České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra elektroenergetiky

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management  
Obor / Specializace: Elektroenergetika



**Energetika bytových domů**

**Energetics of apartment buildings**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vypracoval: Bc. Jan Krampera  
Vedoucí práce: Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D.  
Rok: 2021

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Krampera** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **461690**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávací katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**  
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**  
Specializace: **Elektroenergetika**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Energetika bytových domů**

Název diplomové práce anglicky:

**Energetics of apartment buildings**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zásobování bytových domů jednotlivými formami energie.
- 2) Energetické komunity v bytových domech.
- 3) Zdroje energie a energeticky úsporná řešení bytových domů.
- 4) Technicko – ekonomické hodnocení energetiky bytových domů.

Seznam doporučené literatury:

- 1) BERANOVSKÝ, Jiří a Jan POKORNÝ. Je úsporný dům opravdu úsporný? Švábký 2, 190 00 Praha 8: EkoWATT, 2014. ISBN 978-80-87333-10-5.
- 2) Energetické hodnocení budov. Bmo: Vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-214-5274-9.
- 3) BENDA, Vítězslav. Obnovitelné zdroje energie. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.
- 4) SYNEK, Miloslav. Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3404-1.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D., katedra elektroenergetiky FEL**

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

Datum zadání diplomové práce: **27.01.2021** Termín odevzdání diplomové práce: **21.05.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2022**

Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

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

### Čestné prohlášení

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

V Praze dne 21. 05. 2021

Bc. Jan Krampera

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Mgr. Vítu Kleinovi, Ph.D., za vedení mé diplomové práce, odborné rady a podnětné návrhy, které obohatily vypracování mé diplomové práce. Dále bych panu Kleinovi rád poděkoval za podporu a vřelou pomoc během mého celého studia, za osobní rady a za pracovní směřování během studia i po absolvování magisterského studia.

Zároveň také děkuji Českému vysokému učení technickému v Praze, které mi umožnilo studium na Fakultě elektrotechnické a předalo mi tak odborné technické znalosti v oboru energetika, které využiji v dalších etapách svého života.

Obrovské poděkování patří mé rodině a přítelkyni za důležitou podporu a pomoc během mého celého studia.

Bc. Jan Krampera

## **Abstrakt**

V této práci je vytvořený ucelený souhrn energetiky rodinných a bytových domů.

V práci jsou podrobně popsány jednotlivé druhy zdrojů energie a jednotlivé druhy tepelných izolací pro rodinné a bytové domy. Další část práce se zabývá problematikou komunitní energetiky, jejím současným rozvojem v České republice a ve světě a její závislostí na legislativě a podpoře dané země. V závěru práce jsou jednotlivé varianty zdrojů energie a tepelných izolací pro rodinné a bytové domy vzájemně porovnány z pohledu ročních nákladů na vytápění a z pohledu kritérií ekonomické efektivity. Ekonomicky nejvýhodnější varianty jsou dále srovnávány s variantou využití technologie řízeného větrání s rekuperací.

## **Klíčová slova**

Zdroj energie, tepelná izolace, komunitní energetika, řízené větrání s rekuperací, potřeba tepla na vytápění, kritéria ekonomické efektivity.

## **Abstract**

In this thesis, a comprehensive summary of family and apartment houses energetics is created.

The thesis describes the various types of energy sources and various types of thermal insulation for family and apartment buildings. The next part of the thesis addresses the issues of community energetics, its current development in the Czech Republic and in the world and its dependence on legislation and support of the country. At the end of the thesis, the individual variants of energy sources and thermal insulation for family and apartment houses are compared with each other in terms of annual heating costs and in terms of economic efficiency criteria. The most economically favorable variants are further compared with the variant of using controlled ventilation technology with recuperation.

## **Keywords**

Energy source, thermal insulation, community energy, controlled ventilation with recuperation, heat demand for heating, criteria of economic efficiency.

## Obsah

Seznam příloh .....	X
Seznam obrázků .....	XI
Seznam tabulek .....	XII
Seznam zkratk .....	XIII
Úvod.....	1
1 Zásobování bytových domů jednotlivými formami energie.....	3
1.1 Elektrická energie z distribuční soustavy.....	3
1.1.1 Trh s elektřinou .....	4
1.1.2 Odběr elektrické energie .....	5
1.1.3 Elektrické vytápění .....	6
1.1.4 Elektrické přímotopné vytápění .....	7
1.1.5 Akumulace .....	8
1.1.6 Tepelná čerpadla .....	9
1.2 Zemní plyn .....	13
1.2.1 Plynový kondenzační kotel .....	13
1.3 Teplárenství.....	14
1.4 Fotovoltaika.....	15
1.4.1 Autonomní systém FVE.....	18
1.4.2 Využití FV panelů.....	20
1.4.3 Varianty možných zapojení FVE.....	21
1.5 Solární termické systémy .....	23
1.5.1 Ploché kolektory .....	25
1.5.2 Vakuové trubicové kolektory.....	26
1.5.3 Gravitační systémy.....	27
1.6 Klimatizace.....	27

1.7	Biomasa .....	28
1.7.1	Krby a krbová kamna na štípané dřevo .....	29
1.7.2	Kotel na štípané dřevo .....	29
1.7.3	Kotel na dřevěné pelety .....	30
1.8	Uhlí .....	31
1.8.1	Kotle na uhlí .....	32
2	Energetické komunity v bytových domech.....	33
2.1	Finanční podpora energetické komunity .....	33
2.2	Legislativa pro podporu energetické komunity .....	35
2.3	Energetické komunity v ČR.....	36
2.4	Energetické komunity ve světě .....	37
2.5	Potenciál energetických komunit v budoucnosti .....	37
3	Zdroje energie a energeticky úsporná řešení bytových domů.....	39
3.1	Tepelná izolace domů .....	39
3.1.1	Polystyren.....	39
3.1.2	Minerální vata.....	41
3.1.3	Pěnové sklo.....	42
3.1.4	PUR, PIR.....	43
3.1.5	Fenolická pěna.....	44
3.1.6	Obnovitelné izolační materiály .....	44
3.2	Izolovaná okna a dveře .....	46
3.3	Stínící systémy.....	48
3.4	Řízené větrání s rekuperací.....	48
4	Technicko-ekonomické hodnocení energetiky rodinných a bytových domů .....	52
4.1	Dotační tituly .....	52
4.2	Metodika a kritéria ekonomického hodnocení .....	53
4.3	Základní termodynamické vztahy.....	55



4.4	Průkaz energetické náročnosti budov.....	58
4.5	Výpočet tepelných ztrát.....	63
4.5.1	Výpočet tepelných ztrát prostupem .....	63
4.5.2	Výpočet tepelných ztrát infiltrací.....	65
4.5.3	Výpočet tepelných ztrát větracím vzduchem.....	66
4.5.4	Výpočet tepelných ztrát větráním .....	67
4.5.5	Výpočet tepelného zisku .....	67
4.5.6	Výpočet celkové tepelné ztráty domu.....	69
4.6	Výpočet potřeby energie na vytápění.....	70
4.7	Výpočet potřeby energie na ohřev teplé vody.....	71
4.8	Technicko - ekonomické hodnocení energetiky rodinného domu .....	72
4.8.1	Referenční rodinný dům .....	72
4.8.2	Varianta různé izolace obvodové konstrukce obálky budovy .....	79
4.8.3	Varianta různé izolace podlahy.....	83
4.8.4	Varianta různé izolace stropu.....	86
4.8.5	Varianta různého stavebního materiálu pro obvodové konstrukce.....	89
4.8.6	Varianta různých zdrojů energie na vytápění .....	90
4.8.7	Shrnutí energetiky rodinného domu.....	92
4.9	Technicko - ekonomické hodnocení energetiky bytového domu.....	95
4.9.1	Referenční bytový dům.....	96
4.9.2	Varianty bytového domu.....	98
5	Závěr.....	104
	Seznam použitých tištěných zdrojů .....	107
	Seznam použitých elektronických a webových zdrojů.....	109

## Seznam příloh

Příloha č. 1:	Parametry izolací pro zateplení obvodové konstrukce obálky budovy. ....	113
Příloha č. 2:	Tabulky použitých izolačních materiálů a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant izolace obvodové konstrukce obálky budovy. .....	117
Příloha č. 3:	Parametry izolací pro zateplení podlah.....	147
Příloha č. 4:	Tabulky použitých izolačních materiálů a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant izolace podlahy.....	149
Příloha č. 5:	Parametry izolací pro zateplení stropu. ....	169
Příloha č. 6:	Tabulky použitých izolačních materiálů a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant izolace stropu.....	173
Příloha č. 7:	Parametry zdrojů energie na vytápění. ....	207
Příloha č. 8:	Tabulky použitých zdrojů energie na vytápění a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant zdrojů energie na vytápění.....	209
Příloha č. 9:	Tabulky použitých zdrojů energie na vytápění a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant bytových domů. ....	213
Příloha č. 10:	Pracovní soubor ve formátu XLSX, ve kterém jsou uvedené jednotlivé vstupní parametry, mezivýpočty a výsledná data uvedená v této práci.	

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Princip tepelného čerpadla .....	12
Obrázek č. 2: Princip hoření v plynovém kondenzačním kotli .....	14
Obrázek č. 3: Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [ $W \cdot m^{-2}$ ] .....	17
Obrázek č. 4: Procentuální výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci FV panelu v ČR 17	
Obrázek č. 5: Porovnání nabídek virtuálních baterií k červenci 2020.....	21
Obrázek č. 6: Schéma zapojení FVE elektrárny v rodinném domě s měničem.....	22
Obrázek č. 7: Schéma zapojení přímého ohřevu vody z FVE bez použití střídače.....	23
Obrázek č. 8: Schéma zapojení solárních termických kolektorů.....	26
Obrázek č. 9: Příklad prohlášení o vlastnostech s CE štítkem .....	47
Obrázek č. 10: Schéma zapojení rekuperační jednotky.....	50
Obrázek č. 11: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budov .....	62

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1:	Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy .....	7
Tabulka č. 2:	Možnosti využití přímotopů .....	8
Tabulka č. 3:	Možnosti využití akumulace.....	9
Tabulka č. 4:	Performance Ratio PR u FV systémů .....	18
Tabulka č. 5:	Požadavky pro stanovení výkonu větrání .....	51
Tabulka č. 6:	Oblasti podpor programu Nová zelená úsporám .....	53
Tabulka č. 7:	Koeficienty přírážky $p_3$ na světovou stranu.....	64
Tabulka č. 8:	Hodnoty celkové propustnosti sluneční energie průhlednými částmi prvku pro záření dopadající kolmo k povrchu.....	68
Tabulka č. 9:	Použité izolační materiály pro referenční dům .....	74
Tabulka č. 10:	Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody vybrané pro referenční dům.....	74
Tabulka č. 11:	Celkové náklady na vytápění a ohřev teplé vody pro referenční dům.....	75
Tabulka č. 12:	Tepelné ztráty prostupem referenčního domu .....	76
Tabulka č. 13:	Tepelné ztráty větráním referenčního domu.....	77
Tabulka č. 14:	Tepelný zisk referenčního domu .....	77
Tabulka č. 15:	Celková tepelná ztráta referenčního domu .....	78
Tabulka č. 16:	Celková potřeba energie na vytápění za rok referenčního domu.....	78
Tabulka č. 17:	Celková potřeba energie na ohřev teplé vody referenčního domu .....	79
Tabulka č. 18:	Souhrnné porovnání energetiky rodinného domu.....	92
Tabulka č. 19:	Použité izolační materiály pro referenční bytový dům .....	97
Tabulka č. 20:	Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody vybrané pro referenční bytový dům.....	97
Tabulka č. 21:	Celkové náklady na vytápění a ohřev teplé vody pro referenční bytový dům.....	98
Tabulka č. 22:	Sumarizační hodnoty jednotlivých variant bytového domu. ....	103

## Seznam zkratek

AC	Střídavé napětí
BD	Bytový dům
CAPEX	"Capital Expenditures" - kapitálové náklady
CE	"Communautés Européennes" – shoda výrobku s příslušnými směnicemi technickými specifikacemi
COP	Topný faktor
CZT	Centrální zásobování teplem
DC	Stejnoseměrné napětí
EAN	European Article Number (Mezinárodní číslo obchodní doložky)
EPD	Enviromental product declaration (Prohlášení o ekologickém produktu)
ERÚ	Energetický regulační úřad
EU ETS	"European Union Emission Trading Scheme" - systém Evropské unie pro obchodování s emisemi
FPENZ	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie
FV	Fotovoltaika
FVE	Fotovoltaická elektrárna
IRR	Internal Rate of Return (Vnitřní výnosové procento)
MF	Modernizační fond
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NPV	Net present value (Čistá současná hodnota)
NZÚ	Nová zelená úsporám
OPM	Odběrné předávací místo
OTE	Operátor trhu s elektrickou energií
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PIR	Polyisokyanurátová pěna
PUR	Polyuretanová pěna
RD	Rodinný dům
SCOP	Sezónní topný faktor
TČ	Tepelné čerpadlo
T <sub>n</sub>	Prostá doba návratnosti
T <sub>nd</sub>	Diskontovaná doba návratnosti



## Úvod

Práce se zabývá ucelenou formou problematiky energetiky rodinných a bytových domů, zejména pak problematiku zdrojů energie a zateplení. Na problematiku je v práci nahlíženo jak z pohledu technického, zejména pak z pohledu tepelných ztrát domu, respektive ročních nákladů na vytápění, tak z pohledu kritérií ekonomické efektivity.

První část práce popisuje jednotlivé zdroje energie, které se využívají v rodinných a bytových domech. Tyto údaje slouží k vytvoření představy budoucího investora nad možnostmi energetických vstupů do jeho nemovitosti. Jsou zde uvedeny výhody, nevýhody a požadavky jednotlivých variant. Jednotlivé možnosti zahrnují jak čistě obnovitelné zdroje, tak ještě stále používaná fosilní paliva, která jsou však na ústupu.

Novým trendem v oblasti zásobování energie určité oblasti je komunitní energetika. Cílem energetických komunit je energetická soběstačnost a spolupráce určité skupiny osob nebo subjektů v oblasti zásobování jednotlivými formami energie. Komunitou může být myšleno několik domů, celá vesnice nebo sídliště bytových domů. V současné době je nejdůležitějším úkolem pro tento typ zásobování jednotlivými formami energie zajistit legislativu, která bude zamezovat nelegálnímu obchodu s energiemi ale zároveň nebude příliš restriktivní a bude motivovat určité skupiny obyvatel k energetické soběstačnosti, která je vzhledem k nutnému odstavení velkých energetických výroben potřebným doplňkem energetického mixu.

Další bod práce zahrnuje popis a parametry prostředků, které slouží k energetické úspoře rodinného nebo bytového domu. Tyto prostředky v podobě izolací obálky domu, izolovaných dveří a oken nebo stínící techniky slouží jako pasivní spořič energie na vytápění, respektive chlazení. Ačkoliv investiční náklady mohou být vysoké, po dobu životnosti jsou prakticky bezúdržbové a zajišťují trvalou energetickou úsporu na vytápění, respektive chlazení. Dalším trendem v oblasti úspory energie na vytápění v kombinaci s kvalitním prostředím v domácnosti je technika řízeného větrání s rekuperací. Tato technika, bez které se neobejde žádný energeticky úsporný dům, je v práci podrobně popsána. Řízené větrání s rekuperací patří mezi aktivní spořiče energie, jelikož ke svému provozu potřebují zdroj elektrické energie. Úspora energie na vytápění je však mnohonásobně větší než odběr elektrické energie na rekuperaci, s přidanou hodnotou čerstvého filtrovaného vzduchu v domácnosti.

Součástí závěrečné části této práce je přehled současně podporovaných zdrojů energie a prvků pro úsporu energie, které hrají velkou roli ve stanovisku investora při rozhodování mezi více či méně energeticky náročným zdroji energie. Dotační tituly na podporované zdroje jsou zakomponované v závěrečném ekonomickém hodnocení jednotlivých variant rodinných a bytových domů. Pro ekonomické hodnocení je vybráno několik variant rodinných domů a několik variant bytových domů, které jsou hodnoceny dle základních ekonomických kritérií, a to čistá současná hodnota (dále také “NPV“), vnitřní výnosové procento (dále také “IRR“), prostá doba návratnosti (dále také “ $T_s$ “) a reálná doba návratnosti (dále také “ $T_{sd}$ “). Ukazatele ekonomické efektivnosti uvažují eskalaci cen energie a diskont.



# 1 Zásobování bytových domů jednotlivými formami energie

V první kapitole práce jsou popsány primární zdroje energie bytových a rodinných domů. Primárním zdrojem energie může být externí dodavatel energie nebo výroba energie v objektu budovy. Další rozdělení primárních zdrojů energie, které je podstatné pro získání stavebního povolení při stavbě nového domu nebo při velkém zásahu do stávajícího domu, je faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie. Primární zdroje energie je tak nutné volit nebo nakombinovat tak, aby nebyly překročeny stanovené limity.

V kapitole jsou dále popsány samotné varianty zdrojů pro vytápění, chlazení a ohřev teplé vody.

## 1.1 Elektrická energie z distribuční soustavy

Elektrická energie patří v dnešní době k nepostradatelné formě příjmu energie, ke které má až na odlehlá místa přístup prakticky každý objekt, domácnost či jiný subjekt. V České republice bylo dle operátora trhu s elektřinou (dále také "OTE, a.s.," k 31. 01. 2021 registrováno 6 150 493 odběrných a předávacích míst dodavatelů elektřiny, kteří mají registrováno více než 100 EAN odběrných předávacích míst (dále také "OPM").<sup>1,2</sup>

Elektrickou energii využíváme k provozu nepřeberného množství spotřebičů, a ačkoliv účinnost těchto spotřebičů se pod nátlakem legislativy neustále zvyšuje, zvyšuje se paradoxně množství spotřebované elektrické energie v domácnostech. Kromě běžných spotřebičů ovlivňují spotřebu domácností především tepelné spotřebiče, jako jsou spotřebiče pro vytápění, ohřev vody a vaření. Tyto tepelné spotřebiče se na spotřebě domácností podílí největší měrou, a tak je při jejich výběru důležité jim věnovat zvláštní pozornost.

---

<sup>1</sup> Operátor trhu s elektřinou: Statistika, měsíční zpráva elektřina [online]. © OTE, 2018 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs>

<sup>2</sup> Zkratka EAN (European Article Number) je mezinárodní číslo obchodní doložky, které slouží k přesné identifikaci odběrného místa, které se se změnou majitele nepřenáší. Skládá se z osmnáctimístného čísla. Zkratka OPM značí odběrné předávací místo.

### 1.1.1 Trh s elektřinou<sup>3</sup>

Velkým milníkem na trhu s elektřinou v České republice byl rok 2000, kdy byl přijat zákon č. 458/2000 Sb., zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (dále také “energetický zákon“). Energetický zákon se zabývá nakládáním s elektřinou, plynem a teplem. Tento zákon nabýval postupně účinnosti až do roku 2006, kdy byl účinný v celém svém rozsahu pro všechny účastníky trhu s elektřinou, posledním účastníkem se staly domácnosti. Tímto procesem bylo dokončeno vlastnické oddělení subjektů energetického trhu a byla dokončena hlavní část liberalizace energetického odvětví v České republice. Energetický zákon vnáší na energetický trh vyšší konkurenceschopnost, odstraňuje monopol v oblasti výroby a prodeje jednotlivých forem energie, a naopak umožňuje státní dohled nad kritickou infrastrukturou České republiky.

V oblasti elektrické energie je prvním účastníkem trhu s elektrickou energií výrobce. Výrobce musí mít dle energetického zákona licenci na výrobu elektrické energie a má právo se za určitých podmínek připojit k přenosové nebo distribuční soustavě. Výrobce může dále poskytovat podpůrné služby pro provozovatele přenosové soustavy.

Provozovatelem přenosové soustavy musí být dle energetického zákona určen pouze jeden subjekt, který musí mít na tuto činnost licenci. V České republice je tímto subjektem obchodní společnost ČEPS, a.s. Kromě páteřní přenosové funkce od významných výrobců elektrické energie do rozveden distributorů zajišťuje společnost ČEPS, a.s., přeshraniční toky do sousedních států a tím do celé evropské elektroenergetické přenosové soustavy. Dispečink přenosové soustavy dále dohlíží na kvalitu elektrické energie. Odchylky od stanovených parametrů vyrovnává pomocí systémových služeb, které jsou další regulovanou složkou na daňovém dokladu každého odběratele.

Třetím účastníkem trhu je provozovatel distribuční soustavy, který zajišťuje distribuci elektrické energie z elektráren nebo rozveden přenosové soustavy ke koncovým zákazníkům. Pro tuto činnost potřebuje provozovatel distribuční soustavy licenci pro distribuci elektrické energie. Výhradními distributory elektrické energie

---

<sup>3</sup> ZÁKONY PRO LIDI: Zákon č. 458/2000 Sb. [online]. © AION CS, 2021 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>

v České republice jsou ČEZ Distribuce, a. s., EG.D, a.s., a PREdistribuce, a.s. Povinnost provozovatelů distribuční soustavy je zajišťovat stejné podmínky všem výrobcům elektrické energie, všem obchodníkům a také všem odběratelům. Poplatek za využití distribuční soustavy je stanovován Energetickým regulačním úřadem.<sup>4</sup>

Obchodník s elektrickou energií musí být držitelem licence na prodej elektrické energie. Obchodník s elektrickou energií nakupuje od výrobců elektrické energie na trhu s elektrickou energií na určitou dobu daný výkon, který dále prodává svým odběratelům. Daný obchod musí dále hlásit operátorovi trhu s elektřinou. Cílem obchodníka je, aby jeho zákazníci spotřebovali v daný čas přesně nakoupený výkon. Pokud se tak nestane, obchodník je penalizován a musí zaplatit odpovídající pokutu. Výkonové odchylky jsou nežádoucí, v síti způsobují nestabilitu, která vede ke změně napětí a frekvence v síti a může vést až k blackoutu.

Dalším účastníkem je odběratel, který má s jakýmkoliv obchodníkem uzavřenou smlouvu o dodávce elektrické energie. Odběratel má ze zákona právo na dodávku elektrické energie odpovídající kvality, za podmínek dodržení smlouvy s obchodníkem.

Dalším licencovaným subjektem je operátor trhu s elektřinou (dále také "OTE, a.s."), který dohlíží na trh s elektřinou. Musí mít přehled nad všemi transakcemi mezi výrobcí elektrické energie a obchodníky s elektrickou energií. Vyhodnocuje a účtuje jednotlivé odchylky mezi účastníky trhu, které jim následně poskytuje.

Energetický regulační úřad (dále také "ERÚ") je jediným regulátorem na trhu s elektřinou. Mezi jeho hlavní kompetence stanovené energetickým zákonem patří stanovení regulované složky cen energie, stanovení výše podpory pro obnovitelné zdroje energie (dále také "POZE"), podpora hospodářské soutěže v energetice, udílení licencí subjektům podílejících se na trhu s elektřinou a ochrana spotřebitele.<sup>5</sup>

### **1.1.2 Odběr elektrické energie**

Elektrickou energii je tak v dnešní době možné nakupovat od kteréhokoliv obchodníka licencovaného ERÚ. Za daných podmínek je také možné obchodníka

---

<sup>4</sup> *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. Ministerstvo spravedlnosti České republiky [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>

<sup>5</sup> Energetický regulační úřad: O úřadu [online]. Jihlava, 2020 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/o-uradu>

s elektrickou energií měnit. Výsledné vyúčtování za elektrickou energii se skládá ze silové elektřiny, kterou jako jedinou stanovuje obchodník, a ostatních položek regulovaných ERÚ. Na výši regulovaných složek cen elektřiny nemá obchodník s elektrickou energií žádný vliv.

### 1.1.3 Elektrické vytápění

Vytápění elektrickou energií se dělí na tři typy. Přímotopné, akumulární a vytápění tepelným čerpadlem. Elektrický ohřev může být hlavním nebo doplňkovým zdrojem vytápění.

Ve spoustě aplikací tvoří elektrický ohřev určitý doplněk v době, kdy je nízká potřeba vytápění a nevyplatí se buď z komfortních nebo ekonomických důvodů spouštět hlavní zdroj vytápění, nebo naopak v době, kdy hlavní zdroj už nestačí vytopit celý objekt a aktivuje se elektrický doplňkový ohřev. Tato varianta je výhodná investičně. Hlavní zdroj vytápění (např. tepelné čerpadlo (dále také "TČ"), plynový kotel atd.) může mít výrazně vyšší pořizovací náklady v případě navýšení topného výkonu. Hlavní zdroj vytápění bychom museli dimenzovat na extrémní výkyvy teplot v zimě, které bývají zpravidla v řádech dnů, či jednotek týdnů. Naproti tomu investiční náklady na elektrický ohřev jsou nízké, zpravidla se jedná o topnou spirálu v akumulární nádobě. Výsledkem kombinace hlavního zdroje vytápění a doplňkového elektrického ohřevu je systém pro vytápění s nižšími pořizovacími náklady. Systém bude fungovat většinu topné sezony na hlavní topný systém a malou část sezony na elektrický doplňkový ohřev. Nevýhodou můžou být pouze vyšší provozní náklady v době doplňkového elektrického ohřevu. Z tohoto důvodu je nutný kvalitně vypracovaný projekt, aby investiční úsporu za výkonnější hlavní zdroj vytápění nepřesáhly náklady na provoz doplňkového elektrického ohřevu.

Vlivem vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov, účinné od 01. 09. 2020 (dále také "vyhláška o energetické náročnosti budov"), je hlavní a jediný zdroj vytápění a ohřevu teplé vody elektrickou energií prakticky vyloučen. U všech primárních zdrojů energie byl určen faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů (dále také "FPENZ"), který staví elektrickou energii z  $FPENZ = 2,6 [-]$  na nejméně ekologický primární zdroj energie. Pokud chce investor vytápět a ohřívat vodu elektrickou energií, je nutné tyto zdroje doplnit jiným zdrojem s nízkým FPENZ.

V následující tabulce jsou uvedeny FPENZ dle vyhlášky o energetické náročnosti budov.

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie [-]
Zemní plyn	1
Tuhá fosilní paliva	1
Propan-butan/LPG	1,2
Topný olej	1,2
Elektřina	2,6
Dřevěné pelety	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-2,6
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,3
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80 % podílem obnovitelných zdrojů energie	0,2
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80 % a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	0,9
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií	1,3
Ostatní neuvedené energonositele	1,2
Odpadní teplo z technologie	0

Tabulka č. 1: Faktory primární energie z neobnovitelných zdrojů energie hodnocené budovy<sup>6</sup>

#### 1.1.4 Elektrické přímotopné vytápění

Vytápění elektrickými přímotopy patří k nejjednoduššímu a nejkomfortnějšímu způsobu vytápění. Řídí se lokálně, mají rychlou reakční schopnost a snadnou regulaci. Instalace přímotopů bez elektrického kotle a teplovodních rozvodů je velmi jednoduchá, rychlá a cenově dostupná, spočívá pouze v přípravě dostatečně dimenzovaném kabelovém přívodu. Další výhodou jsou ztráty, které jsou pouze v kabelovém vedení a lze je prakticky zanedbat. Nevýhodou těchto systémů je nemožnost akumulace v době nízkého tarifu, kdy je cena za elektrickou energii nižší. V případě potřeby tak přímotopy spínají i v době vysokého tarifu.

<sup>6</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zlín: AION CS, ©2010-2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

V následující tabulce je uvedena možná aplikace elektrického přímotopného vytápění:

Přímotop	
Umístění	Druh aplikace
Strop	Sálavý stropní panel
	Kapilární rohože + elektrický kotel
Stěna	Nástěnný sálavý panel
	Infrazářič
	Stěnový elektrický konvertor
	Radiátor + elektrický kotel
	Teplovodní konvertor + elektrický kotel
Podlaha	Podlahová topná folie
	Podlahový elektrický konvertor
	Podlahové topení + elektrický kotel
	Teplovzdušné topení + elektrický kotel

Tabulka č. 2: Možnosti využití přímotopů<sup>7</sup>

### 1.1.5 Akumulace

Výhodou vytápění elektrickou energií s akumulací je především možnost předeřtít teplé vody pro vytápění v době, kdy je aktivní nízký cenový tarif a elektrická energie je tak levnější. Další výhodou je možnost kombinace tohoto systému s doplňkovým systémem ohřevu vody, jako jsou solární kolektory, solární panely nebo krbová kamna s teplovodním výměníkem. Zásobník teplé vody je možné použít také jako ohřev nebo předeřev teplé vody.

---

<sup>7</sup> Vytápíme elektrinou [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, ©2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elekrinou>

V následující tabulce je uvedena možná aplikace elektrického akumulárního vytápění:

Akumulace	
Umístění	Druh aplikace
Strop	Stropní topná folie
	Kapilární rohože + akumulární zásobník
Stěna	Stěnová topná folie
	Akumulární kamna
	Radiátor + akumulární zásobník
	Teplovodní konvertor + akumulární zásobník
Podlaha	Topný kabel a rohože
	Podlahové topení + akumulární zásobník
	Teplovzdušné topení + akumulární zásobník

Tabulka č. 3: Možnosti využití akumulace<sup>8</sup>

### 1.1.6 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla (dále také “TČ“) fungují na principu přijímání tepla ze vzduchu, země či vody. Chladicí kapalina pod vysokým tlakem v okruhu tepelného čerpadla předává skrze kondenzátor teplo vodě nebo vzduchu, které potřebujeme ohřát. Tím, že chladicí kapalina předává své teplo, je ochlazována a kondenzuje na kapalinu. Tato kapalina pod vysokým tlakem dále putuje skrze expanzní ventil do výparníku, ve kterém přebírá teplo od okolního vzduchu, vody či ze země a vlivem nízkého tlaku za expanzním ventilem se odpařuje za relativně nízkých teplot. Tato pára je hnána kompresorem zpět do prostředí vysoké tlaku v kondenzátoru, čímž zvýší svou teplotu. Tento cyklus je neustále opakován a může zajistit úsporu až dvě třetiny celkových nákladů za elektrickou energii na ohřev vody či vzduchu, oproti klasickému elektrickému vytápění. S poklesem teploty účinnost samozřejmě klesá a při teplotách – 15 °C až – 20 °C může tepelné čerpadlo přestat fungovat úplně. Z tohoto důvodu je nutné tepelná čerpadla přijímající energii ze vzduchu doplnit jiným zdrojem tepla.

<sup>8</sup> Vytápíme elektrinou [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, ©2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou>

Pro tuto variantu jsou do zásobníku teplé vody instalovány elektrické spirály, které se aktivují pro případ velmi nízkých teplot.

Tepelná čerpadla je ideální kombinovat s podlahovým vytápěním, které prohřívá celý objekt rovnoměrně a nepřetržitě při nižší teplotě, jelikož tento druh vytápění bez aktivace přídatné topné spirály v zásobníku teplé vody dosahuje maximálních teplot okolo 50 °C.<sup>9</sup>

Pro stanovení účinnosti tepelného čerpadla se uvádí topný faktor, který stanovuje poměr mezi vyprodukovaným tepelným tokem a příkonem tepelného čerpadla z elektrické sítě.

$$\varepsilon = \frac{Q}{P} = \frac{Q}{Q \cdot Q_{chl}} \quad [-; W, W] \quad (1.1)$$

kde:

$\varepsilon$  ...topný faktor,

$Q$  ...vyprodukovaný tepelný tok,

$P$  ...hnací elektrický příkon,

$Q_{chl}$  ...chladicí výkon okolního prostředí.

#### 1.1.6.1 TČ vzduch - voda

Tato varianta funguje na principu ventilátoru, který vhání vzduch o venkovní teplotě na kondenzátor. Vzduch předá své teplo kapalině vnitřního oběhu tepelného čerpadla, ochladí se a vlivem působení ventilátoru je odveden z prostoru tepelného čerpadla. Tento princip je nejjednodušší a nejlevnější. Za vyšších teplot okolí je také nejvíce účinný, ale při teplotách okolo bodu mrazu topný faktor klesá.<sup>10</sup>

#### 1.1.6.2 TČ země - voda

V tomto případě chladicí kapalina skrze kondenzátor tepelného čerpadla přebírá teplo od okruhu kapaliny, který je umístěný pod zemí. Jednou variantou jsou vrty, pro které je nutné mít příslušné povolení, druhou variantou je zakopat tento okruh pod zem, což vyžaduje velkou plochu. Výhodou této varianty je stabilní topný faktor po celý rok, tudíž není nutné mít dodatečný systém pro ohřev vody. Nevýhodou jsou vyšší náklady na

---

<sup>9</sup>Tepelná čerpadla [online]. © Copyright Topinfo, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>

<sup>10</sup> Tepelná čerpadla [online]. © Copyright Topinfo, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>



instalaci a v případě plošného uložení je nutností disponovat velkou plochou zahrady. V případě novostavby je možnost využít plochu pod domem. V závislosti na velikosti potřebného výkonu plocha pod domem nemusí stačit a musí být rozšířena o plochu mimo dům.<sup>11</sup>

Délku zemního kolektoru vypočteme z následujícího vztahu.

$$l = \frac{Q_{chl}}{q} \quad [m; W, W \cdot m^{-1}] \quad (1.2)$$

kde:

l...délka zemního kolektoru,

$Q_{chl}$ ...chladičí výkon okolního prostředí,

q...měrný odváděný výkon na 1 m.

Výslednou plochu zemního kolektoru potřebnou pro aplikace TČ země – voda vypočteme následovně.

$$A = l \cdot d_A \quad [m^2; m, m] \quad (1.3)$$

kde:

A...plocha zemního kolektoru,

l...délka zemního kolektoru,

$d_A$ ...vzájemná vzdálenost mezi potrubím.

### 1.1.6.3 TČ voda - voda

Tento systém je podobný systému země - voda, jen pro předání tepla chladičí kapalině tepelného čerpadla je použita přímo voda čerpaná buďto ze zvodně, nebo z povrchových vod. Pro případ čerpání vody ze zvodně, je také nutnost mít druhou zvodněň vsakovací, do které se vpouští ochlazená voda z kondenzátoru. Tyto dvě zvodněň musejí být od sebe dostatečně vzdáleny, aby se podzemní voda mohla opět ohřát na teplotu země a nečerpali jsme do tepelného čerpadla již ochlazenou vodu. Výhodou je stejně jako u systému země - voda stabilní topný faktor po celý rok. Nevýhodou je nutnost dostatečně silného zdroje vody a také souhlas s nakládáním s podzemními či povrchovými vodami.<sup>12</sup>

---

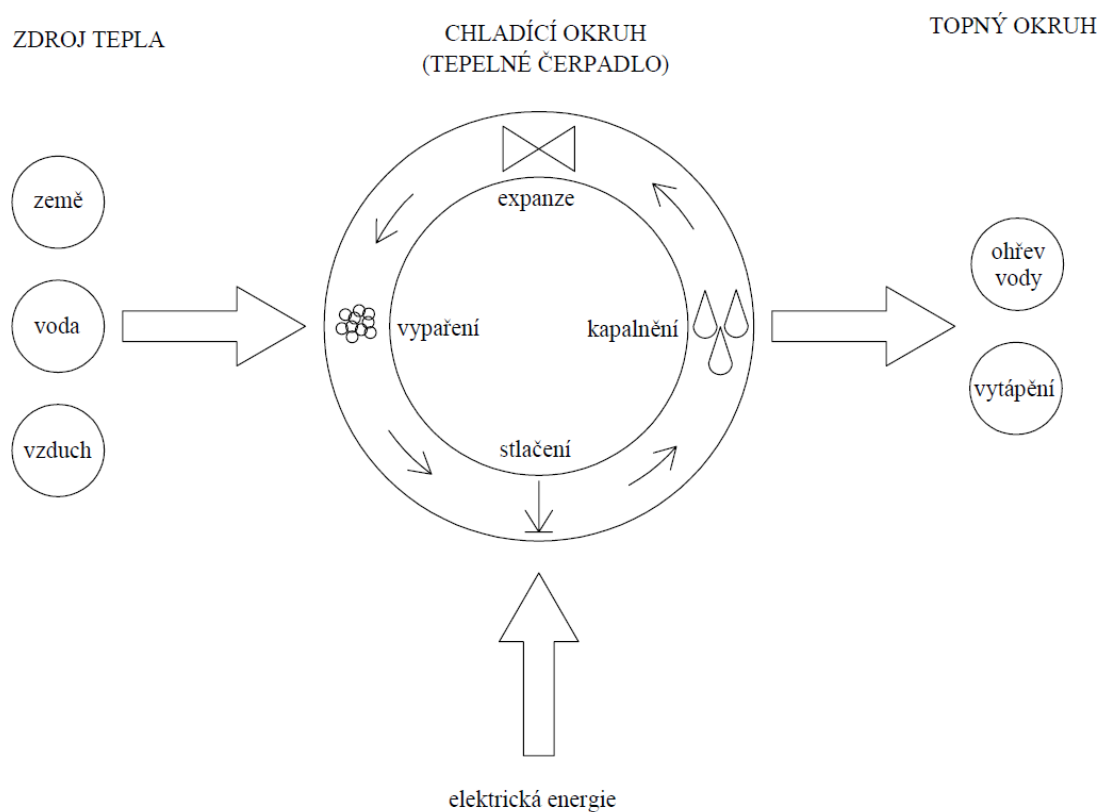
<sup>11</sup> Tepelná čerpadla [online]. © Copyright Topinfo, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla>

<sup>12</sup> Tamtéž

### 1.1.6.4 Porovnání TČ

Dle výše uvedených variant je patrné, že výběr není vždy plně závislý na výběru investora, ale závisí především na prostředí jeho instalace. Tepelné čerpadlo vzduch-voda je ideální do teplejších prostředí, kde lze předpokládat plusové teploty po většinu topné sezóny. Naopak například v horském prostředí, kde předpokládáme nízké teploty po celý rok, je ideální tepelné čerpadlo země - voda, či voda - voda, je-li to možné.

Nejefektivnější možností je kombinovaná jednotka tepelného čerpadla pro vzduch - voda a země - voda, která přináší nejvyšší účinnost. Při venkovních teplotách nad 5 – 10 °C je přijímáno teplo ze vzduchu. Při poklesu pod tuto hranici se tepelné čerpadlo automaticky přepne na příjem tepla ze země. Tato varianta přináší největší provozní úsporu, její instalace je však finančně náročnější.



Obrázek č. 1: Princip tepelného čerpadla

## 1.2 Zemní plyn

Zemní plyn, který je nejčastějším plynem používaným pro vytápění a ohřev vody v rodinných a bytových domech, se chemicky skládá z 98 % uhlíku a vodíku, 1 % dusíku a zbylých prvků. Spalováním plynu nevznikají žádné nebezpečné látky, ani nespálené částice (prach nebo saze), jako u spalování uhlí nebo biomasy. Emise skleníkového plynu CO<sub>2</sub> při spalování zemního plynu je na úrovni 25 – 50 % ve srovnání se spalováním uhlí nebo biomasy. Účinnost využití energetického obsahu zemního plynu v plynovém kondenzačním kotli je až 98 %.

Plynárenská soustava ČR oproti elektrizační soustavě ČR není zdaleka tak rozsáhlá, spousta lidí tak nemá k přípojce zemního plynu přístup, především pak ti v malých vesnicích. Alternativou pro zemní plyn získaný z plynárenské soustavy jsou zkapalněné plyny (propan, butan, zemní plyn), pro které je nutné zajistit dopravu a zásobník.<sup>13</sup>

### 1.2.1 Plynový kondenzační kotel

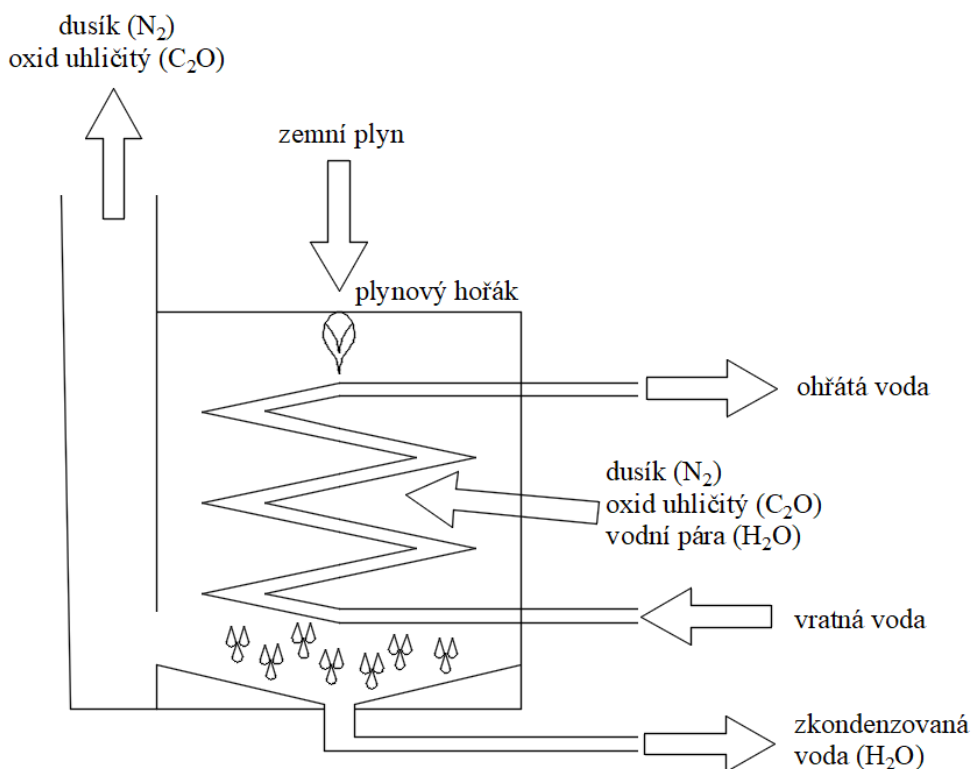
Plynové kondenzační kotle fungují na principu ohřevu vody hořením plynu, při kterém vzniká vodní pára a oxid uhličitý. U běžných plynových kotlů vodní pára spolu s oxidem uhličitým odchází jako zbytkové spaliny a s nimi také latentní teplo. Plynové kondenzační kotle využívají energii vodní páry, která kondenzuje na vratné vodě a přehřívá ji. Zbylým produktem procesu spalování plynu v plynovém kondenzačním kotli je voda a oxid uhličitý. Tímto procesem se využívá přibližně o 20 % více energie plynu než u běžných plynových kotlů pracujících pouze na principu spalování plynu. Plynový kondenzační kotel je možné využít pro vytápění i ohřev teplé vody, a to ve variantě dvou samostatných jednotek nebo jedné kombinované.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Vytápíme plynem [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem>

<sup>14</sup> 5 výhod kondenzačních plynových kotlů [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/123799-5-vyhod-kondenzacnich-plynovych-kotlu>

Na následujícím obrázku je graficky znázorněn princip plynového kondenzačního kotle.



Obrázek č. 2: Princip hoření v plynovém kondenzačním kotli

### 1.3 Teplárenství

Teplárenstvím je myšleno zásobování teplem ze zdroje, který se nachází mimo zásobovaný objekt. Zdrojem tepla může být teplárna, výtopna, elektrárna s kogenerací, jiný provoz, který produkuje odpadní teplo, které by nebylo jinak využito atd. Z těchto zdrojů je následně teplovodem transportováno teplo ke koncovým zákazníkům. Zdroj tepla je určen pro určitou oblast v blízkosti zdroje. Na rozdíl od elektrizační soustavy a plynárenské soustavy se nejedná o propojenou soustavu ale pouze o lokální teplovody.

## 1.4 Fotovoltaika

FVE funguje na principu příjmu energie fotonu z dopadajícího slunečního záření na FV článek. FV článek je polovodičová destička s různou strukturou PN přechodů dle typu FV článku. Dopadající foton předá svou energii polovodiči typu P nebo polovodiči typu N, ten v závislosti na typu polovodiče generuje elektrony nebo díry, které následně generují elektrický proud. Polovodič typu N je křemík většinou dotovaný pětímocným fosforem, který generuje elektrony. Naopak polovodič typu P je křemík, převážně dotovaný třímocným borem, který generuje díry. FV články se dále skládají sérioparalelně do FV modulů. Mezi jednotlivé sériové větve se umísťují překlenovací diody, které zajišťují vyšší účinnost v případě zastínění FV panelu. Jednotlivé FV panely se následně finálně skládají do FV polí dle dostupné plochy a požadovaného výkonu FVE.

Účinnost fotovoltaického článku vychází z podílu slunečního záření dopadajícího na fotovoltaický článek a velikosti elektrického výkonu který fotovoltaický článek vyprodukuje.

$$\eta = \frac{P_{el}}{\Phi} \quad [-; W, W] \quad (1.4)$$

kde:

$\eta$ ...účinnost,

$P_{el}$ ...výstupní elektrický výkon,

$\Phi$ ...energie slunečního záření dopadající na FV panel.

Přibližný instalovaný výkon FVE lze vypočítat z účinnosti fotovoltaických panelů a plochy na kterou se budou panely instalovat. Instalovaný výkon FVE vychází v jednotkách Watt - peak, což je špičkový výkon naměřený v laboratorním prostředí. Průměrná dopadající energie kolmo na fotovoltaický panel v České republice je  $1 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ .

$$P_{Inst} = A \cdot \eta \cdot E \quad [Wp; m^2, -, \text{kW} \cdot m^2] \quad (1.5)$$

kde:

$P_{Inst}$ ...instalovaný výkon FVE,

$\eta$ ...účinnost,

$E$ ...průměrná dopadající energie na FV panel.

Pro upřesnění přibližného celkového výkonu vyrobeného FVE v dané lokalitě se stanovuje energetická výtěžnost, která vychází ze sluneční radiace dle obrázku č. 3, sklonu a orientaci FV panelů dle obrázku č. 4, instalovaného výkonu FVE a úrovně Performance Ratio (dále také “PR“), což je koeficient výkonnosti FVE. PR znamená poměr reálně vyrobené energie ku energii, která by byla vyrobena za ideálních podmínek. Tento koeficient je určen z tabulky č. 4. Energetická výtěžnost se většinou stanovuje za rok.

Celkové množství elektrické energie vyrobené za rok pomocí FVE se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$E_{El} = \frac{H_{Solar} \cdot f_{Skl} \cdot P_{Inst} \cdot PR}{E} \quad (1.6)$$

[Wh;  $W \cdot m^{-2}$ , –,  $W_p$ , –,  $W \cdot m^{-2}$ ]

kde:

$E_{El}$ ...celkové množství elektrické energie vyrobené za rok FVE,

$H_{Solar}$ ...roční hodnota sluneční radiace,

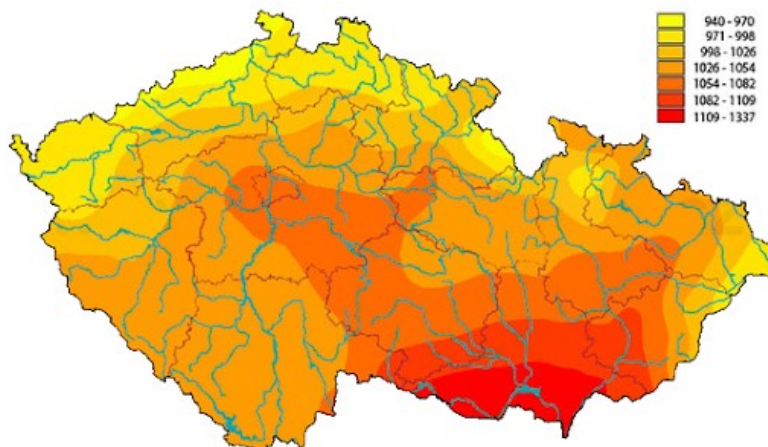
$f_{Skl}$ ...ztráty ze sklonu a nasměrování,

$P_{Inst}$ ...instalovaný výkon FVE,

PR...performance ratio (výkonnost),

E...průměrná dopadající energie.

Na následujícím obrázku je graficky znázorněn roční úhrn globálního slunečního záření na území České republiky.



Obrázek č. 3: Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ]<sup>15</sup>

Na následujícím obrázku je graficky znázorněn procentuální výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci fotovoltaického panelu na území České republiky.



Obrázek č. 4: Procentuální výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci FV panelu v ČR<sup>16</sup>

<sup>15</sup> MATAJS, Vladimír. Fotovoltaika v podmínkách České republiky [online]. České Budějovice: Isofen Energy, ©2009 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/sluncni-zareni-v-cr.aspx>

<sup>16</sup> MATAJS, Vladimír. Optimální orientace a sklon fotovoltaických panelů [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/114865-optimalni-orientace-a-sklon-fotovoltaickych-panelu>

Hodnoty Performance Ratio (výkonnosti) jsou uvedeny v následující tabulce.

Performance Ratio (PR)	Popis
[-]	
0,85	Absolutně špičkové zařízení, dobře odvětrávané, bez zastínění, malé znečištění
0,8	Velmi dobrá úroveň zařízení, dobré odvětrávání, bez zastínění
0,75	Průměrná úroveň zařízení
0,7	Průměrná úroveň zařízení, vinou zastínění nebo špatným odvětráváním
0,6	Špatná úroveň zařízení, s většími ztrátami způsobenými zastíněním, znečištěním nebo výpadkem systému
0,5	Velmi špatná úroveň zařízení s velkým zastíněním nebo poruchami

Tabulka č. 4: Performance Ratio PR u FV systémů<sup>17</sup>

#### 1.4.1 Autonomní systém FVE

Autonomní systém FVE se od klasického systému připojeného na elektrizační soustavu výrazně liší. Klasický FV systém se dimenzuje na maximální roční výtěžnost, dle které se určuje sklon a nasměrování FV panelů. Ideální nasměrování a sklon je pro ČR přibližně sklon 35° nasměrovaných na jih. Oproti tomu autonomní systém se dimenzuje s dostatečně velkým bateriovým úložištěm pro překlenutí dnů bez slunečního záření. Dalším úkolem dimenzování autonomního systému je zajištění dostatečného množství energie v měsících s nižším podílem slunečního záření, což je na území ČR zejména období zimy. Proto je nutné při určování sklonu a natočení FV panelů počítat s co největší energetickou výtěžností v zimním období, což je v ČR přibližně sklon 60 - 70° nasměrovaných na jih.

Autonomní systém se převážně instaluje v místech s nemožností připojení k elektrizační soustavě, kterých je v dnešní době velice málo, převážně se jedná o odlehlé samoty a chaty. Další možnost využití autonomního systému je u skupin investorů s filozofií soběstačnosti a nezávislosti na elektrizační soustavě nebo

<sup>17</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 108. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.



s myšlenkou nezatěžovat životní prostředí výrobou elektrické energie z fosilních paliv, které se pro výrobu elektrické energie v ČR převážně využívají.

Pro výpočet autonomního systému je nejprve nutné, v jakém období daný objekt využíváme, zdali po celý rok nebo například u chat pouze od v jarních, letních a podzimních měsících. Z tohoto období pak musíme systém dimenzovat na měsíc s nejnižším podílem slunečního záření.

Dle následujícího vztahu vypočítáme potřebný výkon FV modulů z údajů z nejnepříznivějšího měsíce v období, kdy je autonomní systém využíván

$$P_{Inst} = \frac{(1 + f_{rez}) \cdot E_{Spotř,M} \cdot E}{PR \cdot H_{Solar,M}} \quad (1.7)$$

$$[W_p; -, Wh, W \cdot m^{-2}, -, W \cdot m^{-2}]$$

kde:

$P_{Inst}$ ...instalovaný výkon FVE,

$f_{rez}$ ...rezervní přírážka celkové spotřebované energie, minimálně 50 %,

$E_{Spotř,M}$ ...celková spotřebovaná elektrická energie v daném objektu za daný měsíc,

$E$ ...průměrná dopadající energie,

$PR$ ...Performance Ratio (výkonnost),

$H_{Solar,M}$ ...roční hodnota sluneční radiace za daný měsíc.

Po výpočtu velikosti FV pole je nutné správně dimenzovat bateriové úložiště, které vychází z celkové spotřebované energie za daný měsíc, napětí akumulátorů a na počtu rezervních dnů, které vychází z předpokládaného maximálního počtu dní bez slunečního svitu. Pro střední Evropu je počítáno s pěti dny.

Kapacitu bateriového úložiště vypočteme ze vztahu:

$$C = \frac{2 \cdot E_{Spotř,M}}{U_{Bat}} \cdot \frac{d_R}{d_{Celk}} \quad [Ah; Wh, -, V, -] \quad (1.8)$$

kde:

$C$ ...kapacita bateriového úložiště,

$E_{Spotř,M}$ ...celková spotřebovaná elektrická energie v daném objektu za daný měsíc,

$d_R$ ...počet rezervní dnů,

$d_{Celk}$ ...počet dnů daného měsíce.

Výše uvedené rovnice pro výpočet jsou základními obecnými rovnicemi. Každý autonomní systém může pracovat v jiném režimu, například pouze v pracovní dny, pouze o víkendu apod., průměrná spotřebovaná energie za měsíc na den tak nemusí odpovídat reálné spotřebě za den, může být mnohonásobně větší. S těmito speciálními režimy je tak nutné při dimenzování počítat. Obecně je nutné počítat s dostatečnou rezervou, všechny výpočty jsou spíše odhadovanou predikcí vyplývající z naměřených dat atmosférických podmínek předchozích let.

#### 1.4.2 Využití FV panelů

Fotovoltaická elektrárna na střeše rodinného domu je dnes velice často využívaný zdroj elektrické energie v rodinné výstavbě. Slouží buď výhradně jako prostředek pro vlastní úsporu, nebo také pro dodání a prodej do distribuční soustavy. Cena takto prodané elektřiny je v současné době velice nízká, kilowatthodina se pohybuje v řádech 40 haléřů a není tak rentabilní. Dle energetického zákona č. 458/2000 Sb., §3 odst. 3 je také omezen prodej elektřiny bez licence od Energetického regulačního úřadu na výkon do 10 kWp. Tato změna provedena 01. 01. 2016 je pozitivní ve smyslu toho, že umožňuje prodej elektrické energie do sítě. Výnos z takto prodané elektrické energie je osvobozen od daně z příjmu. Na základě výše uvedených informací je patrná výhoda možnosti prodeje elektrické energie vyrobené z FVE do sítě, z hlediska ekonomického je však výhodné co nejvíce této energie zužitkovat pro vlastní spotřebu.<sup>18</sup>

Další možností spolupráce s distribuční soustavou je tzv. virtuální baterie. To znamená, že přebytečná energie se „uloží do distribuční soustavy“. Takto je to většinou prezentováno obchodníky nabízející tuto službu, ve skutečnosti tuto elektrickou energii využije jiný zákazník. Tato „uložená“ energie je v závěrečné fakturaci odečtena od celkové spotřebované energie objektu a tu zákazník zaplatí. Tuto službu nabízí v dnešní době jen málo obchodníků s elektřinou a skrývá se v ní spousta podmínek pro zákazníka. První podmínkou je, že zákazník zatěžuje přenosovou a distribuční soustavu stejně jako u klasicky odebírané elektrické energie, a tak je nucen poplatky za její využití uhradit. Dále musí zaplatit všechny daně a poplatky stejně jako

---

<sup>18</sup> Střešní fotovoltaické elektrárny jsou osvobozeny od daní [online]. Solární Experti, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/osvobozeni-od-dane-z-prijmu-pro-fotovoltaicke-elektrarny-na-rodinnych-domech/>

by odebíral elektrickou energii bez využití virtuální baterie. Zákazník tedy ušetří pouze za silovou elektřinu, což je asi 40 % z celkové částky za elektrickou energii. Dalším úskalím například u společnosti E.ON je nutnost vystavění FVE od E.ON, která je investičně nákladnější než od jiných poskytovatelů. Jiní dodavatelé mají jiné zavazující podmínky, které tuto službu znevýhodňují. Veškerá úskalí tohoto nového produktu vede ke stejnému závěru jako prodej elektrické energie do sítě a to ten, že nejvýhodnější je elektrickou energii upotřebit pro vlastní potřebu ihned, nebo akumulovat, například do teplé vody či baterie.<sup>19</sup>

V následující tabulce jsou uvedeny podmínky obchodníků s elektrickou energií, kteří nabízejí produkt virtuální baterie.

Podmínky virtuální baterie	Dodavatelé služby virtuální baterie		
	Bohemia Energy entity s.r.o	E.ON Energie, a.s.	ČEZ Prodej, a. s.
Produkt	Bonus S-POWER	Virtuální baterie	Elektřina pro soláry
Připojení FVE	max. 10 kWp,	max. 10 kWp,	max. 10 kWp,
	bez licence	bez licence	bez licence
Omezení	není	pouze s FVE od E.ON	není
Trvání smlouvy	doba neurčitá	min. 1 rok	min. 3 roky
Výpověď	3 měsíce	vždy k 31.12.	po 3 letech
Poplatek (včetně DPH)	363 Kč·MWh <sup>-1</sup>	588 Kč·MWh <sup>-1</sup>	není
Úspora	cca 1 300 Kč·MWh <sup>-1</sup>	cena silové elektřiny	40 % ceny silové el.

Obrázek č. 5: Porovnání nabídek virtuálních baterií k červenci 2020<sup>20</sup>

### 1.4.3 Varianty možných zapojení FVE

Dle obrázku č.6 jsou patrné možnosti kombinace výroby a následného využití elektrické energie ve FVE.

První možností využití elektrické energie z FVE je bez akumulace, v tom případě odpadají náklady za akumulátory a elektrický bojler. Pokud samozřejmě v domě již

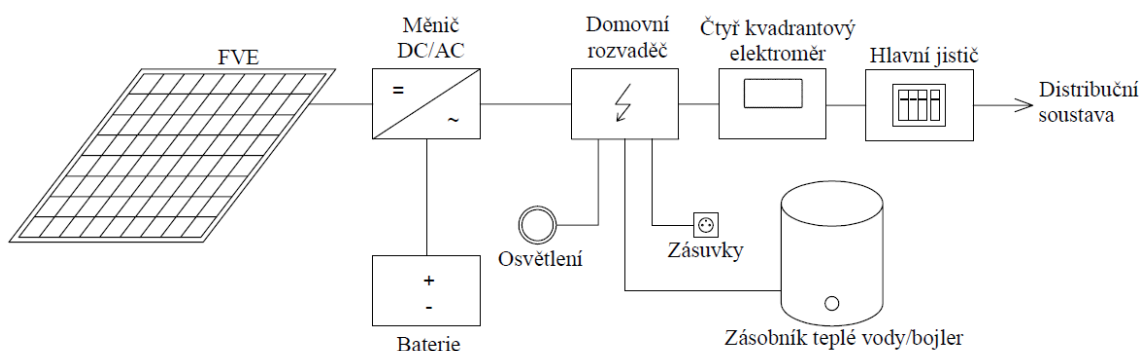
<sup>19</sup> *Virtuální baterie: podvod nebo zázrak?* [online]. Solární Experti s.r.o, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné 4105205218888888888888887441052841z: -na-rodinných-domech/

<sup>20</sup> MATAJS, Vladimír. *Virtuální baterie: podvod nebo zázrak?* [online]. České Budějovice: Solární Experti, 2020 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/virtualni-baterie-net-metering-porovnani-vyhodnosti/>

není. Nevýhodou je, že v době největšího výkonu v domě většinou nikdo není, a tak většina elektrické energie končí v elektrizační soustavě za malou cenu.

Druhou možností využití elektrické energie z FVE je akumulace do vody. Pokud je dům vybaven elektrickým bojlerem, nejsou vynaloženy žádné náklady navíc. Pokud ne, v porovnáním s vysokou cenou FVE jsou náklady na bojler zanedbatelné a mohou nám přinést velkou úsporu. Je ale nutné, aby byl bojler dobře ovládaný. V případě zatažené oblohy se musí do večera, kdy bude nejvíce využíván, dohřát z elektrické sítě. Voda se pak může využívat pro vytápění či teplou vodu.

Třetí možností využití elektrické energie z FVE je akumulace do baterií. Tato akumulace je nejvýhodnější, elektrická energie je uložena a později může být využita pro jakýkoliv elektrický spotřebič v domácnosti, nejen pro ohřev vody. Nevýhodou však je, že náklady na baterie jsou vysoké, tvoří přibližně 50 % ceny materiálu na celou FVE, 25 % tvoří střídač a zbylých 25 % samotné panely.

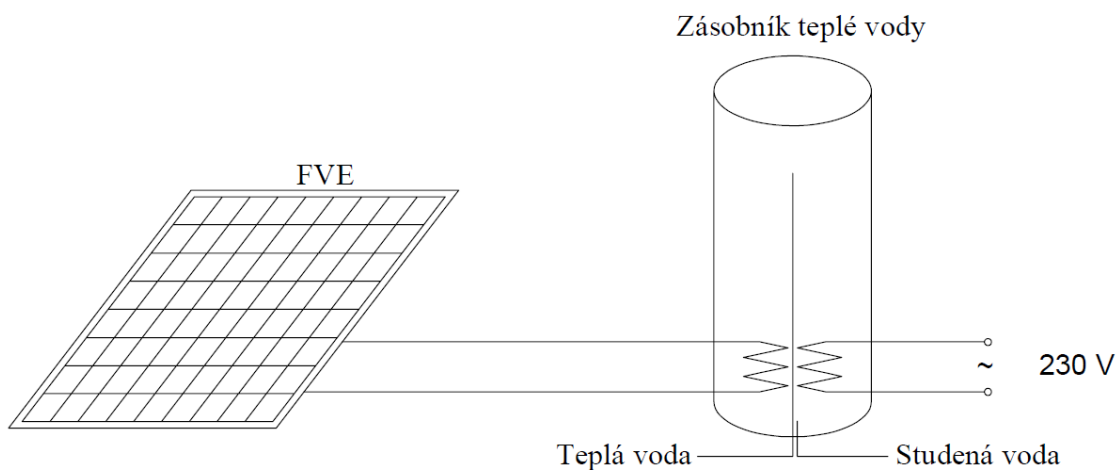


Obrázek č. 6: Schéma zapojení FVE elektrárny v rodinném domě s měničem

Poslední variantou uvedenou na obrázku č. 7 je přímý ohřev vody. Tato varianta má nespornou výhodu v její ceně, ušetří se náklady na střídač a baterie, které tvoří 75 % z celkové ceny FVE. Střídač a baterie mají kratší životnost, musejí se tedy jednou až dvakrát za životnost FV panelů měnit, jejich absence tak dále snižuje náklady na údržbu. Nevýhodou této varianty je nutnost pořízení speciálního bojleru, který má okruh na ohřev pomocí stejnosměrného proudu a druhý na ohřev pomocí střídavého proudu pro případ, že daný den nebude stačit energie dodaná FVE. Další nevýhodou je, že energii z FVE nemůžeme využít pro nic jiného než pro ohřev vody.

Výše uvedené možnosti je samozřejmě možné kombinovat v závislosti na požadavcích zákazníka a možnostech daného domu.

Na následujícím obrázku je uvedena varianta přímého ohřevu vody z FVE.



Obrázek č. 7: Schéma zapojení přímého ohřevu vody z FVE bez použití střídače

## 1.5 Solární termické systémy

Tato technologie je založena na jednoduchém principu ohřevu vody ze sluneční energie, která byla využívána již v dobách před naším letopočtem. Dnešní nové technologie pouze zvyšují účinnost tohoto způsobu ohřevu vody.

Konstrukce solárních termických systémů spočívá v absorběru, který přijímá energii ze slunečního záření a předává ji teplonosnému médiu. Pro co nejvyšší účinnost musí mít absorbér co nejnižší odrazivost a co nejnižší emisivitu. Absorbér dále předá teplo teplonosnému médiu v podobě přímo ohříváné vody nebo nemrznoucí směsi, která se používá z důvodu celoročního provozu proti zamrznutí a případnému roztrhnutí potrubí. Teplonosné médium následně ohřívá vodu v zásobníku teplé vody. V případě použití nemrznoucí směsi je zapotřebí výměník.

Výhodou tohoto systému je jednoduchost a oproti fotovoltaickým panelům potřeba pro získání stejného množství energie asi pětina plochy. Nevýhodou solárních termických systémů je vysoká cena a využití energie pouze v podobě teplé vody. V případě plného plně nahřátého zásobníku teplé vody nemůžeme solární termický systém odpojit, mohl by se přehřát a nenávratně poškodit. V tomto případě musíme mít

možnost připojení záložního systému, kterým ochlazujeme teplotnosné médium. V praxi se nejčastěji využívá ohřev bazénů nebo vody, která bez využití odtéká do kanalizace.<sup>21</sup>

Pro návrh objemu zásobníku na teplou vodu vycházíme z počtu osob v domácnosti a objemové potřebě teplé vody každého člena a vypočteme jej ze vztahu:

$$V_{Zás} = 2 \cdot P \cdot V_{Osob} \quad [l; -, l] \quad (1.9)$$

kde:

$V_{Zás}$ ...objem zásobníku,

$P$ ...počet osob v domácnosti,

$V_{Osob}$ ...průměrná objemová potřeba teplé vody každého člena domácnosti na den.

Celková průměrná objemová potřeba teplé vody domácnosti na den se dále vztáhne na rok a na potřebné množství energie nutné k ohřátí vypočteného objemu vody.

Celková potřebná energii pro ohřátí teplé vody vychází z následujícího vztahu:

$$Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \quad [J; kg, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, K] \quad (1.10)$$

kde:

$Q$ ...energie potřebná pro ohřátí dané látky,

$m$ ...hmotnost dané látky (1 kg vody = 1 l vody),

$c$ ...měrná tepelná kapacita látky (pro vodu  $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

$T_2$ ...teplota látky vystupující ze systému,

$T_1$ ...teplota látky vstupující do systému.

Energie potřebná pro ohřátí teplé vody domácnosti za rok se vypočítá podle vztahu:

$$Q_{TV} = 365 \cdot (P \cdot V_{Osob}) \cdot c_{H2O} \cdot (T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{3600}^{22} \quad (1.11)$$

$$[Wh; -, kg, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, K]$$

kde:

$Q_{TV}$ ...energie potřebná pro ohřátí teplé vody domácnosti za rok,

$P$ ...počet osob v domácnosti,

---

<sup>21</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 119-130. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

<sup>22</sup> Konstanta  $\frac{1}{3600}$  zajišťuje v rovnici převod z jednotky Joule [J] na jednotku Watthodina [Wh]

$V_{\text{Osob}}$ ...objem (hmotnost) potřebné teplé vody domácnosti za rok,  
 $c_{\text{H}_2\text{O}}$ ...měrná tepelná kapacita vody (pro vodu  $c = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ),  
 $T_2$ ...teplota vody vystupující ze systému,  
 $T_1$ ...teplota vody vstupující do systému.

Dále je potřebný výpočet plochy kolektorů, který vychází z procentuálního pokrytí slunečního záření dané lokality za rok, z účinnosti solárních termických kolektorů, roční potřeby teplé vody, solární radiace a zisku z daného sklonu a nasměrování, pod kterým budou solární termické kolektory umístěny.

Plocha solárních termických kolektorů se vypočítá dle vztahu:

$$A_{\text{Kol}} = \frac{\eta_{\text{Sl}}}{\eta_{\text{Kol}}} \cdot \frac{Q_{\text{TV}}}{H_{\text{Solar}} \cdot f_{\text{Skl}}} \quad [m^2; \%, \%, Wh, Wh \cdot m^{-2}] \quad (1.12)$$

kde:

$A_{\text{Kol}}$ ...plocha solárních termických kolektorů,  
 $\eta_{\text{Sl}}$ ...roční pokrytí slunečního záření dané lokality,  
 $\eta_{\text{Kol}}$ ...účinnost solárních termických kolektorů,  
 $Q_{\text{TV}}$ ...roční potřeba energie na ohřátí teplé vody,  
 $H_{\text{Solar}}$ ...roční hodnota sluneční radiace,  
 $f_{\text{Skl}}$ ...ztráty ze sklonu a nasměrování.

### 1.5.1 Ploché kolektory

Ploché kolektory mají absorbér v podobě kovové trubky, natřené speciální černou barvou, pro lepší absorpci. Na přední straně kolektoru je sklo, které zajišťuje dobrou propustnost slunečního záření, ačkoliv část odrazí, ale především podstatně snižuje tepelné ztráty. Na zadní straně kolektoru je tepelná izolace. Tento typ kolektoru je levný, ale z důvodu vzduchové výplně mezi absorbérem a sklem, má nízkou účinnost. V zimním období pak prakticky nulovou.<sup>23</sup>

---

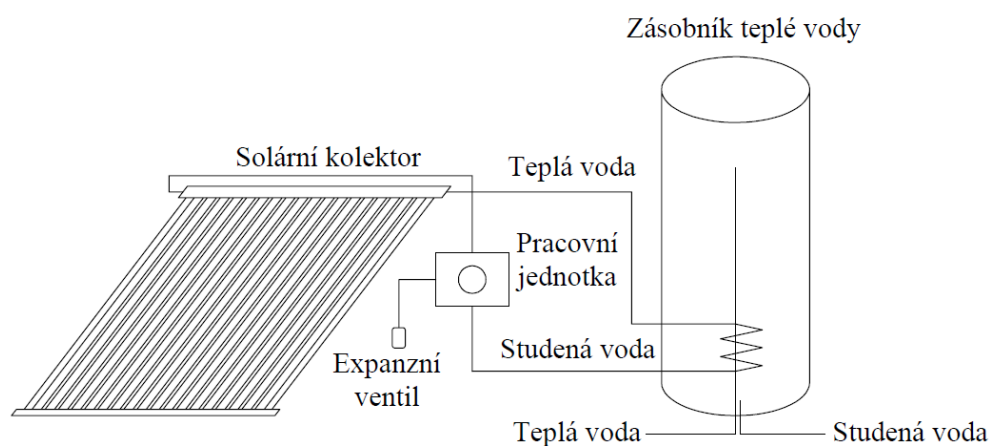
<sup>23</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 119-130. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

## 1.5.2 Vakuové trubicové kolektory

Uvnitř trubicového kolektoru je umístěn plochý absorbér, v jehož středu je umístěna trubice s teplotnosným médiem. Trubicový tvar tohoto typu kolektoru je opodstatněn vakuem uvnitř trubice. Nízký tlak vakua by plochý skleněný kolektor rozdrtilo, zatímco trubicový tvar je proti tomuto namáhání odolný. Vakuum je zde použito pro potlačení tepelných ztrát prouděním. V případě vzduchové výplně vzduch neustále proudí mezi absorbérem a sklem, skrze které se část tepelné energie dostává z kolektoru do okolního vzduchu, což je nežádoucí. Vytvořením vakua tento jev potlačíme, jelikož ve vakuu tento jev neprobíhá.

Vakuové trubicové kolektory fungují buďto na principu přímého průtoku vody nebo na tzv. principu „hide pipe“. V kolektoru fungujícím na tomto principu koluje snadno odpařující se kapalina se složkou metanu, která se již při nízkém zahřátí odpaří. Pára stoupá do horní části kolektoru a ústí do tepelného výměníku, kde předá své teplo proudící vodě. Pára zkondenzuje zpět v kapalinu a putuje trubicí zpět dolů, kde se začne znovu nahřívat. Tento princip potřebuje pro svou správnou funkci určitý sklon.<sup>24</sup>

Na následujícím obrázku je graficky znázorněn princip solárních termických kolektorů.



Obrázek č. 8: Schéma zapojení solárních termických kolektorů<sup>25</sup>

<sup>24</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 123-124. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

<sup>25</sup> Garance návratnosti [online]. SolarSolution, 2014 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <http://chrbolka.cz/garance-navratnosti>



### 1.5.3 Gravitační systémy

Tento jednoduchý systém je využíván především v jižních oblastech, ve kterých jsou očekávané celoroční teploty vysoko nad bodem mrazu. Solární kolektor se umístí například na střechu domu, pod určitým sklonem a nad tento kolektor je následně umístěn zásobník teplé vody. Lehčí studená voda vlivem gravitace klesá dolů do kolektoru, kde se ohřívá a lehčí teplá voda stoupá nahoru do zásobníku teplé vody. V letních obdobích dokáže dobře navržený gravitační systém zajistit dostatek teplé vody na celý den.<sup>26</sup>

## 1.6 Klimatizace

Princip funkce klimatizace spočívá stejně jako u tepelného čerpadla ve stlačování chladicího média. Teplý vzduch z místnosti je nasáván do vnitřní klimatizační jednotky, kde je umístěn výparník. Vzduch předá své teplo výparníku, kde se chladící médium ohřeje, vypaří a putuje do venkovní jednotky. Ve venkovní jednotce je odpařené chladící médium kompresorem stlačeno, čímž se zvýší jeho teplota. Za kompresorem umístěný výměník, který je ofukován ventilátorem, zajistí zkapalnění a snížení teploty chladicího média, které dále putuje skrze expanzní ventil, za kterým se médium dostává do prostředí nízkého tlaku, čímž klesne jeho teplota. Ochlazené chladící médium putuje zpět do výparníku a cyklus se opakuje.

Takto funguje klimatizace na principu multi-split, která je pevně umístěná. K jedné venkovní jednotce lze připojit více vnitřních jednotek. Další variantou jsou přenosné jednotky, které fungují na stejném principu, jen je celý cyklus umístěn v jedné jednotce a odvod teplého vzduchu zajišťuje ohebná hadice, která lze vystrčit například oknem. Toto řešení je rychlé, finančně méně náročné a není nutný stavební zásah do objektu. Řešení je ale méně komfortní. Další variantou je jedna venkovní jednotka, zajišťující celý proces ochlazení vzduchu a na ní jsou připojeny vzduchotechnické rozvody, které jsou vyústěny v jednotlivých místnostech objektu. Takové řešení přináší finanční úsporu při instalaci na úkor komfortu a případnému méně efektivnímu provozu, které je způsobeno ochlazením místnosti v závislosti na zadané teplotě pouze v jedné

---

<sup>26</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 127-128. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

místnosti. U této varianty není možné nastavení teploty v každé místnosti zvlášť, jednotka buď běží ve všech místnostech, nebo v žádné.

Kromě primárního chlazení, je možné jednotku doplnit aktivním řízením vlhkosti, ionizací, a čištění vzduchu

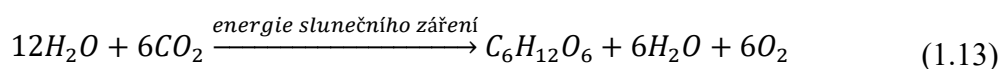
Klimatizační jednotku je nutné pravidelně udržovat a čistit z důvodu možné tvorby plísní uvnitř jednotky, které by byly vyfukovány zpět do místnosti.

Vzhledem k tomu, že klimatizace funguje na principu tepelného čerpadla, je možné pořídit jednotku, která kromě chlazení umí také topit.<sup>27</sup>

## 1.7 Biomasa

Biomasa je asi nejstarším zdrojem energie lidstva a je transformována převážně ve formě tepla pro vytápění, ohřev teplé vody a vaření. Ačkoliv tento zdroj energie má tisíce let starou historii, stále neodmyslitelně patří k nezanedbatelným zdrojům energie našich domácností. V dnešní době se dostávají stále více do popředí, vzhledem k tomu, že se jedná o udržitelný zdroj energie. Ačkoliv je biomasa producentem CO<sub>2</sub>, díky rychlé obnově biomasy se tento zdroj řadí mezi obnovitelné. Například dřevo, které je velkým zástupcem biomasy, lze cyklovat v řádech desítek let, oproti tomu uhlí, které vzniklo před stovkami milionů let, nemůžeme považovat za obnovitelné. Pokud tedy bereme biomasu v celém svém životním cyklu od růstu až po spálení, její podíl na vzniku CO<sub>2</sub> je nulový. Stejně množství CO<sub>2</sub>, které odebrala rostlina během svého růstu, se následně vypustí do ovzduší během spálení.

Následující chemickou rovnicí je popsán vznik biomasy:



Pod pojmem biomasa se skrývá veškerá hmota z organického materiálu. Rostliny fotosyntézou vytvářejí biomasu ve formě uhlovodíků. Potřebná energie na tento proces je získávána ze Slunce. Tento proces vzniká pouze u rostlin, živočichové sice produkují také biomasu, ale pouze formou zpracování jiné biomasy.

---

<sup>27</sup> *Jak správně vybrat klimatizaci?* [online]. Panasonic (divize tepelná čerpadla a klimatizační technika), 2018 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/17182-jak-spravne-vybrat-klimatizaci>

Suroviny pro biomasu jsou převážně získávané z lesnictví, ve formě zpracovaného dřeva nebo odpadů, z dřevoprůmyslu ve formě pilin, štěpek nebo odřezaných větví. Tento odpad je ideální pro další zpracování do formy dřevěných briket či dřevěných pelet. Takto zpracovaný odpad je mnohem efektivnější pro dopravu a následné energetické využití. Dalším zdrojem biomasy je zemědělství, které můžeme dělit na energetické plodiny a odpad z živočišné produkce. Výsledkem po zpracování může být bio olej či bioplyn.<sup>28</sup>

### **1.7.1 Krby a krbová kamna na štípané dřevo**

Otevřené krby jsou dnes spíše minulostí, vidět je můžeme už jen na zámku nebo jako designový doplněk, z pohledu energetického jsou neefektivní, jelikož dosahují účinnosti přibližně 20 – 30 %. Mnohem efektivnější jsou krbová kamna a krbové vložky, ve kterých můžeme regulovat přísun vzduchu a tím regulovat rychlost hoření. Spalování je zároveň efektivnější. Účinnost krbových kamen a krbových vložek je okolo 80 %. Nevýhodou tohoto systému vytápění je nízký komfort, jelikož je potřeba neustále po malých dávkách přikládat, krby totiž nedisponují žádným zásobníkem paliva, používají se tak zejména jako doplňkový zdroj k jinému druhu vytápění. Další nevýhodou může být fakt, že v případě snahy vytopit tímto zdrojem celý dům, může vznikat nadměrná teplota v místnosti, kde je zdroj umístěný.

Krbová kamna nebo krbové vložky můžeme dále doplnit tepelným výměníkem, který může sloužit jako doplňkový zdroj teplé vody nebo jako zdroj vytápění ústředního topení či podlahového topení pro ostatní místnosti.<sup>29</sup>

### **1.7.2 Kotel na štípané dřevo**

Výhodou kotle na štípané dřevo je oproti krbům komfortnější obsluha. Dnes vyráběné kotle mají možnost zásobníku, do kterého se naloží dřevo a dlouhé hodiny kotel pracuje samostatně. Pomocí termostatu kotel reguluje přísun vzduchu, a tak i jeho výkon. Kotle dosahují účinnosti přesahující 90 %.

---

<sup>28</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 231-237. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

<sup>29</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 238. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

Pro výpočet minimálního jmenovitého výkonu kotle se vychází z doby hoření jednoho naložení a ze jmenovité tepelné zátěže objektu.

$$P_K = P_O \cdot \frac{6,4}{T_H} \quad [W; W, h, h] \quad (1.14)$$

kde:

$P_K$ ...jmenovitý výkon kotle,

$P_O$ ...jmenovitá zátěž objektu,

$T_H$ ...doba hoření jednoho naložení kotle.

V případě využití kotle se zásobníkem je vhodné vypočítat jeho ideální objem, který vychází z předpokladu, že na jednu kilowatthodinu je zapotřebí 13,5 l dřeva.

Potřebný objem zásobníku se vypočítá dle následujícího vzorce:

$$V_{Zás} = P_K \cdot T_H \cdot 13,5 \quad [l; W, h, l \cdot Wh^{-1}]^{30} \quad (1.15)$$

kde:

$V_{Zás}$ ...objem zásobníku,

$P_K$ ... jmenovitý výkon kotle,

$T_H$ ... doba hoření jednoho naložení kotle.

### 1.7.3 Kotel na dřevěné pelety

Kotel na dřevěné pelety je z pohledu komfortu nejideálnější. Zásobník na pelety může být neomezeně objemný. Ze zásobníku pelet se automatickým šnekovým nebo vzduchovým dopravníkem přepravují pelety přímo do topeniště, dle aktuální výkonové potřeby kotle, respektive domu. Vzhledem k vysoké hlučnosti vzduchového dopravníku, se častěji využívá dopravník šnekový. Tento systém pracuje plně automaticky a v případě použití automatického odpopelnění je možná práce kotle bez údržby i více než měsíc. Perioda údržby závisí na výkonové zátěži kotle v daném období a na kvalitě pelet, respektive jejich popelnatost. Účinnost takového kotle je okolo 90 %. U kombinovaných kotlů na dřevo, pelety a uhlí udává výrobce ATMOS účinnost vytápění dřevem a uhlím okolo 90 % a účinnost vytápění peletami 91 - 92 %.

---

<sup>30</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 239. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

Dřevěné pelety je také možné použít jako palivo pro krbová kamna. Díky snadné přepravě pelet je tak možné zajistit bezúdržbové vytápění krbových kamen. Zásobník pelet může být umístěný ve sklepě, případně jiné technické místnosti v domě. Dle požadovaného výkonu si systém krbových kamen automaticky pomocí šnekového či vzduchového dopravníku přepraví do hořáku požadované množství pelet. Výhodou tohoto systému je tak nejen zvýšený komfort, ale také nižší koncentrace znečištění v obytných prostorách.<sup>31,32</sup>

## 1.8 Uhlí

Uhlí je fosilní palivo, které je stále významnou světovou primární energetickou surovinou. Vzhledem ke stanoveným cílům světových mocností k omezení vypouštění skleníkových plynů a dosažení uhlíkové neutrality a faktu, že uhlí je neobnovitelný zdroj energie, je těžba, zpracování a využití uhlí stále více omezováno. Největším spotřebitelem převážně hnědého uhlí jsou elektrárny, které jsou v energetickém mixu ČR stále největším zástupcem.

Naopak v domácnostech se k vytápění využívá převážně uhlí černé. I v tomto sektoru však dochází k omezování a regulaci vytápění uhlím. Například v Praze s účinností od 01. 10. 2020 platí obecně závazná vyhláška č. 11 / 2019 Sb. hl. m. Prahy, obecně závazná vyhláška, kterou se zakazuje spalování vybraných druhů pevných paliv ve stacionárních zdrojích na území hlavního města Prahy. Tato vyhláška přímo zakazuje topit uhlím, uhelnými briketami a kosem v kamnech a kotlích, které nedosahují emisních parametrů třetí emisní třídy.<sup>33</sup> Stejná pravidla budou platit pro všechny obyvatele ČR s účinností od 01. 09. 2022 dle zákona č. 201/2012 Sb., účinný od 01. 09. 2012. Zpravidla se jedná o kotle vyrobené před rokem 2000.

---

<sup>31</sup> QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. 239-241. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

<sup>32</sup> Kombi kotle na dřevo a pelety [online]. Bělá pod Bezdězem, 2021 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/kombi-kotle-na-drevo-a-pelety/>

<sup>33</sup> Obecně závazná vyhláška č. 11/2019 Sb. hl. m. Prahy [online]. Praha: Magistrát hlavního města Prahy, ©2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: [https://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/vyhlasaky\\_a\\_narizeni/-vyhledavani\\_v\\_pravnich\\_predpisech/obecne\\_zavazna\\_vyhlasaka\\_c\\_11\\_2019\\_sb\\_hl.html](https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/vyhlasaky_a_narizeni/-vyhledavani_v_pravnich_predpisech/obecne_zavazna_vyhlasaka_c_11_2019_sb_hl.html)

### **1.8.1 Kotle na uhlí**

Kotle na uhlí se vyrábějí buďto primárně na uhlí nebo kombinované pro možnost kombinace topení uhlím, dřevem a dřevěnými peletami. V kotli je možné topit hnědým i černým uhlím. Ideální kombinací je doplnit kotel a zásobník. Zásobník paliva v závislosti na jeho velikosti zajistí minimální potřebu přítomnosti obsluhy.

Kotel je dále možné doplnit tepelným výměníkem pro ohřev teplé vody v bojleru.

## 2 Energetické komunity v bytových domech

Energetická komunita je nový způsob výroby, distribuce a spotřeby elektrické energie. Spočívá v uskupení více fyzických osob či subjektů, které zajistí výrobu energie, kterou následně spotřebovávají, ukládají pro pozdější spotřebu nebo prodávají. Reálně může jít o komunitu, kterou tvoří část občanů, celé obce, několik podnikatelů atd. Tato komunita následně vytvoří zdroj energie v podobě solárních panelů na střeše, centrálního tepelného čerpadla, elektrárnu na bioodpad atd., případně kombinace více zdrojů. Vyrobenou energii pak sami spotřebovávají ve svůj prospěch, případně ji prodávají do distribuční soustavy nebo jiným objektům ve svém okolí. Z prodeje je generován zisk pro komunitu, který se využívá pro rozšíření zdroje energie, zvýšení účinnosti nebo vyplacení dividend členům komunity. Komunita tak získává nezávislost na výrobcích a distributorech energie. Zároveň je oprostěna od veškerých plateb spojených s výrobou, distribucí a obchodem s energií. Naopak vybudování energetické komunity vyžaduje vysoké investiční náklady.

Energetické komunity mají přinést nejen nezávislost na velkých zdrojích energie, ale mají být součástí decentralizace výroby elektrické energie. Podpora komunitní energetiky je součástí plánu Evropské unie k dosažení omezení skleníkových plynů do roku 2030 a k dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050. Z těchto důvodů je komunitní energetika spjatá s využíváním obnovitelných zdrojů energie (dále také "OZE"). Důležitým krokem pro rozvoj komunitních energetik tak bude legislativní a finanční podpora státu.<sup>34</sup>

### 2.1 Finanční podpora energetické komunity

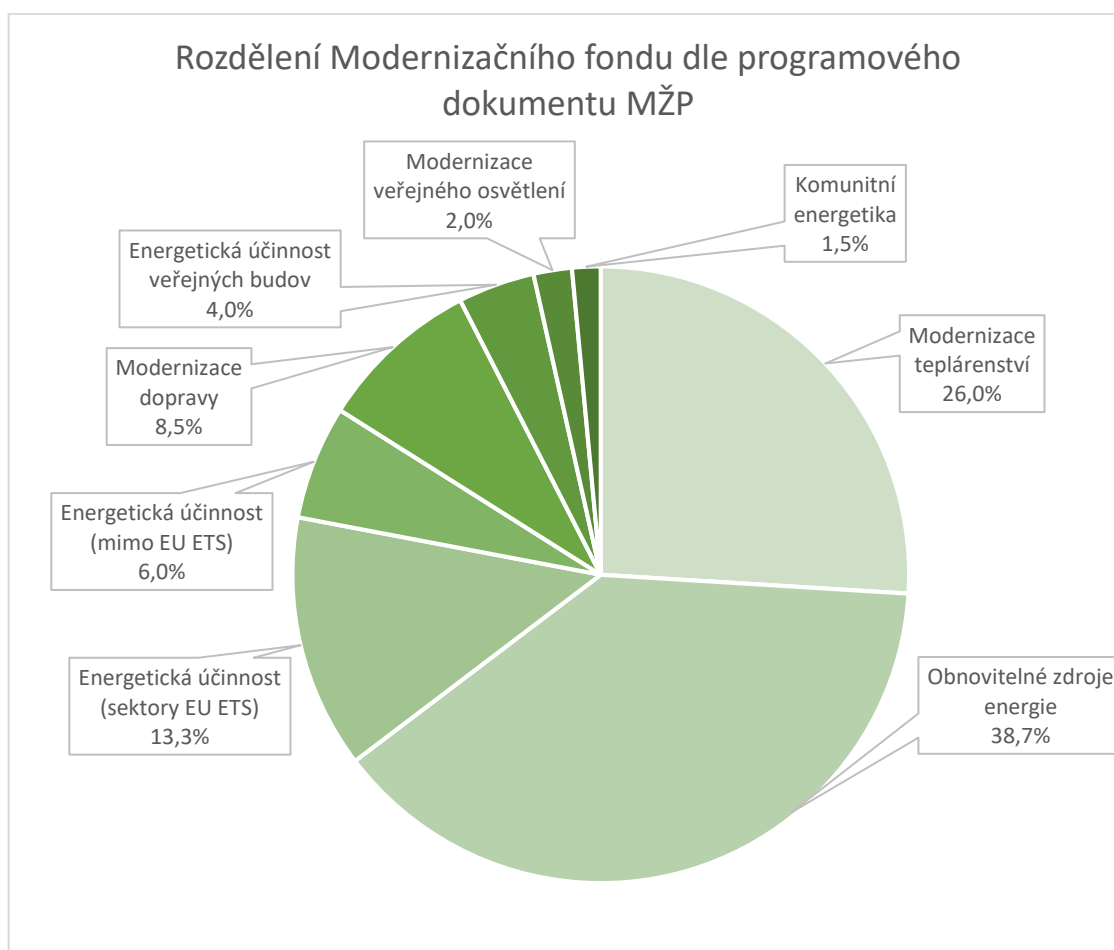
Hlavní podporou pro omezení skleníkových plynů pro následujících deset má být Modernizační fond, který byl Evropskou unií přidělen České republice s rozpočtem 150 miliard korun. Modernizační fond je financován z evropského systému obchodování s emisními povolenkami. Objem peněz, které budou čerpat členské státy Evropské unie z Modernizačního fondu může v následujících letech ještě vzrůst vlivem nárůstu cen emisních povolenek, které musejí platit producenti fosilních paliv. Rozdělení

---

<sup>34</sup> Komunitní energetika [online]. Praha: Technologická agentura ČR, 2021 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: [https://www.enviwiki.cz/wiki/Komunitn%C3%AD\\_energetika#cite\\_note-:2-2](https://www.enviwiki.cz/wiki/Komunitn%C3%AD_energetika#cite_note-:2-2)

Modernizačního fondu (dále také “MF“) má v České republice v kompetenci ministerstvo životního prostředí (dále také “MŽP“). Prioritními oblastmi podpory MŽP z MF jsou obnovitelné zdroje energie, modernizace teplárenství a energetická účinnost. Oblast komunitní energetiky má nejnižší podporu 2,3 mld. Kč, přibližně 1,5 % z MF. Druhou možností čerpání podpory pro energetické komunity je ze stejného fondu, z oblasti obnovitelných zdrojů, pro kterou MŽP vyčlenilo 59,6 mld. Kč, což je asi 38,7 % z MF. Z této oblasti můžou čerpat také velcí energetičtí výrobci, získání podpory pro drobné energetické komunity bude tak složitější.

Na následujícím grafu jsou uvedeny oblasti podpory z Modernizačního balíčku dle rozdělení MŽP.



Graf č. 1: Rozdělení Modernizačního fondu dle programového dokumentu MŽP<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Modernizační fond má očistit průmysl od emisí [online]. EURACTIV, 2021 [cit. 2021-4-23]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/tag/energeticke-komunity/>



## 2.2 Legislativa pro podporu energetické komunity

Pro rozvoj energetické komunity je také nutná podpora legislativy dané země. První oblast podpory je využití elektrické energie mezi objekty, kdy je pro přenos elektrické energie využívána distribuční soustava. Takovým případem může být například několik bytových domů nebo obec, která se rozhodne na střeších domů vybudovat FVE a v jednom objektu vybudovat bateriové úložiště. Pro přenos elektrické energie mezi jednotlivými objekty, případně objekty a bateriovým úložištěm by bylo ideální pro snížení investičních nákladů využít stávající distribuční soustavu, což ale například v ČR není v tuto chvíli možné

Další možnou legislativní podporou je případ, kdy energetická komunita již využívá distribuční soustavy pro přenos vyrobené elektrické energie mezi objekty komunity. V takovém případě by energetická komunita neplatila žádné poplatky za využití distribuční soustavy.

Třetí forma legislativní podpory je nastavení minimální ceny za odkup elektrické energie od malých výrobců (komunit). Pokud dnes někdo vyrábí elektrickou energii z malé FVE (jmenovitá výkon FVE do 10 kWp) a všechnu ji nevyužije, do elektrizační soustavy ji svému dodavateli elektrické energie dodává za velmi nízkou cenu oproti ceně za silovou elektřinu, kterou mu prodává jeho dodavatel. Takový model by podpořil menší komunity, které nemají dostatečně prostředky pro vybudování bateriového úložiště.

Dalším bodem, který by měl být zvážen při implementaci energetických komunit do legislativy je regulace zisku, který může být generován provozem energetických komunit. V případě masivní podpory energetických komunit by se mohla opakovat situace z roku 2010. Masivní rozmach staveb FVE investory nejen z ČR ale také ze zahraničí, který byl zapříčiněn příznivými minimálními cenami za odkup elektrické energie garantovaných státem. Tato skutečnost přilákala velké investory do ČR, aby zde za příznivé podpory generovali velké zisky. Takové situaci je nutné při tvorbě legislativy předejít, aby projekt energetické komunity neskončil stejně jako projekt na podporu výstavby FVE v ČR v roce 2010.

Hlavním úskalím stagnace rozvoje energetických komunit v České republice je především absence pojmu energetická komunita a energetické společenství v české legislativě. Dalším chybějícím pojmem je akumulace elektrické energie do bateriových

úložišť a minimální podpora OZE. Tyto nedostatky by měla odstranit novela energetického zákona, která by měla být dle plánu schválena v roce 2021.<sup>36</sup>

### 2.3 Energetické komunity v ČR

V ČR se vlivem nedostatečné legislativní a finanční podpory energetické komunity prakticky vůbec nerozvinuly. Vzácným příkladem je několik malých obcí. Prvním příkladem je obec Kněžnice u Nymburka, která v roce 2000 vybuďovala výtopnu na biomasu a bioplynovou stanici na odpad. Dalším plánem obce je vybudování FVE na střechách místních domů a stavba lokální distribuční soustavy.

Druhým příkladem je obec Mikolajice na Opavsku, která zajišťuje pro několik objektů výrobu elektrické energie z FVE, bateriové úložiště a mikroelektrárnu na biomasu vybavenou kogenerací. Celý systém je řízen automaticky za pomoci řídicí jednotky s umělou inteligencí.

Největší projekt komunitní energetiky s názvem Společenství pro obnovitelné zdroje je momentálně zplánovaný v Praze. Praha má za pomoci střešních FVE, fasádních FVE a tepelných čerpadel zajistit rozsáhlou síť výroben energie. Má za cíl snížit závislost na výrobcích energie z fosilních paliv a snížit tak produkci skleníkových plynů. Praha má v plánu založit vlastní první entitu, kterou bude stoprocentně vlastnit hlavní město Praha. Tato entita bude kromě výroby elektrické energie na budovách vlastněných magistrátem hlavního města Prahy také nakupovat zbylou elektrickou energii samostatně na trhu s elektřinou. Tím dále sníží náklady na nákup elektrické energie. V plánu je umožnit zapojení se do projektu také obyvatelům a firmám na území hlavního města Prahy.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> ČR porcuje Modernizační fond. Ministerstvo chce při čerpání zvýhodnit energetické společnosti [online]. EURACTIV, 2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energetika/news/cr-porcuje-modernizacni-fond-ministerstvo-chce-pri-cerpání-zvyhodnit-energeticke-spolecnosti/>

<sup>37</sup> Komunitní energetika [online]. Praha: Technologická agentura ČR, 2021 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: [https://www.enviwiki.cz/wiki/Komunitn%C3%AD\\_energetika#cite\\_note-2-2](https://www.enviwiki.cz/wiki/Komunitn%C3%AD_energetika#cite_note-2-2)

## 2.4 Energetické komunity ve světě

Jedním z příkladu zavedení komunitní energetiky je Skotsko, které mělo ke konci roku 2019 instalovaný výkon v komunitní (sdílené) energetice 0,73 GW a dalších 0,8 GW instalovaného výkonu ve výstavbě. Podporou skotské vlády jsou nabízené granty a půjčky až do výše 150 000 liber. Další výraznou podporou jsou dotace až do výše 100 % z celkových nákladů, ostatní žadatelé o podporu OZE mají dotaci až do výše 60 % z celkových nákladů. Hlavní podmínkou je přinášeny prospěch obyvatelům určité lokality.

Dalším příkladem podpory komunitní energetiky je Rakousko, které definuje energetické komunity jako sdružení dvou nebo více členů nebo akcionářů, které má právní formu spolku, družstva, osobní nebo kapitálové obchodní korporace, společenství vlastníků jednotek nebo obdobné právnické osoby. Jejich hlavním účelem není tvorba zisku, ale především environmentální, ekonomické nebo sociální přínosy svým členům nebo oblastem, ve kterých působí. Hlavní motivací pro občany Rakouska je nezávislost na dodavateli energie, úspora za dodávky energie, podpora OZE a tím celkovou prospěšnost pro danou lokalitu. Naopak motivací není generování vysokých zisků, jako je tomu u komerčních výrobců energie. Dalším usnadňujícím prvkem pro zavedení energetických komunit v Rakousku je v legislativě ukotvený právní nárok energetických komunit na připojení k distribuční soustavě. To znamená, že stejně jako komerční výrobci elektrické energie mají také komunitní výrobci elektrické energie za určitých podmínek nárok na připojení k distribuční soustavě.<sup>38</sup>

## 2.5 Potenciál energetických komunit v budoucnosti

Energetické komunity jsou v tuto chvíli na počátku svého rozvoje. Ačkoliv v západních zemích Evropy jsou s rozvojem dále než Česká republika, stále jsou zanedbatelnými producenty energie v energetickém mixu.

---

<sup>38</sup> BERANOVÁ, Eliška. Rakousko chce do roku 2030 získávat veškerou energii z obnovitelných zdrojů, pomůže komunitní energetika [online]. Praha: Frank Bold, 2021 [cit. 2021-4-23]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/21885-rakousko-chce-do-roku-2030-ziskavat-veskerou-energii-z-obnovitelnych-zdroju-pomuze-komunitni-energetika>

Hlavní rozvoj energetických komunit především na území Evropské unie má nastartovat masivní podpora OZE, Modernizační fond a promítnutí nových pojmů do legislativy členských zemí Evropské unie. Motivací Evropské unie pro podporu komunitní energetiky potažmo celého segmentu OZE jsou závazky Evropské unie a jiných světových mocností, které si stanovili omezení skleníkových plynů do roku 2030 a dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050. Predikce ukazující budoucí zastoupení energetických komunit v energetickém mixu se různí. Jasně je pouze to, že hlavní roli v tom bude hrát finanční a legislativní podpora jednotlivých států.

## **3 Zdroje energie a energeticky úsporná řešení bytových domů**

### **3.1 Tepelná izolace domů**

Mezi základní úsporná řešení bytových domů patří tepelná izolace obálky domu. Mezi obálku domu patří stěny domu, podlaha, strop, případně jednotlivá mezipatra a vnitřní stěny. Tepelná izolace nezajišťuje pouze primární účel energetické úspory, ale do určité míry zajišťuje také akustickou izolaci. Na trhu se dnes vyskytuje velké množství různých druhů izolantů, a tak je důležité vybrat ten správný. Po volbě správného materiálu je také nutné vybrat ideální mocnost, která nám zajistí rovnováhu mezi potřebnými náklady na instalaci a výslednými úsporami za dobu provozu.

Pro možnost technického porovnání jednotlivých druhů tepelné izolace je nutné stanovit několik parametrů. Součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ), které udává schopnost materiálu vést teplo. Faktor difuzního odporu  $\mu$ , které nám o materiálu udává jeho schopnost zabránit difuzi vodních par, čím vyššího čísla dosáhneme, tím méně vodní páry skrze materiál projde. Třída reakce na oheň nám udává chování materiálu při styku se zdrojem hoření.

#### **3.1.1 Polystyren**

Polystyren je nejpoužívanějším typem tepelné izolace používaný při stavbě bytových domů. Základními rozdíly mezi jednotlivými druhy je jejich pevnost v tlaku a odolnost proti vlhkosti. Výhodou polystyrenu je snadná instalace a širokospektré využití, nevýhodou je malá odolnost proti hoření.

##### **3.1.1.1 Expandovaný polystyren (bílý)**

Tento materiál je nejvíce používaným druhem tepelné izolace. Je vyráběn napěněním polystyrenových perlí na velikost dle následného využití. Pro expandovaný polystyren se využívá zkratka EPS s číslem. Zkratka značí možnou hmotnostní jakost, která může být na polystyren kladena. Ve stavebnictví se nejčastěji využívá EPS 70 – EPS 150. Do polystyrenu se dále přidávají retardéry hoření, které zajistí při odejmutí zdroje hoření polystyren přestane hořet a oheň tak dále nerozšiřuje. Polystyren se aplikuje převážně v deskách o rozměru 1500 x 1000 mm buď skládáním na vodorovné plochy, nebo lepením speciálním stavebním lepidlem na polystyren na svislé plochy.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,040 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 20 - 100 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E^{39}$ .

### 3.1.1.2 Expandovaný polystyren (grafitový)

Grafitový polystyren „šedivý“ se od klasického polystyrenu „bílého“ liší pouze přidáním grafitových nanočástic, které výrazně snižují sálavou složku při prostupu tepla izolačním materiálem. Díky tomu je dosaženo lepších hodnot  $\lambda$  a ve výsledku můžeme použít oproti klasickému bílému polystyrenu menší mocnost. Polystyren se aplikuje převážně v deskách o rozměru 1500 x 1000 mm buď skládáním na vodorovné plochy, nebo lepením speciálním stavebním lepidlem na polystyren na svislé plochy.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,030 - 0,033 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 20 - 100 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E^{40}$ .

### 3.1.1.3 Expandovaný polystyren (rozvolněný)

Rozvolněný polystyren je totožný z výše uvedenými druhy, může být tedy bílý nebo grafitový, pouze není formován do obdélníkových desek, ale aplikuje se volně. Do polystyrenu se dávají příměsi proti škůdcům a vyrábí se ze samozhášivého polystyrenu. Takto upravený polystyren je vhodné aplikovat do dutin či půdních prostor nafoukáním. Díky nafoukání ztrácí takto upravený polystyren faktor difuzního odporu, naopak výhodou je rychlá aplikace.

---

<sup>39</sup> Polystyrenové izolace: Expandovaný polystyren (bílý) – desky [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>

<sup>40</sup> Polystyrenové izolace: Expandovaný polystyren (grafitový) – desky [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,036 - 0,045 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktordifuzníhoodporu*  $\mu = 2 - 4[-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E^{41}$ .

#### 3.1.1.4 Extrudovaný polystyren

Tento druh tepelné izolace je označován zkratkou XPS a číslem, které určuje napětí při 10 % stlačení polystyrenu. Vyrábí se z ropy do polystyrenového granulátu a následně se extruduje rozpínavými plyny. Výhodou tohoto materiálu je uzavřená struktura pórů, tudíž netrpí na nasákavost. Další kladnou vlastností je jeho velká pevnost v tlaku. Díky těmto vlastnostem je vhodný pro použití v namáhavých prostředí na tlak, jako je poslední vrstvy pochozích střech, tak také na vlhkost, například jako izolace základu domu, kde dochází ke styku s terénem.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,030 - 0,038 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 180 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E^{42}$ .

#### 3.1.2 Minerální vata

Druhým nejvýznamnějším tepelným izolantem je minerální vata, která se nejčastěji využívá pro izolaci půdních prostor, jednak z důvodu snadné instalace a dobré přilnavosti ke dřevu, ale především z důvodu nehořlavosti. Nehořlavost je hlavní předností minerálních vat a pokud se nepoužije k opláštění celého bytovému domu, použije se jako požárně dělící pás. U větších budov je nutné dodržet požární bezpečnostní předpisy. Nevýhodou minerálních izolací je jejich náchylnost na vlhkost a také nepříjemná instalace, při které je nutné chránit si dýchací cesty a pokožku. Vdechnutí minerální vaty způsobuje podráždění dýchacích cest a následný nepříjemný kašel, kontakt s pokožkou pak nepříjemné svědění.

---

<sup>41</sup> Polystyrenové izolace: Expandovaný polystyren – rozvolněný [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>

<sup>42</sup> Polystyrenové izolace: Extrudovaný polystyren – XPS [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>

### 3.1.2.1 Kamenná vlna

Kamenná vlna je vyráběna z čediče, bazaltu nebo gabra za vysokých teplot rozvlákněním. Nejčastější forma tohoto typu tepelné izolace je rohož nebo deska. Rohože bývají z pravidla měkké a hodí se například jako výplň půdních prostor. Naopak desky jsou tuhé a mají tak větší pevnost v tlaku. Používají se zejména v zatížených prostorech podlah nebo vnějšmu obložení budov. Další možností aplikace je rozvlákněná vlna, která se aplikuje foukáním převážně pro tepelnou izolaci půdních prostor. Výhodou této varianty je výrazné urychlení aplikace.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,035 - 0,050 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 1 - 2 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* A1<sup>43</sup>.

### 3.1.2.2 Skelná vlna

Skelná vata se vyrábí roztavením nového nebo recyklovaného skla rozfoukáním a následným tvarováním do finální formy. Využití skelné vlny je stejné jako využití kamenné vlny, má prakticky stejné vlastnosti.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,030 - 0,045 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 1 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* A1<sup>44</sup>.

### 3.1.3 Pěnové sklo

Tento méně používaný tepelně izolační materiál se stejně jako skelná vlna vyrábí z nového či recyklovaného skla. Pěnové sklo se vyrábí ve formě bloků, které nalézají své uplatnění v prostředí, kde dochází k velkému tlakovému namáhání a v prostředí s velkou vlhkostí. Materiál je zcela parotěsný a může se tedy uplatnit například na pochozích střeších. Druhou formou je šterk z pěnového skla, který se využívá

---

<sup>43</sup> Minerální izolace: Kamenná vlna (desky nebo role) [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>

<sup>44</sup> Minerální izolace: Skelná vlna (desky nebo role) [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>



pro izolaci základové desky, kde zastupuje jako výplň běžně používaný kamenný šterk a zároveň tvoří izolaci, která se následně nemusí aplikovat do podlah.

Parametry bloků z pěnového skla:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,040 - 0,060 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 99000 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* A1.

Parametry šterku z pěnového skla:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,075 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 99000 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* A1<sup>45</sup>.

### 3.1.4 PUR, PIR

Polyuretanová i polyisokyanurátová pěna se používá ve více formách. Ve formě desky se vyrábí buď řezáním volně napěněných bloků, nebo ve formách. Dalším způsobem je napěnění mezi jiný materiál, který tvoří finální obal izolace, jako například hliníkové bloky vyplněné PUR či PIR pěnou, které slouží jako opláštění a zastřešení průmyslových budov.

Další aplikací tepelné izolace PUR a PIR je lití nebo stříkání přímo na stavbě buď jako výplň spár jiného druhu izolace, nebo jako plošná izolace konstrukcí, stropů nebo střech.

Parametry PUR, PIR desek:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,022 - 0,075 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = \text{dle kompozitu}$ ,
- *třída reakce na oheň* C – E.

---

<sup>45</sup>Minerální izolace [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/300-penove-sklo>

Parametry PUR stříkané, lité:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,033 - 0,045 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 30 - 100 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* C – E.

Parametry PIR stříkané, lité:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,021 - 0,023 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 35 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* C – E<sup>46</sup>.

### 3.1.5 Fenolická pěna

Vyrábí se napěněním fenolformaldehydových pryskyřic do bloků, které se následně oparují hliníkovou fólií nebo skelným vláknem. Využití nachází při zateplení objektů, kde není prostor na větší mocnosti izolace, má totiž dobrý součinitel tepelné vodivosti.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,033 - 0,045 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 30 - 100 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň* C – E<sup>47</sup>.

### 3.1.6 Obnovitelné izolační materiály

Mezi přednosti tepelné izolace z obnovitelných zdrojů patří především její vysoká schopnost akumulace tepla při zachování nízkého součinitele tepelné vodivosti. Takový materiál je vhodný pro aplikaci v podkroví. Hlavní předností těchto materiálů je nízký negativní dopad na životní prostředí, naopak nevýhodou, která brání širšímu rozmachu těchto materiálů, je vyšší cena. Mezi další nevýhody se řadí nízká třída reakce na oheň, která může být omezujícím parametrem pro stavby s vysokou náročností na požární bezpečnost.

---

<sup>46</sup> Izolace PUR, PIR a fenolická pěna [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>

<sup>47</sup> Izolace PUR, PIR a fenolická pěna [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>

Tyto materiály jsou v dnešní době méně využívané z důvodu vyšší ceny, jejich využití je spíše filozofií než výsledkem technicko - ekonomické analýzy. Tyto materiály nacházejí uplatnění převážně u staveb, které již od počátku projektování kladou velký důraz na nízký dopad na životní prostředí, jako jsou pasivní, nulové nebo přebytkové domy. Hojně se také využívají jako tepelná izolace dřevostaveb a srubů.

### 3.1.6.1 Dřevovláknité izolace

Vyrábí se z dřevěných vláken s příměsí síranu hlinitého a dalších plnidel, které mají zpevňující funkci. Ve formě desek nachází využití jako výplň sloupkových konstrukcí, nebo při větších objemových hmotnostech jako fasádní izolace. Tuhé desky z dřevovláknité izolace se mohou také použít pro tepelnou izolaci podlah. Další variantou je rozvolněná dřevovláknitá izolace, která se aplikuje potrubím poháněným vzduchem. Stejně jako u jiných materiálů se rozvolněná forma tepelné izolace používá pro izolaci strupů a jiných dutin.

Parametry dřevovláknité izolace o objemové hmotnosti cca  $50 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$ :

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,039 - 0,045 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 1 - 2 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E$ .

Parametry dřevovláknité izolace o objemové hmotnosti cca  $250-300 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$ :

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,040 - 0,055 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 5 - 10 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E^{48}$ .

### 3.1.6.2 Izolace z technického konopí

Tato tepelná izolace vzniká složením konopného pazdeří, konopného vlákna a příměsí sody, která slouží k zamezení tvorby plísní a hoření. Vyrábí se ve formě rolí, rohoží nebo měkkých desek. Speciální využití nachází ve formě slabých rohoží používaných k výplním mezi prvky srubových staveb.

---

<sup>48</sup> Izolace z obnovitelných surovin: Dřevovláknité izolace (desky) [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/301-izolace-z-obnovitelných-surovin-drevo-celuloza-konopi-ovci-vlna-slama>

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,045 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 1 - 2 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $E^{49}$ .

### 3.1.6.3 Celulózová izolace

Hlavní surovinou této tepelné izolace je recyklovaný papír, z kterého vzniká papírová cupanina. Do recyklovaného papíru se dále přidává boritá sůl, síran hořečnatý a fosforečnan amonný. Tyto přidané látky zamezují hoření, tvorbě plísní a hub a odpuzují hmyz a hlodavce. Celulózová izolace se aplikuje potrubím poháněným vzduchem do dutin nebo stropů.

Kromě výše uvedené suché aplikace je možné před aplikací do papírové směsi přidat vodu a aplikovat prostřednictvím stříkácí pistole. Tento způsob aplikace se může využívat pouze pro izolaci otevřených ploch, například pro tepelnou izolaci podlah. Nedoporučuje se pro aplikace uzavřených dutin.

Parametry:

- *součinitel tepelné vodivosti*  $\lambda = 0,040 - 0,055 [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ ,
- *faktor difuzního odporu*  $\mu = 1 - 3 [-]$ ,
- *třída reakce na oheň*  $C - E^{50}$ .

## 3.2 Izolovaná okna a dveře

Důležitou roli v oblasti energetických úspor hrají kvalitní izolované otvorové výplně (okna, dveře nebo vrata). Každá dnes vyráběná otvorová výplň musí splňovat prohlášení o vlastnostech a musí nést označení CE. U takových otvorových výplní je jeden vzorek vyzkoušen a ověřen na požadované parametry. V případě, že všechny parametry splnil, je mu vystaven protokol o vlastnostech. Prohlášení o vlastnostech



---

<sup>49</sup> Izolace z obnovitelných surovin: Izolace z technického konopí [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/301-izolace-z-obnovitelných-surovin-drevo-celuloza-konopi-ovci-vlna-slama>

<sup>50</sup> Izolace z obnovitelných surovin: Celulózová izolace [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/301-izolace-z-obnovitelných-surovin-drevo-celuloza-konopi-ovci-vlna-slama>

výrobku je harmonizováno dle normy ČSN EN 14351 - 1 + A2, Okna a dveře - Norma výrobku, funkční vlastnosti - Část 1: Okna a vnější dveře, vydána 1.6.2018 a musí obsahovat následující parametry. Zatížení větrem v rozsahu 1 – 5 podle tlaku a A – C podle průhybu, voděodolnost v rozmezí 1 – 9, údaj o obsahu nebezpečných látek, údaj o únosnosti bezpečnostních zařízení, vzduchovou neprůzvučnost  $R_w$  [dB], součinitel prostupu tepla  $U_w$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot K$ ], světelný činitel prostupu, solární faktor a průvzdušnost v rozsahu 1 – 4.

Na následujícím obrázku je vidět příklad protokolu o vlastnostech otvorové výplně.

	Převěná okna a balkónové dveře s hliníkovým opláštěním, systém IV96 - profil DH78 <b>EN 14351-1:2006 + A2:2016</b> Použití: otvorové výplně do obvodových stěn bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti			
	Výrobce: Window Holding a.s., Hlavní 456, 250 89 Lázně Toušeň, IČ: 284 36 024, Česká republika			
Vlastnost	Dřevěná okna a balkónové dveře s hliníkovým opláštěním, systém IV96 - profil DH78			
	jednokřídlové okno	dvojkřídlové okno	balkónové dveře	
Zatížení větrem	C4/B4	CE <sub>2400</sub> /BE <sub>2400</sub>	CE <sub>2400</sub> /BE <sub>2400</sub>	
Vodotěsnost	E <sub>1200</sub>	E <sub>1200</sub>	E <sub>1200</sub>	
Nebezpečné látky	neobsahuje			
Únosnost bezp.zař.	splněno bez poškození			
Vzduchová neprůzvučnost	$R_w = 36$ (-2,-5) dB TZI3 se zasklením 6-14-4			
	$R_w = 38$ (-1,-5) dB TZI3 se zasklením 6-16-4-14-4 INTEGRAL			
	$R_w = 38$ (-1,-4) dB TZI3 se zasklením 8-14-4-14-4 INTEGRAL			
	$R_w = 39$ (-2,-3) dB TZI3 se zasklením 8-14-4-12-6 INTEGRAL			
	$R_w = 40$ (-2,-4) dB TZI4 se zasklením Stratophone44.2-12-4-12-6 INTEGRAL			
	$R_w = 41$ (-1,-4) dB TZI4 se zasklením Stratophone44.2-20-8			
	$R_w = 42$ (-1,-3) dB TZI4 se zasklením Stratophone44.2-16-4-14-Stratophone66.2 INTEGRAL			
Součinitel prostupu tepla oknem $U_w$	$U_w = 1,1$ $W/m^2 \cdot K$ se zasklením $U_g = 1,1$ $W/m^2 \cdot K$			
	$U_w = 1,1$ $W/m^2 \cdot K$ se zasklením $U_g = 1,0$ $W/m^2 \cdot K$			
	$U_w = 0,79$ $W/m^2 \cdot K$ se zasklením $U_g = 0,6$ $W/m^2 \cdot K$			
	$U_w = 0,72$ $W/m^2 \cdot K$ se zasklením $U_g = 0,5$ $W/m^2 \cdot K$			
Světelný činitel prostupu	0,82 se zasklením 4-16-4 $U_g = 1,1$ $W/m^2 \cdot K$			
	0,77 se zasklením 4-16-4 $U_g = 1,0$ $W/m^2 \cdot K$			
	0,74 se zasklením 4-16-4-16-4 $U_g = 0,6$ $W/m^2 \cdot K$			
	0,74 se zasklením 4-12-4-12-4 $U_g = 0,5$ $W/m^2 \cdot K$ (krypton)			
Solární faktor	0,64 se zasklením 4-16-4 $U_g = 1,1$ $W/m^2 \cdot K$			
	0,57 se zasklením 4-16-4 $U_g = 1,0$ $W/m^2 \cdot K$			
	0,52 se zasklením 4-16-4-16-4 $U_g = 0,6$ $W/m^2 \cdot K$			
	0,52 se zasklením 4-12-4-12-4 $U_g = 0,5$ $W/m^2 \cdot K$ (krypton)			
Průvzdušnost	4	4	4	

Radiční vlastnosti speciálních skel jsou uvedeny na <https://configurator.agc-yourglass.com/configurator/request>

V Lázních Toušeň dne 1.1.2021

**PODPIS**

manažer technického vývoje

Obrázek č. 9: Příklad prohlášení o vlastnostech s CE štítkem<sup>51</sup>

<sup>51</sup>Alu Design Quadrat: Technické dokumenty [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, ©2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/produkt/alu-design-quadrat/>

S odkazem na tuto práci bude přikládána největší váha parametru součinitele prostupu tepla  $U_w$  otvorových výplní a solárnímu faktoru, který je důležitý pro stanovení tepelného zisku při výpočtu energetické náročnosti budov.

Důležité při stanovení rozměru okna z energetického hlediska je především umístění budovy a natočení na světovou stranu. Velké okno natočené na jižní stranu při slunečním ozáření v zimě zajistí velké tepelné zisky, které jsou žádoucí. Naopak v letních měsících způsobují nadměrné zahřátí místností a při využití klimatizace způsobují energetickou ztrátu, v takovém případě je vhodné využít zastínění okna.

### 3.3 Stínící systémy

Zatímco v předchozích letech se stínící systémy příliš nevyužívaly a pokud ano, tak spíše vnitřní, a pouze z důvodu zastínění nadměrného světla, v dnešní době s přibývajícými tropickými dny se instalují spíše vnější stínící systémy s přidanou hodnotou zamezení vniku slunečního záření skrze sklo a ohřátí interiéru. Sluneční záření se od vnějších rolet odrazí a jen malá část se absorbuje. V případě nevyužití stínící techniky a při pouhé instalaci klimatizace, je nutné brát v potaz, že takový provoz bude velmi nákladný. V porovnání s vytápěním jsou náklady na ochlazení vzduchu o 1 °C přibližně třikrát větší než náklady na vytápění. Stínící systém je ovládán buďto manuálně klikkou, vypínačem umístěným ve zdi, nebo dálkovým ovladačem. Komfortním a zároveň energeticky výhodným řešením je kombinace stínícího systému s čidlem osvětlenosti, které zajistí stažení stínícího systému při ozáření dané stěny, ve kterém jsou okna umístěna.

### 3.4 Řízené větrání s rekuperací

Nucené větrání domu funguje na principu centrální jednotky, která zajišťuje předání tepla ze vzduchu odcházejícího z domu, vzduchu vstupujícímu do domu. První variantou je pasivní rekuperace, fungující na principu deskového protiproudého výměníku. Druhou variantou je aktivní rekuperace, jejíž princip je založený na malém tepelném čerpadle. Vzduch, odcházející z domu, předává své teplo výparníku v okruhu tepelného čerpadla a vypařená voda z výparníku je stlačena kompresorem. Stlačená pára následně předá teplo přicházejícímu vzduchu skrze kondenzátor, zkapalní

a přes expanzní ventil putuje zpět do výparníku. Tento systém zajišťuje vyšší účinnost za vyšších investičních nákladů.

Rekuperační jednotka bývá také často vybavena elektrickým přehřevem, aby v mrazivých dnech nedošlo k promrznutí kondenzátu usazujícího se na výměníku. Jiným řešením může být přehřev vzduchu ze země, kde čerstvý vzduch přicházející z venku putuje potrubím pod zemí, kde se stihne ohřát na plusovou hodnotu. Tato varianta však zvyšuje příkon ventilátorů, které překonávají větší tlakovou ztrátu a klade vyšší nároky na kvalitu projektu, zejména délku podzemního vzduchotechnického přívodu.

Kromě rekuperační jednotky je v domě instalován akustický tlumič s rozdělovačem, který zamezuje šíření hluku mezi jednotlivými místnostmi a rozděluje čerstvý vzduch do jednotlivých vzduchotechnických potrubí, vedoucích do místností.

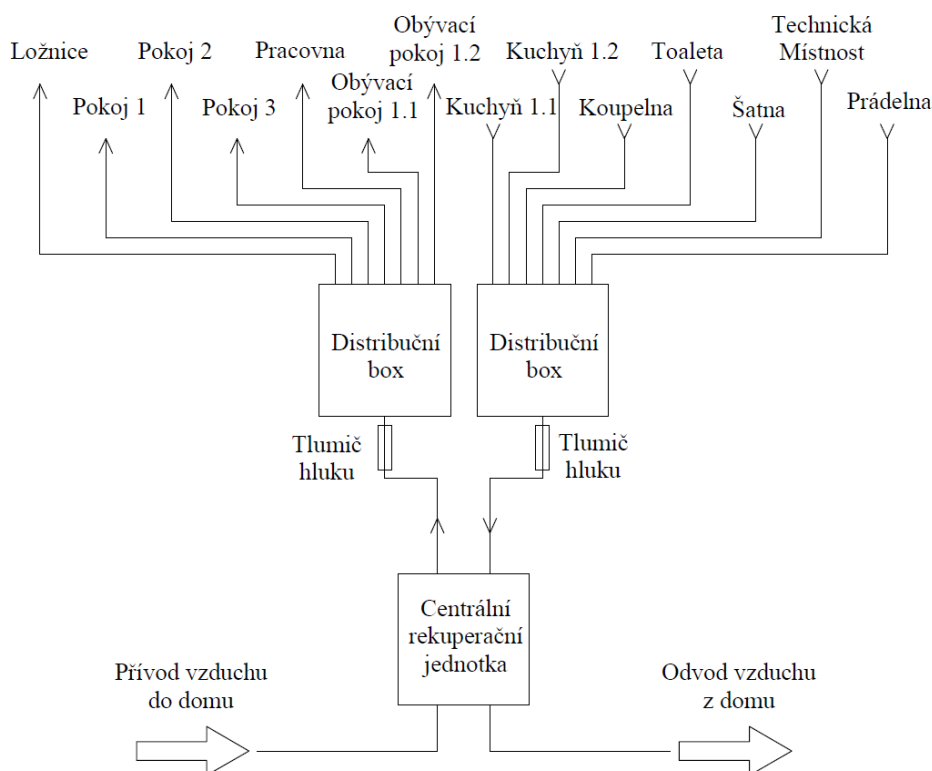
Další důležitou součástí je kvalitní vyprojektování přívodních a odvádějících koncovek pro vzduch. Je nutné zajistit rovnoměrný odvod a přívod vzduchu, aby nedocházelo k přetlaku či podtlaku v domě. Přívod čerstvého vzduchu se zpravidla koncentruje do obytných místností, jako jsou obývací pokoje, ložnice, dětské pokoje atd. Naopak odvod vzduchu se koncentruje do koupelen, toalet, kuchyní, šaten, technických místností, prádelen atd. Důrazně se však varuje před odvodem vzduchu přes rekuperační jednotku z digestoří, které mohou rekuperační jednotku zanášet tukem obsaženým v parách z vaření. Pro digestoře je tak doporučený oddělený vývod přímo z domu. Přípustnou variantou je napojený vývod z digestoře za rekuperační jednotku. Oddělený odvod se týká pouze digestoře, v kuchyni odvod vzduchu přes rekuperační jednotku být umístěn může.

Nucené větrání je vhodné kombinovat se snímačem koncentrace CO<sub>2</sub>, které aktivují rekuperační jednotku v případě nastavené maximální hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> v místnosti a snímačem vlhkosti v koupelnách.

Nedílnou součástí rekuperační jednotky jsou filtry, které zajišťují filtraci přívodního čerstvého vzduchu, které se musejí pravidelně čistit.

Pro případ suchého přívodního vzduchu, převážně v mrazivých dnech, je možné pro nepřekročení minimální vlhkosti v domě doplnit rekuperační jednotku o aktivní zvlhčovač vzduchu.<sup>52, 53</sup>

Řízená rekuperace vzduchu je primárně určená pro komfortní podmínky v domě, zajišťuje nejen pravidelný přísun čerstvého vzduchu, ale také udržuje doporučenou vlhkost v domě. Další výhodou je absence rosení oken a tvorbě plísní. Sekundární výhodou je úspora energie za vytápění, jelikož rekuperační jednotka dokáže uspořit až 95 % energie, která by odešla oknem při klasickém větrání. Rekuperační jednotky jsou tak nedílnou součástí pasivních domů.



Obrázek č. 10: Schéma zapojení rekuperační jednotky<sup>54</sup>

<sup>52</sup> Vytápění a vzduchotechnika [online]. Kladenská 107, Praha 6: Copyright ©, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/vytopeni-a-vzduchotechnika/5540-rekuperace-vse-o-rizenem-vetrasni-s-rekuperaci-tepla>

<sup>53</sup> Předehřev pro rekuperaci [online]. T. G. Masaryka 102, Slatiňany 538 21: Luftuj.cz, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.luftuj.cz/clanky/predehrev-pro-rekuperaci/>

<sup>54</sup> Hygienické rozvody vzduchu řízeného větrání [online]. © Copyright Topinfo, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/10659-rizene-vetrani-s-rekuperaci-tepla-pro-rodinne-domy-a-byty-iii>



Pro projekci vzduchotechniky byla vytvořena technická norma, která udává minimální a doporučené hodnoty intenzity větrání a objemové obměny vzduchu v čase, které jsou uvedeny v následující tabulce.

Požadavky na výkon větrání		Dle obsazenosti místnosti		Dle osob	Dle typu místnosti		
České státní normy, doporučené pro stanovení výkonu větrání		Intenzita větrání neobsazené místnosti	Intenzita větrání obsazené místnosti	Výkon větrání na 1 osobu	Odvod vzduchu* doporučený pro kuchyně	Odvod vzduchu* doporučený pro koupelnu	Odvod vzduchu* doporučený pro WC
		[h <sup>-1</sup> ]	[h <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·hod <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·hod <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·hod <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·hod <sup>-1</sup> ]
ČSN EN 15665	Minimální hodnota	0,3	0,3	15	100	50	25
	Doporučená hodnota		0,5	25	150	90	50
* Rovnoměrná výměna vzduchu = množství odváděného vzduchu (z kuchyně, koupelny a WC) musí být vždy v rovnováze s množstvím přiváděného vzduchu (do obývacího pokoje, ložnice, dětských pokojů)!							

Tabulka č. 5: Požadavky pro stanovení výkonu větrání<sup>55</sup>

<sup>55</sup> ČSN EN 15665. Praha: Centrum technické normalizace, Fakulta strojní ČVUT v Praze, 2009.

## **4 Technicko-ekonomické hodnocení energetiky rodinných a bytových domů**

Tato kapitola obsahuje technické a ekonomické hodnocení rodinných a bytových domů z hlediska zateplení obálky budovy a z hlediska zdroje energie na vytápění. Do ekonomického hodnocení je zahrnuta maximální možná výše státní podpory z fondu Nová zelená úsporám.

Rodinný dům je hodnocený z hlediska různé izolace obvodové konstrukce obálky budovy, různé izolace podlahy, různé izolace stropu a různého zdroje energie na vytápění. V závěrečném shrnutí je také uveden vliv řízeného větrání s rekuperací na potřebě tepla na vytápění a na kritériích výnosnosti investice.

Pro bytový dům je vybrána nejefektivnější izolace z hlediska kritérií výnosnosti investice, která je porovnána s různými zdroji energie na vytápění. Pro bytový dům je dále uveden vliv řízeného větrání s rekuperací na potřebě tepla na vytápění a na kritériích výnosnosti investice.

### **4.1 Dotační tituly**

Dotační tituly v České republice zajišťuje program Nová zelená úsporám (dále také "NZÚ"), kterou zaštiťuje Ministerstvo životního prostředí a administruje Státní fond životního prostředí České republiky. Program je určen pro podporu úspor energie rodinných a bytových domů.

Dotační bonus se dělí na oblast podpory pro rodinné domy a oblast podpory pro bytové domy. Obě tyto kategorie zahrnují podporu pro zateplení, výstavbu, nákup a zdroje energie.<sup>56</sup>

---

<sup>56</sup>Nabídka dotací [online]. Praha: Resort životního prostředí, 2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/>

V následující tabulce jsou popsány oblasti podpor, na kterou dotační fond finančně přispívá.<sup>57</sup>

Oblast podpory A	Oblast podpory B	Oblast podpory C
Zateplení	Výstavba pasivního standardu	Obnovitelné zdroje energie
Bonus na použití materiálů s vydaným enviromentálním prohlášením typu III (EPD)		
Využití tepla z odpadní vody		
Odborný posudek		
Výstavba zelených střech		
Zateplení podlahy terénu		Instalace nuceného větrání se zpětným získáváním tepla
Zateplení střechy		Solární systémy
Zateplení stropu a ostatních konstrukcí		Výměna zdroje tepla
Stínící technika		
Výměna oken a dveří		
Zateplení obvodových stěn		

Tabulka č. 6: Oblasti podpor programu Nová zelená úsporám

## 4.2 Metodika a kritéria ekonomického hodnocení

Jednotlivé varianty jsou z ekonomického hlediska hodnoceny dle základních ekonomických kritérií výnosnosti investice, a to čistá současná hodnota (dále také “NPV“), vnitřní výnosové procento (dále také “IRR“), prostá doba návratnosti (dále také “T<sub>s</sub>“) a reálná doba návratnosti (dále také “T<sub>sd</sub>“). Do ekonomických kritérií výnosnosti investice je uvažována také eskalace cen energie a diskontní sazba, která vyjadřuje cenu jiné investiční příležitosti, minimálně pak předpokládanou inflaci. Diskont je udáván v procentech.

Pro ekonomické hodnocení této práce je uvažována eskalace cen energie 2 % a diskont 3 %. Veškeré ceny materiálů, zdrojů energie apod. jsou uvedené včetně 21 % sazby DPH.

Prvním základním parametrem ekonomického hodnocení je NPV, která vyjadřuje celkovou současnou diskontovanou hodnotu veškerých finančních toků zahrnutých

<sup>57</sup>Nabídka dotací [online]. Praha: Resort životního prostředí, 2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/>

v daném projektu. Do veškerých finančních toků jsou zahrnuty jak investiční náklady, tak veškeré výdaje související s provozem daného projektu po celou dobu jeho životnosti, respektive doby hodnocení projektu. Do NPV se dále připočítávají veškeré zisky daného projektu. Aby byla investice přijatelná, musí NPV vyjít kladně, v opačném případě je investice ztrátová. V případě porovnání více variant je nejvíce výhodná investice s nejvyšším NPV.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad [Kč; rok, rok, Kč, \%] \quad (4.1)$$

kde:

NPV...net present value (čistá současná hodnota),

T...doba životnosti projektu / doba hodnocení projektu,

t...časové období,

CF<sub>t</sub>...tok hotovosti v časovém období t,

r...diskontní sazba.

Dalším ekonomickým ukazatelem je vnitřní výnosové procento IRR, které udává relativní výnos neboli rentabilitu. Číselně je rovno diskontní sazbě při NPV rovno nule. Při hodnocení rentability investice musí být výsledné procento vyšší než diskont, v opačném případě je investice nerentabilní. V případě porovnání více variant je nejvíce rentabilní investice s nejvyšším procentem IRR.

$$\sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad [rok, rok, Kč, \%] \quad (4.2)$$

kde:

T...doba životnosti projektu / doba hodnocení projektu,

t... časové období,

CF<sub>t</sub>...tok hotovosti v časovém období t,

IRR...internal rate of return (vnitřní výnosové procento).

Třetím ekonomickým ukazatelem je prostá doba návratnosti, která jako jediná nerespektuje reálnou hodnotu peněz a je počítána v hodnotě peněz v době investice. Prostá doba návratnosti je spíše doplňkovým ukazatel, který je udáván společně s diskontovanou dobou návratnosti. Diskont je pouze odhadovaná predikce růstu hodnoty peněz nebo předpokládá rentabilita jiné investice. Při porovnání prosté

a diskontované doby návratnosti je možné vidět vliv dané predikce. Pro zjištění vlivu předpokládaného diskontu je možné využít citlivostní analýzu.

$$T_S = \frac{IN}{CF_t} \quad [rok; K\check{c}, K\check{c} \cdot rok] \quad (4.3)$$

kde:

$T_S$ ...prostá doba návratnosti projektu,

$IN$ ...investiční náklady projektu,

$CF_t$ ...tok hotovosti v časovém období  $t$ .

Posledním ekonomickým ukazatelem použitým v této práci je diskontovaná doba návratnosti respektující reálnou hodnotu peněz, která se s časem mění. Při hodnocení investice ekonomickým ukazatelem diskontované doby návratnosti je přijatelná investice v případě, kdy je doba návratnosti menší než doba životnosti, respektive doba hodnocení investice. V případě porovnání více investic je nejvíce výhodná investice s nejnižší dobou návratnosti.

$$\sum_{t=0}^{T_{sd}} \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad [rok, rok, K\check{c}, \%] \quad (4.4)$$

kde:

$T_{sd}$ ...diskontovaná doba návratnosti,

$t$ ...časové období,

$CF_t$ ...tok hotovosti v časovém období  $t$ ,

$r$ ...diskontní sazba.

### 4.3 Základní termodynamické vztahy

Pro popsání základních vlastností termodynamických dějů<sup>58,59</sup>, z kterých vycházejí rovnice obsažené v této práci, slouží jednotlivé termodynamické věty a ostatní základní termodynamické vztahy.

---

<sup>58</sup>Fyzikální webové stránky - webFyzika: Termodynamika - základní vztahy [online]. webFyzika [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <http://webfyzika.fsv.cvut.cz/1term.htm>

<sup>59</sup>KOČÁRNÍK, Petr. Strojní struktury elektráren: Základy termodynamiky [online]. Praha: ČVUT, 2020 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://moodle.fel.cvut.cz/course/view.php?id=4214>

První věta termodynamiky vyjadřuje zákon zachování energie a vychází z následujícího vztahu.

$$\delta Q = dU + \delta W = dU + pdV \quad [J; J, J; J, J] \quad (4.5)$$

kde:

$\delta Q$ ...celkový přírůstek vnitřní energie soustavy,

$dU$ ...celková vnitřní energie soustavy,

$\delta W$ ...celková práce vykonaná soustavou,

$pdV$ ... celková objemová práce vykonaná soustavou.

Druhá věta termodynamiky popisuje skutečnost, že teplo nelze měnit libovolně v mechanickou práci, což znamená, že nelze sestrojít perpetuum mobile 2. řádu, tedy že nelze sestrojít soustavu, která by pouze ochlazovala tepelnou lázeň a konala ekvivalentní práci. Do soustavy není tedy možné teplo pouze přivádět, ale musí se z nějaké části soustavy také odvádět. Druhá věta termodynamiky je matematicky formulována dle následujícího vztahu:

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0 \quad [J, K] \quad (4.6)$$

kde:

$\delta Q$ ...celkový přírůstek vnitřní energie soustavy,

$T$ ...termodynamická teplota.

Třetí věta termodynamiky popisuje chování látek při teplotě blízké se k teplotě absolutní nuly, tedy  $T = 0$  [K]. Věta umožňuje určit absolutní hodnotu entropie. Třetí věta termodynamiky se dá matematicky formulovat dle následujícího vztahu:

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = 0 \quad [J \cdot K^{-1}] \quad (4.7)$$

kde:

$S$ ...entropie.

Další termodynamickou veličinou je tepelná kapacita látek, jejichž vztah je uvedený v následujícím vztahu:

$$C = \frac{\delta Q}{dT} \quad [J \cdot K^{-1}; J, K] \quad (4.8)$$

kde:

C...tepelná kapacita látek,

$\delta Q$ ...celkový přírůstek vnitřní energie soustavy,

T...termodynamická teplota.

Pro účely této práce je využita měrná tepelná kapacita látek, jejichž vztah vychází tepelné kapacity látek a vypočítá se dle následujícího vztahu:

$$c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m} \cdot \frac{\delta Q}{dT} \quad [J \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}; J \cdot K^{-1} \cdot m; m, J, K] \quad (4.9)$$

kde:

c...měrná tepelná kapacita látek,

C...tepelná kapacita látek,

m...hmotnost látky,

$\delta Q$ ...celkový přírůstek vnitřní energie soustavy,

T...termodynamická teplota.

Obecná rovnice pro vedení tepla vychází z následujícího vztahu:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\delta T}{\delta t} = \text{div} \cdot (\lambda \cdot \text{grad}T) + q_z \quad (4.10)$$

$$[kg \cdot m^{-3}, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, K, s; W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}, K \cdot m^{-1}, W \cdot m^{-2}]$$

kde:

$\rho$ ...hustota látek,

c...měrná tepelná kapacita látek,

T...termodynamická teplota,

t...čas,

$\lambda$ ...součinitel tepelné vodivosti,

$q_z$ ...měrný tepelná tok.

Rovnice vedení tepla v homogenním izotropním materiálu bez zdrojů tepla se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$\frac{\delta T}{\delta t} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \cdot \nabla^2 \cdot T \quad (4.11)$$

$$[K, s; W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}, kg \cdot m^{-3}, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, K]$$

kde:

T...termodynamická teplota,

t...čas,

$\lambda$ ...součinitel tepelné vodivosti,

$\rho$ ...hustota látek,

c...měrná tepelná kapacita látek.

Z výše uvedených základních termodynamických rovnic vychází vztahy pro výpočet technických parametrů použitých této práce.

#### 4.4 Průkaz energetické náročnosti budov

Průkaz energetické náročnosti musí být vytvořen pro každou novou budovu, pro každou dokončenou budovu s větší změnou a pro každou budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Průkazem energetické náročnosti budov se zabývá vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov.

Požadavky na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou musí od 01. 01. 2022 splňovat podmínku, že všechny hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy nejsou vyšší než hodnoty ukazatelů energetické náročnosti referenční budovy.



Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovou ( $U_{em,R}$ ) se vypočítá dle následujícího vztahu:<sup>60</sup>

$$U_{em,R} = \frac{\sum H_{T,R,j}}{\sum A_j + f_R \cdot \Delta U_{em,R}} \quad (4.12)$$

$$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}; W \cdot K^{-1}, m^2, -, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$$

kde:

$U_{em,R}$ ...referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovou,

$H_{T,R,j}$ ...je referenční měrný tepelný tok prostupem j-tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy,

$A_j$ ...plocha j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy s referenčním měrným tepelným tokem prostupem  $H_{T,R,j} > 0$ , stanovená z vnějších rozměrů,

$f_R$ ...redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla podle tabulky,

$\Delta U_{em,R}$ ...referenční hodnota přírážky na vliv tepelných vazeb.

Pro výpočet referenčního měrného tepelného toku prostupujícího j-tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy použijeme následující vzorec:<sup>61</sup>

$$H_{T,R,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot b_j \quad (4.13)$$

$$[W \cdot K^{-1}; m^2, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}, -]$$

kde:

$H_{T,R,j}$ ...je referenční měrný tepelný tok prostupující j-tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy,

$A_j$ ...plocha j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy s referenčním měrným tepelným tokem prostupem  $H_{T,R,j} > 0$ , stanovená z vnějších rozměrů,

$U_{R,j}$ ... je referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy,

$b_j$ ... teplotní redukční činitel j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy, dle ČSN 73 0540 – 2, tepelná ochrana budov, část 2: funkční požadavky. Nejnižší přípustná hodnota je 0.

<sup>60</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

<sup>61</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

Přičemž pro výpočet minimálního referenčního měrného tepelného toku na zemině v zóně s  $\vartheta_{im} > 5 \text{ °C}$  platí následující vzorec: <sup>62</sup>

$$H_{T,R,min,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot \frac{(\vartheta_{im} - 5)}{(\vartheta_{im} - \vartheta_e)} \quad (4.14)$$

$$[W \cdot K^{-1}; m^2, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}, \text{°C}, \text{°C}, \text{°C}, \text{°C}]$$

kde:

$H_{T,R,min,j}$ ...je minimální referenční měrný tepelný tok prostupující j-tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy na zemině v zóně s  $\vartheta_{im} > 5 \text{ °C}$ ,

$A_j$ ...plocha j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy s referenčním měrným tepelným tokem prostupem  $H_{T,R,j} > 0$ , stanovená z vnějších rozměrů,

$U_{R,j}$ ...je referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy,

$\vartheta_{im}$ ...převažující návrhová vnitřní teplota v zóně přilehlé k j-té teplosměnné konstrukci obálky budovy, dle ČSN 730540 – 2,

$\vartheta_e$ ...návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období, dle ČSN 730540 – 3, tepelná ochrana budov, část 3: výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování.

Pro výpočet referenční hodnoty součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy se použijí následující vzorce dle účelu využití prostoru budovy. <sup>63</sup>

a) Vztah pro obálku budovy v zóně, která je provozována jako chladárna nebo mrazárna je tento:

$$U_{R,j} = U_{N,j} \quad (4.15)$$

$$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}; W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$$

kde:

$U_{R,j}$ ... referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy,

---

<sup>62</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

<sup>63</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

$U_{N,j}$ ...požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy, dle ČSN 14 8102.

b) Vztah pro referenční hodnotu součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy v ostatních zónách je tento:

$$U_{R,j} = f_R \cdot e_1 \cdot U_{N,20j} \quad (4.16)$$

$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}; -, -, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$

kde:

$U_{R,j}$ ... referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy,

$f_R$ ...redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla podle tabulky,

$e_1$ ...součinitel typu zóny přilehlé k j-té teplosměnné konstrukci obálky budovy,<sup>64</sup>

$U_{N,20j}$ ...požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy.

Maximální hodnota referenční hodnoty součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy se ověří následujícím vztahem:<sup>65</sup>

$$U_{R,j} = f_R \cdot e_1 \cdot \left( U_{N,20W} + 0,4 - \frac{A_W}{A_F} \right) \quad (4.17)$$

$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}; -, -, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}, m^2, m^2]$

kde:

$U_{R,j}$ ... referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy,

$f_R$ ...redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla podle tabulky,

$e_1$ ...součinitel typu zóny přilehlé k j-té teplosměnné konstrukci obálky budovy,<sup>66</sup>

---

<sup>64</sup> Součinitel  $e_1$  pro zóny  $\vartheta_{im}$  od 18 °C do 22 °C včetně nabývá hodnoty  $e_1 = 1$  [-]. Pro ostatní zóny nabývá koeficient  $e_1$  hodnoty  $e_1 = 16 / \text{abs}(\vartheta_{im} - 4)$  [-], nejméně však 0,75 a naopak nevyšší 1,75.

<sup>65</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

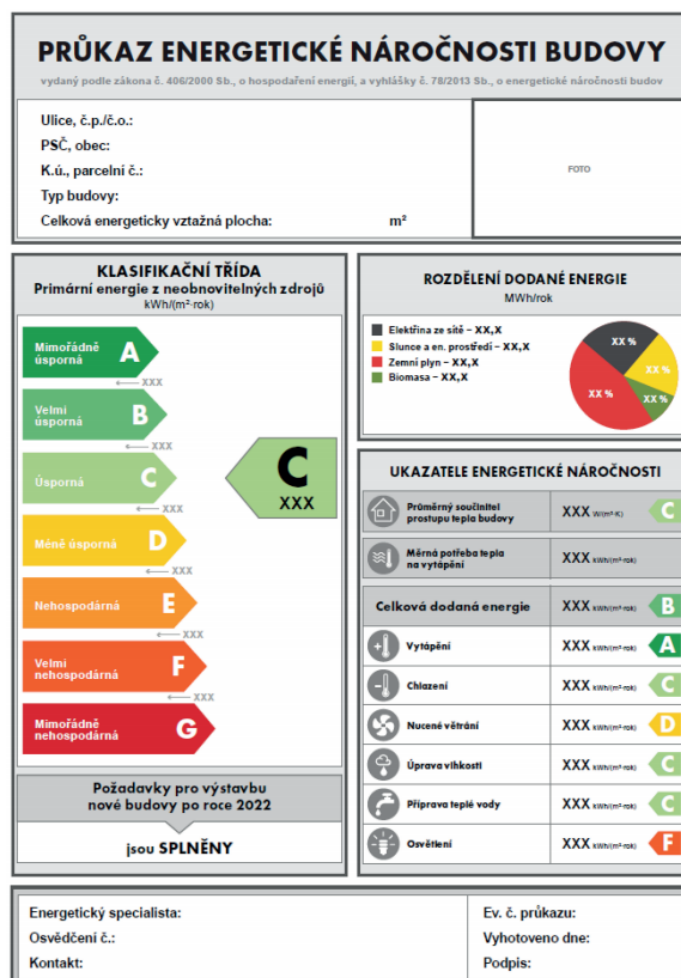
<sup>66</sup> Součinitel  $e_1$  pro zóny  $\vartheta_{im}$  od 18 °C do 22 °C včetně nabývá hodnoty  $e_1 = 1$  [-]. Pro ostatní zóny nabývá koeficient  $e_1$  hodnoty  $e_1 = 16 / \text{abs}(\vartheta_{im} - 4)$  [-], nejméně však 0,75 a naopak nevyšší 1,75.

$U_{N, 20W}$ ...požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro výplň otvoru ve vnější stěně, dle ČSN 73 0540-2,

$A_w$ ...plocha svislých průsvitných teplosměnných konstrukcí obálky budovy v kontaktu s venkovním vzduchem,<sup>67</sup>

$A_F$ ...plocha svislých průsvitných a neprůsvitných teplosměnných konstrukcí obálky budovy v kontaktu s venkovním vzduchem.<sup>68</sup>

Na následujícím obrázku je vzor grafické části průkaz energetické náročnosti budovy.



Obrázek č. 11: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budov<sup>69</sup>

<sup>67</sup> Za svislé konstrukce se považují konstrukce, které jsou odkloněny od svislé roviny nejvýše o 30°.

<sup>68</sup> Za svislé konstrukce se považují konstrukce, které jsou odkloněny od svislé roviny nejvýše o 30°.

<sup>69</sup> Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

## 4.5 Výpočet tepelných ztrát

Výpočet celkových tepelných ztrát budovy slouží pro návrh jmenovitého výkonu zdroje pro vytápění a pro určení předpokládaných nákladů na vytápění. Výpočet vychází ze skladby obálky budovy, tedy ze všech vrstev obvodové konstrukce obálky budovy, ze všech vrstev stropu nebo střechy a všech vrstev podlahy včetně izolace. Pro výpočet je také nutné znát součinitel prostupu tepla okenních a dveřních výplní.

Pro výpočet tepelných ztrát prostupem byla použita již neplatná norma ČSN 06 0210, výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, ve které jsou použité stále platné fyzikální zákony a výpočet dle této normy je stále platný a správný. Tato norma vnáší do práce přehledný výpočet celkových tepelných ztrát.

### 4.5.1 Výpočet tepelných ztrát prostupem

Prvním bodem je výpočet tepelných ztrát prostupem<sup>70</sup> skrze jednotlivé konstrukce obálky budovy, mezi které patří stěny, dveřní a okenní výplně, střecha, případně strop a podlaha, dle následujícího vztahu.

$$Q_o = \sum_j (U_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_{e,i})) \quad (4.18)$$

$$[W; W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}, m^2, K, K]$$

kde:

$Q_o$ ...ztráty tepla obálkou budovy,

$U_j$ ...součinitel prostupu tepla konstrukcí j-té konstrukce obálky budovy,

$S_j$ ...plocha j-té konstrukce obálky budovy,

$t_i$ ...vnitřní teplota objektu,

$t_{e,i}$ ...vnější teplota přilehlá ke konstrukci obálky budova.

---

<sup>70</sup> Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210 [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>

Ze ztrát tepla obálkou budovy lze vypočítat průměrný součinitel prostupu tepla dle následujícího vztahu:

$$U_{em} = \frac{Q_0}{\sum S \cdot (t_i - t_{e,i})} \quad (4.19)$$

$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}; W, m^2, K, K]$

kde:

$U_{em}$ ...průměrný součinitel prostupu tepla konstrukcí obálky budovy,

$Q_0$ ...ztráty tepla obálkou budovy,

$S$ ...celková plocha konstrukce obálky budovy,

$t_i$ ...vnitřní teplota objektu,

$t_{e,i}$ ...vnější teplota přilehlá ke konstrukci obálky budova.

Pro výpočet celkových tepelných ztrát prostupem tepla je nutné vypočítat přírážku pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí, přírážku pro urychlení zátopy a přírážku na světovou stranu. Přírážky se vypočítají dle následujících vztahů:

- a) Přírážka pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí vychází z průměrného součinitele přestupu tepla.

$$p_1 = 0,15 \cdot U_{em} \quad (4.20)$$

$[-; m^2 \cdot K^1 \cdot W^{-1}, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$

kde:

$p_1$ ... Přírážka pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí,

$U_c$ ...průměrný součinitel prostupu tepla konstrukcí obálky budovy.

- b) Přírážka na urychlení zátopy se uvažuje pouze v případě, kdy není možné zajistit nepřerušovanou dodávku energie na vytápění.
- c) Třetí přírážkou je přírážka na světovou stranu, která vychází z níže uvedené tabulky. V případě výpočtu tepelných ztrát místnosti se dvěma ochlazovanými konstrukcemi se počítá světová orientace rohu. V případě třech a více ochlazovaných konstrukcí obálky budova se počítá nejvyšší koeficient.

Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
Přírážka $p_3$ [-]	-0,05	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

Tabulka č. 7: Koeficienty přírážky  $p_3$  na světovou stranu

Celkové tepelné ztráty prostupem se pak vypočítají ze součtu ztrát prostupem a jednotlivých koeficientů přírážek.

$$Q_p = Q_0(1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad (4.21)$$

$$[W; W, -, -, -]$$

kde:

$Q_p$ ...celkové tepelné ztráty prostupem

$Q_0$ ...součet tepelných ztrát prostupem,

$p_1$ ...přírážka pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí,

$p_1$ ...přírážka pro urychlení zátopy,

$p_1$ ...přírážka na světovou stranu.

#### 4.5.2 Výpočet tepelných ztrát infilrací

Pro výpočet tepelných ztrát infilrací<sup>71</sup> je nutné znát polohu a druh budovy, v této práci je uvažována budova chráněná a osamělá, charakteristické číslo budovy je tedy  $B = 8 \text{ Pa}^{0,67}$ . Zvětšení charakteristické výšky budovy  $\Delta B$  je pouze pro budovy přesahující 25 m, v této práci je  $\Delta B = 0 \text{ Pa}^{0,67}$ . Dále je nutné pro danou budovu znát součinitel spárové průvzdušnosti oken a dveří a jejich délku infiltrační spáry.

Pak se tepelná ztráta infilrací vypočítá dle následujícího vzorce:

$$V_{inf} = (B + \Delta B) \cdot \sum (i_L \cdot L) \quad (4.22)$$

$$[m^3 \cdot s^{-1}; \text{Pa}^{0,67}, \text{Pa}^{0,67}, -, m^2 \cdot s^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}, m]$$

kde:

$V_{inf}$ ...objemový průtok vzduchu infiltrační spárou,

$B$ ...charakteristické číslo budovy,

$\Delta B$ ...zvětšení charakteristického čísla budovy výškou,

$i_L$ ...součinitel spárové průvzdušnosti,

$L$ ...délka infiltrační spáry oken a dveří.

---

<sup>71</sup> Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210 [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>

Celková ztráta infilrací se pak vypočítá dle vztahu:

$$Q_{inf} = \rho \cdot c \cdot V_{inf} \cdot (t_i - t_e) \quad (4.23)$$

$[W; kg \cdot m^{-3}, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, m^3 \cdot s^{-1}, K, K]$

kde:

$Q_{inf}$ ...tepelná ztráta infilrací,

$\rho$ ...hustota vzduchu  $\rho_{vzduch} = 1,275 kg \cdot m^{-3}$ ,

$c$ ...měrná tepelná kapacita vzduchu  $c_{vzduch} = 1000 J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ,

$V_{inf}$ ...objemový průtok vzduchu přes infiltrační spáry,

$t_i$ ...vnitřní teplota objektu,

$t_e$ ...vnější teplota přilehlá ke konstrukci obálky budova.

### 4.5.3 Výpočet tepelných ztrát větracím vzduchem

Tepelná ztráta větracím vzduchem<sup>72</sup> je závislá na velikosti objemového průtoku vzduchem  $V_{v,v}$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] nebo na intenzitě výměny vzduchu  $n$  [ $s^{-1}$ ]. Vypočítá se dle následujícího vztahu:

$$Q_{v,v} = \rho \cdot c \cdot V_{v,v} \cdot (t_i - t_e) \quad (4.24)$$

$[W; kg \cdot m^{-3}, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, m^3 \cdot s^{-1}, K, K]$

kde:

$Q_{v,v}$ ...tepelná ztráta větracím vzduchem,

$\rho$ ...hustota vzduchu  $\rho_{vzduch} = 1,275 kg \cdot m^{-3}$ ,

$c$ ...měrná tepelná kapacita vzduchu  $c_{vzduch} = 1000 J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ,

$V_{v,v}$ ...objemový průtok vzduchu větracím vzduchem,

$t_i$ ...vnitřní teplota objektu,

$t_e$ ...vnější teplota přilehlá ke konstrukci obálky budova.

---

<sup>72</sup> Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210 [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5].

Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>



#### 4.5.4 Výpočet tepelných ztrát větráním

Celková tepelná ztráta větráním<sup>73</sup> je větší z hodnot tepelné ztráty infilrací a tepelné ztráty větracím vzduchem dle následujícího vztahu:

$$Q_v = \max(Q_{inf}; Q_{v,v}) \quad (4.25)$$
$$[W; W, W]$$

kde:

$Q_v$  ...tepelná ztráta větráním,

$Q_{inf}$ ...tepelná ztráta infilrací,

$Q_{v,v}$ ...tepelná ztráta větracím vzduchem.

#### 4.5.5 Výpočet tepelného zisku

Tepelný zisk<sup>74</sup> je důležitým prvkem při hodnocení energetické náročnosti budov. Tepelný zisk vyjadřuje, kolik energie se v daném období dostane skrze obálku budovy do prostoru budovy. Vztahy uvedené v této práci pro tepelný zisk vychází z normy ČSN EN ISO 13790, tepelné chování budov - výpočet potřeby energie na vytápění.

$$Q_z = F_s \cdot A_{sol} \cdot I_{sol} - F_r \cdot Q_r \quad (4.26)$$
$$[W; -, m^2, W \cdot m^{-2}, -, W]$$

kde:

$Q_z$ ...tepelný zisk,

$F_s$ ...korekční činitel stínění (při nulovém stínění je  $F_s = 1$  [-]),

$A_{sol}$ ...účinná sběrná plocha prvku,

$I_{sol}$ ...průměrná energie slunečního záření za dané období,

$F_r$ ...faktor sálání mezi daným stavebním prvkem,

$F_r = 1$  [-] pro nestíněnou horizontální plochu,

$F_r = 0,5$  [-] pro nestíněnou vertikální plochu,

---

<sup>73</sup> Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210 [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>

<sup>74</sup> Stanovení tepelných zisků zasklení ze slunečního záření v energetickém hodnocení budov [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/8972-stanoveni-tepelnych-zisku-zaskleni-ze-slunecniho-zareni-v-energetickem-hodnoceni-budov>

$Q_r$ ...přídavný tepelný tok mezi stavebním prvkem a oblohou<sup>75</sup>.

Účinná sběrná plocha prvku se vypočítá dle následujícího vztahu.

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \quad (4.27)$$

$[m^2; -, -, -, m^2]$

kde:

$A_{sol}$ ...účinná sběrná plocha prvku,

$F_{sh,gl}$ ...korekční činitel stínění pro pohyblivá stínící zařízení (při nulovém stínění je  $F_{sh,gl} = 1$  [-]),

$g_{gl}$ ...celková propustnost sluneční energie průhlednými částmi prvku,

$F_F$ ...podíl celkové plochy okna k celkové ploše zasklení okna,

$A_{w,p}$ ...celková plocha zasklení okna.

Hodnoty celkové propustnosti sluneční energie průhlednými částmi prvku pro záření dopadající na povrch okna se započteným korekčním činitelem nerozptylující zasklení  $F_w = 0,9$  [-] jsou uvedeny v následující tabulce.

Typ zasklení	$g_{gl}$ [-]
jednoduché zasklení	0,8
dvojsklo	0,7
dvojsklo se selektivním nízkoemisním povrchem	0,6
trojsklo	0,6
trojsklo se selektivním nízkoemisním povrchem	0,5
zdvojené okno	0,7

Tabulka č. 8: Hodnoty celkové propustnosti sluneční energie průhlednými částmi prvku pro záření dopadající kolmo k povrchu

---

<sup>75</sup> Přídavný tepelný tok mezi stavebním prvkem a oblohou může být dle normy ČSN EN ISO 13790, tepelné chování budov - výpočet potřeby energie na vytápění zanedbán spolu s tepelnými zisky skrze neprůhledné prvky obálky budovy.

Pro výpočet přídatného tepelného toku v důsledku sálání vůči obloze  $Q_r$  [W] je použit následující vztah:

$$Q_r = R_{se} \cdot U_{em} \cdot A_c \cdot h_c \cdot \Delta\vartheta_{er} \quad (4.28)$$

$$[W; m^2 \cdot K \cdot W^{-1}, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}, m^2, W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}, K]$$

kde:

$Q_r$ ...přídavný tepelný tok mezi stavebním prvkem a oblohou,

$R_{se}$ ...tepelný odpor při přestupu tepla na vnější povrch,

$U_{em}$ ...součinitel prostupu tepla okna,

$A_c$ ...celková plocha okna,

$h_c$ ...součinitel prostupu tepla na vnější straně okna,<sup>76</sup>

$\Delta\vartheta_{er}$ ...průměrný rozdíl venkovní teploty vzduchu a zdánlivé teploty oblohy.<sup>77</sup>

#### 4.5.6 Výpočet celkové tepelné ztráty domu

Celková tepelná ztráta budovy vychází z jednotlivých dílčích ztrát a zisků vypočítaných pro danou budovu. Celková tepelná ztráta budovy je základní hodnotou pro výpočet energetické náročnosti budovy a pro výpočet potřeby energie na vytápění, vychází z následujícího vztahu:

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z \quad (4.29)$$

$$[W; W, W, W]$$

kde:

$Q_c$ ...celková tepelná ztráta budovy,

$Q_p$ ...celková tepelná ztráta prostupem,

$Q_v$ ...celková tepelná ztráta větráním,

$Q_z$ ...celkový tepelný zisk budovy.

---

<sup>76</sup> Součinitel prostupu tepla na vnější straně okna se může dle normy ČSN EN ISO 13790, tepelné chování budov - výpočet potřeby energie na vytápění uvažovat  $h_c = 5 \cdot \varepsilon$  (kde  $\varepsilon$  je emisivita vnějšího povrchu [-]), což odpovídá průměrné teplotě 10 °C.

<sup>77</sup> Průměrný rozdíl venkovní teploty vzduchu a zdánlivé teploty oblohy se může dle normy ČSN EN ISO 13790, tepelné chování budov - výpočet potřeby energie na vytápění uvažovat v oblastech mírného pásu  $\Delta\vartheta_{er} = 11$  [K].

Pro porovnání tepelných ztrát jednotlivých budov s různou velikostí a různým tvarem je možné vypočítat měrné tepelné ztráty vztažené na  $m^3$  objemu budovy dle následujícího vztahu:

$$q_c = \frac{Q_c}{V_c} \quad [W \cdot m^{-3}; W, m^{-3}] \quad (4.30)$$

kde:

$q_c$ ...měrné tepelné ztráty budovy,

$Q_c$ ...celková tepelná ztráta budovy,

$V_c$ ...celkový objem budovy.

#### 4.6 Výpočet potřeby energie na vytápění

Celková potřeba energie na vytápění je nutná pro vytvoření průkazu energetické náročnosti budov a pro získání představy o nákladech na vytápění. Vypočtená hodnota vychází z výpočtu tepelné ztráty objektu a z dalších předpokládaných údajů, které vycházejí z atmosférických měření předchozích let. Pro výpočet je také nutné znát oblast, ve které bude dům postavený. Výsledná hodnota potřeby tepla na vytápění může být vodítkem k případnému zlepšení parametrů budoucí stavby, například volby větší mocnosti tepelné izolace.

Celková roční potřeba energie na vytápění se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$Q_{vyt} = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \quad (4.31)$$

$$[Wh \cdot rok^{-1}; -, -, -, -, -, -, h, W, K \cdot rok, K]$$

kde:

$Q_{vyt}$ ...celková energie na vytápění za rok,

$e_i$ ...koeficient nesouměrnosti tepelné ztráty infilrací,

$e_t$ ...koeficient snížení teploty v budově při nepřítomnosti osob nebo v noci,

$e_d$ ...koeficient zkrácení využitelnosti budovy v týdnu,

$\eta_o$ ...účinnost obsluhy, respektive regulace tepelné soustavy,

$\eta_r$ ...účinnost rozvodu vytápění,

$Q_c$ ...celkové tepelné ztráty budovy,

$D$ ...vytápěcí denostupně,

$t_{is}$ ...průměrná vnitřní teplota budovy,

$t_e$ ...venkovní výpočtová teplota.

Pojem denostupně vychází z počtu dní topného období vynásobeného rozdílem průměrné vnitřní teploty budovy a průměrné venkovní teploty během topného období. Veličina se vypočítá dle následujícího vztahu.

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad (4.32)$$

$$[K \cdot rok; rok, K]$$

kde:

D...vytápěcí denostupně,

d...počet dní topného období,

t<sub>is</sub>...průměrná vnitřní teplota budovy,

t<sub>es</sub>...průměrná venkovní teplota v topném období.

#### 4.7 Výpočet potřeby energie na ohřev teplé vody

Výpočet potřeby energie na ohřev teplé vody je možné využít pro dimenzování bojleru, respektive akumulární nádrže. Výsledná hodnota lze také využít pro případné dimenzování solárních panelů, respektive solárních kolektorů pro ohřev teplé vody.

Celková potřeba energie na ohřev teplé vody se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$Q_{tv,r} = Q_{tv,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{tv,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d) \quad (4.33)$$

$$[Wh \cdot rok^{-1}; Wh \cdot den^{-1}, den, W \cdot den^{-1}, K, K, K, K, den, den]$$

kde:

Q<sub>tv,r</sub>...celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok,

Q<sub>tv,d</sub>...celková energie potřebná na ohřev teplé vody za den,

d...počet dní topného období,

t<sub>2</sub>...teplota ohřáté vody,

t<sub>sv,l</sub>...teplota studené vody v létě,

t<sub>sv,z</sub>...teplota studené vody v zimě,

N...počet dní využití teplé vody.

Pro výpočet denní potřeby energie na ohřev teplé vody se využije následující vztah, který vychází z denní potřeby vody pro dům.

$$Q_{tv,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad (4.34)$$

$$[Wh \cdot den^{-1}; -, kg \cdot m^{-3}, J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}, m^3 \cdot den^{-1}]$$

kde:

$Q_{tv,d}$ ...celková energie potřebná na ohřev teplé vody za den,

$z$ ...koeficient energetických ztrát systému,

$\rho$ ...hustota vody ( $\rho_{voda} = 998 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ),

$c$ ...měrná tepelná kapacita vody ( $c_{voda} = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

$V_{2p}$ ...celková potřeba vody na jeden den,

$t_1$ ...teplota studené vody,

$t_2$ ...teplota, na kterou se voda ohřívá.

## 4.8 Technicko - ekonomické hodnocení energetiky rodinného domu

Pro technicko - ekonomické hodnocení energetiky rodinného domu je zvolen dvoupodlažní rodinný dům, který má být postavený v oblasti Praha – východ. Rodinný dům má rozměry 10 x 10 m a jeho výška je 5 m. Rodinný dům má plochou střechu. Dům je dimenzovaný pro 4 osoby.

Rodinný dům má plochu obvodových stěn bez oken a dveří 175 m<sup>2</sup>, celkovou plochu oken (zasklení s rámy) 23 m<sup>2</sup> a plochu vchodových dveří 2 m<sup>2</sup>. Součástí rodinného domu není garáž, ani jiná nevytápěná místnost, rodinný dům stojí samostatně bez stínění.

Součástí technického a ekonomického hodnocení rodinného domu je porovnání různého zateplení stěn, různého zateplení podlahy a různého zateplení stropu z pohledu ročních nákladů na vytápění a z pohledu ekonomické návratnosti investice do různých mocností a materiálů tepelné izolace. V práci je dále hodnocen vliv využití řízeného větrání s rekuperací na tepelných ztrátách větráním, respektive na ročních nákladech na vytápění a na ekonomické návratnosti investice do řízeného větrání s rekuperací. Pouze z pohledu ročních nákladů na vytápění je v práci hodnocen vliv různých druhů stavebního materiálu nosné obvodové konstrukce obálky budov. Posledním parametrem technicko - ekonomické analýzy je porovnání různých zdrojů energie na vytápění rodinného domu z hlediska ročních nákladů na vytápění a z pohledu ekonomické návratnosti investice do různých zdrojů energie na vytápění.

### 4.8.1 Referenční rodinný dům

Referenční dům je zvolen jako cihlový dům s obvodovou nosnou konstrukcí z broušené cihly POROTHERM 30 P10 a izolací z expandovaného polystyrenu

(bílý) – Rapol s mocností 10 cm. Do součinitele prostupu tepla obvodové konstrukce je dále u všech variant započtena sádrová omítka o mocnosti 1,5 cm, lepící stěrkový tmel o mocnosti 0,5 cm a silikonová omítka o mocnosti 0,2 cm. Do cen je započtena pouze cena izolace a cena práce pro aplikaci izolace. Zdivo a omítky do cen započítané nejsou.

Pro izolaci podlahy referenčního domu je zvolen taktéž expandovaný polystyren (bílý) – Rapol s mocností 10 cm. Do součinitele prostupu tepla podlahy je dále u všech variant započten štěrk o mocnosti 15 cm, železobeton základové desky o mocnosti 10 cm a finální betonová podlaha o mocnosti 8 cm. Do cen je započtena pouze cena materiálu izolace a cena práce pro aplikaci izolace. Štěrk a beton do cen započítány není.

Pro izolaci stropu referenčního domu je zvolena skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI o mocnosti 20 cm. Do součinitele prostupu tepla stropu je dále u všech variant započten železobetonový strop o mocnosti 19 cm a sádrokarton u mocnosti 1,5 cm. Do cen je započtena pouze cena materiálu a cena práce pro aplikaci izolace. Železobetonový strop a sádrokarton do cen započítány není.

Pro vytápění referenčního domu je zvoleno tepelné čerpadlo ACOND PRO N s výkonem 1,5 – 9 kW a sezónním topným faktorem (dále také “SCOP“) 2,5 [-].<sup>78</sup>

Pro ohřev teplé vody referenční budovy je zvolen ohřívač vody OKHE o objemu  $V = 153$  [l] a příkonu 2,2 [kW].

Pro referenční rodinný dům jsou zvoleny a vypočítány hodnoty v následujících tabulkách.

---

<sup>78</sup> TEPELNÉ ČERPADLO ACOND PRO R [online]. Praha: ACOND, 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://tepelna-cerpadla-acond.cz/>

V následující tabulce jsou uvedeny zvolené izolační materiály a jejich mocnosti.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Tabulka č. 9: Použité izolační materiály pro referenční dům

Pro referenční dům jsou vybrány zdroje pro vytápění a ohřev teplé vody dle následující tabulky:

<b>Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody</b>			
<b>Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody</b>	<b>Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]</b>	<b>Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc<sup>-1</sup>]</b>	<b>Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh<sup>-1</sup>]</b>
Tepelné čerpadlo	230 000	1000	0,85
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

Tabulka č. 10: Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody vybrané pro referenční dům



Celkové investiční a provozní náklady referenčního domu jsou uvedeny v následující tabulce.

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,39
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	126 531,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	63 265,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev teplé vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,90
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 417,83
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady na energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 955,13

Tabulka č. 11: Celkové náklady na vytápění a ohřev teplé vody pro referenční dům

V následujících šesti tabulkách jsou uvedeny vstupní a vypočítané veličiny pro jednotlivé tepelné ztráty a zisky referenčního domu, celkové tepelné ztráty referenčního domu a potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody referenčního domu. Vstupními veličinami tabulek jsou tepelné ztráty jednotlivých konstrukcí obálky budovy, které jsou pro jednotlivé varianty odlišné a parametry vycházející z polohy a charakteru stavby, které jsou shodné pro všechny varianty. Tyto tabulky jsou v práci uvedeny pouze pro referenční rodinný dům, pro ostatní varianty jsou z důvodu přehlednosti uvedeny pouze sumarizační tabulky v přílohách této práce.

V následující tabulce jsou uvedeny tepelné ztráty prostupem referenčního rodinného domu.

<b>Tepelné ztráty prostupem <math>Q_p</math> [W]</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Ztráty tepla stěnami	$Q_{st}$	W	1 607,03
Ztráty tepla podlahou	$Q_{po}$	W	552,38
Ztráty tepla stropem	$Q_{sr}$	W	560,09
Ztráty tepla okny	$Q_{ok}$	W	563,50
Ztráty tepla dveřmi	$Q_{dv}$	W	77,00
<b>Tepelné ztráty obálkou</b>	<b><math>Q_0</math></b>	<b>W</b>	<b>3 360,00</b>
Celková plocha obálky budovy	$S$	$m^2$	400,00
Vnitřní teplota objektu	$t_i$	$^{\circ}C$	20,00
Vnější teplota přilehlá ke konstrukci obálky budova	$t_{e,i}$	$^{\circ}C$	-15,00
Teplota země přilehlé k podlaze budovy	$t_{e,i}$	$^{\circ}C$	5,00
Vnější teplota vstupující do objektu rekuperační jednotku při $\eta = 65\%$	$t_{e,i}$	$^{\circ}C$	7,75
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla</b>	<b><math>U_{em}</math></b>	<b><math>W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}</math></b>	<b>0,24</b>
Přirážka pro vyrovnání vlivu chladných konstrukcí	$p_1$	-	0,04
Přirážka na urychlení zátoku	$p_2$	-	0,00
Přirážka na světovou stranu	$p_3$	-	0,05
<b>Celková tepelná ztráta prostupem</b>	<b><math>Q_p</math></b>	<b>W</b>	<b>3 648,96</b>

Tabulka č. 12: Tepelné ztráty prostupem referenčního domu

V následující tabulce jsou uvedeny tepelné ztráty větráním referenčního rodinného domu.

<b>Tepelné ztráty větráním <math>Q_v</math> [W]</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Charakteristické číslo budovy	B	$\text{Pa}^{(0,67)}$	8,00
Zvětšení charakteristického čísla budovy výškou	$\Delta B$	$\text{Pa}^{(0,67)}$	0,00
Součinitel spárové průvzdušnosti oken	$iLo$	$\text{m}^{(-2)} \cdot \text{h}^{(-1)} \cdot \text{Pa}^{(-0,67)}$	0,00019
Součinitel spárové průvzdušnosti dveří	$iLd$	$\text{m}^{(-2)} \cdot \text{h}^{(-1)} \cdot \text{Pa}^{(-0,67)}$	0,00026
Délka infiltrační spáry oken	$Lo$	M	83,80
Délka infiltrační spáry dveří	$Ld$	M	6,00
Objemový průtok vzduchu přes infiltrační spáry	$V_{inf}$	$\text{m}^{(3)}$	0,06
<b>Tepelná ztráta infiltrací</b>	<b><math>Q_{inf}</math></b>	<b>W</b>	<b>2 545,38</b>
Objemový průtok vzduchu větracím vzduchem	$V_{v,v}$	$\text{m}^{(3)} \cdot \text{s}^{(-1)}$	0,11
<b>Tepelná ztráta větracím vzduchem</b>	<b><math>Q_{v,v}</math></b>	<b>W</b>	<b>4 802,78</b>
<b>Tepelná ztráta větráním</b>	<b><math>Q_v</math></b>	<b>W</b>	<b>4 802,78</b>

Tabulka č. 13: Tepelné ztráty větráním referenčního domu

V následující tabulce jsou uvedeny tepelné zisky referenčního rodinného domu.

<b>Tepelný zisk <math>Q_z</math> [W]</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Korekční činitel stínění (při nulovém stínění se $F_s = 1$ [-])	$F_s$	-	1,00
Průměrná energie slunečního záření za otopné období	$I_{sol}$	$\text{W} \cdot \text{m}^{(-2)}$	300,00
Faktor sálání mezi daným stavebním prvkem	$F_r$	-	1,00
Korekční činitel stínění pro pohyblivá stínící zařízení	$F_{sh,gl}$	-	1,00
Celková propustnost sluneční energie průhlednými částmi prvku	$g_{gl}$	-	0,50
Podíl celkové plochy okna k celkové ploše zasklení okna	$FF$	-	0,35
Celková plocha zasklení okna	$A_{w,p}$	-	10,78
Účinná sběrná plocha prvku	$A_{sol}$	$\text{m}^{(2)}$	3,53
<b>Tepelná zisk</b>	<b><math>Q_z</math></b>	<b>W</b>	<b>1 058,40</b>

Tabulka č. 14: Tepelný zisk referenčního domu

V následující tabulce jsou uvedeny celkové tepelné ztráty referenčního rodinného domu.

<b>Celková tepelná ztráta <math>Q_c</math> [W]</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta	$Q_c$	kW	7,39

Tabulka č. 15: Celková tepelná ztráta referenčního domu

V následující tabulce je uvedena celková potřebná energie na vytápění referenčního rodinného domu.

<b>Celková potřebná energie na vytápění za rok <math>Q_{vyt}</math> [Wh·rok<sup>(-1)</sup>]</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Koeficient nesouměrnosti tepelné ztráty infiltrací	$e_i$	-	0,80
Koeficient snížení teploty v budově při nepřítomnosti osob nebo v noci	$e_t$	-	0,70
Koeficient zkrácení využitelnosti budovy v týdnu	$e_d$	-	1,00
Účinnost obsluhy, respektive regulace tepelné soustavy	$\eta_o$	-	1,00
Účinnost rozvodu vytápění	$\eta_r$	-	0,98
Celkové tepelné ztráty budovy	$Q_c$	W	0,01
Počet dní topného období	$d$	den	215,00
Vytápěcí denostupně	$D$	K·den	3 418,50
Průměrná vnitřní teplota budovy	$t_{is}$	K	20,00
Venkovní výpočtová teplota	$t_e$	K	-15,00
Průměrná venkovní teplota v topném období	$t_{es}$	K	4,10
<b>Celková energie potřebná na vytápění za rok</b>	<b><math>Q_{vyt}</math></b>	<b>MWh·rok<sup>(-1)</sup></b>	<b>9,90</b>

Tabulka č. 16: Celková potřeba energie na vytápění za rok referenčního domu

V následující tabulce je uvedena celková potřebná energie na ohřev teplé vody referenčního rodinného domu.

<b>Celková potřebná energie na ohřev teplé vody <math>Q_{tv,r}</math> [Wh·rok<sup>(-1)</sup>]</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Počet dní topného období	d	den	215,00
Teplota studené vody v létě	t <sub>sv,l</sub>	K	15,00
Teplota studené vody v zimě	t <sub>sv,z</sub>	K	6,00
Počet dní využití teplé vody	N	den	330,00
Koeficient energetických ztrát systému	z	-	0,30
Hustota vody	$\rho$	kg·m <sup>(-3)</sup>	1 000,00
Měrná tepelná kapacita vody	c	J·kg <sup>(-1)</sup> ·K <sup>(-1)</sup>	4 180,00
Celková potřeba vody na jeden den	V <sub>2p</sub>	m <sup>(3)</sup> ·den <sup>(-1)</sup>	0,22
Teplota studené vody	t <sub>1</sub>	K	10,00
Teplota, na kterou se voda ohřívá	t <sub>2</sub>	K	55,00
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za den	Q <sub>tv,d</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	14,94
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34

Tabulka č. 17: Celková potřeba energie na ohřev teplé vody referenčního domu

Výsledné hodnoty referenčního domu jsou porovnány s variantami různé izolace obvodové konstrukce obálky budovy, různé izolace podlahy, různé izolace stropu a různého zdroje vytápění. Dále je v práci hodnocen vliv řízeného větrání s rekuperací.

#### 4.8.2 Varianta různé izolace obvodové konstrukce obálky budovy

Pro porovnání různé izolace obvodové konstrukce obálky budovy je zvoleno 8 materiálů různých mocností. Tabulka s parametry jednotlivých izolací je uvedena v příloze č. 1.

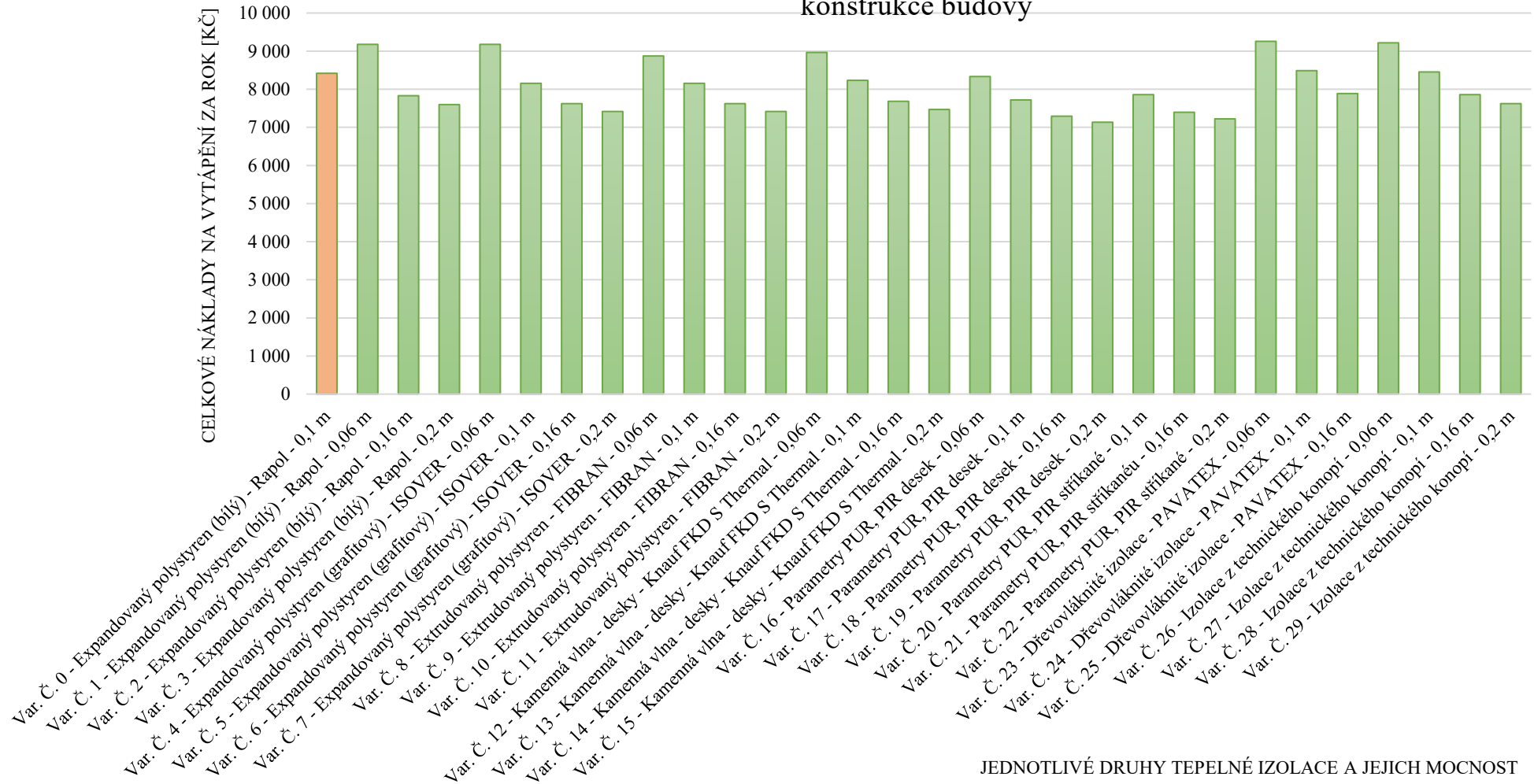
Jednotlivé sumarizační tabulky použitých izolačních materiálů, jejich mocností a nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jsou uvedeny v příloze č. 2.

Na grafu č. 2 na následující stránce jsou porovnány roční náklady na vytápění jednotlivých variant. Z výsledků je patrné, že z technické stránky je nejvýhodnější použít materiál PUR, PIR, nejlépe pak v provedení desek.

Naopak z hlediska ekonomické návratnosti dle grafu č. 3 jsou nejpříznivější materiály z expandovaného polystyrenu, nejlépe pak bílý polystyren s mocností 10 cm a 20 cm a expandovaný polystyren grafitový s mocností 16 cm. Tyto materiály jsou

nejlevnější a práce je s nimi velice jednoduchá. Naopak nevýhodou polystyrenového materiálu je jeho hořlavost. Z hlediska nižší propustnosti hluku do budovy je pak vhodné využít kamennou vlnu, která je nehořlavá a má lepší prodyšnost vlhka obvodové konstrukce obálky budovy. Obnovitelné druhy izolací jsou ekonomicky nákladnější a z technického hlediska horším izolantem, který je hořlavý.

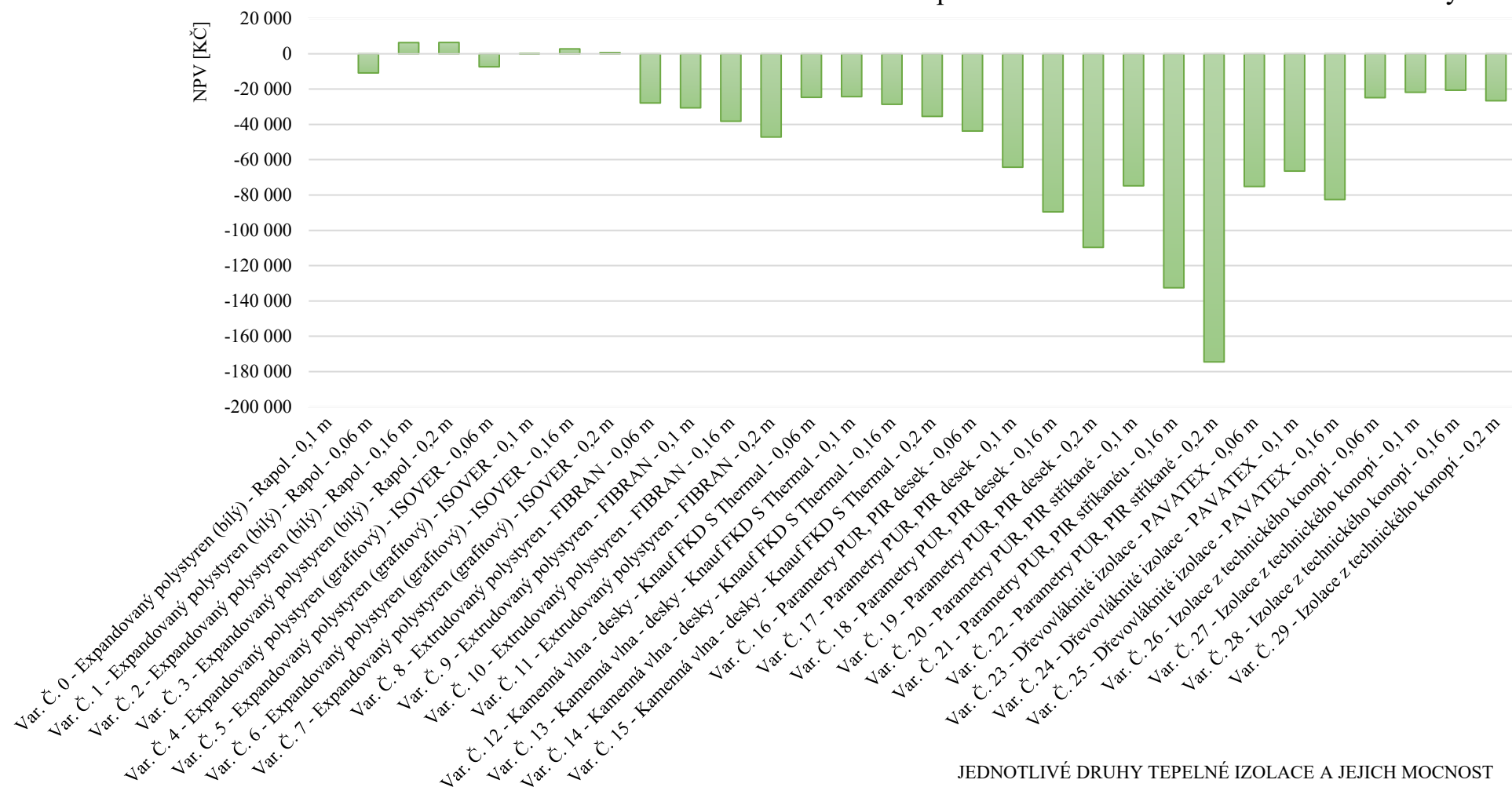
Graf závislosti výše nákladů na vytápění za rok na druhu a mocnosti tepelné izolace obvodové konstrukce budovy



JEDNOTLIVÉ DRUHY TEPELNÉ IZOLACE A JEJICH MOCNOST

Graf č. 2: Závislost výše nákladů na vytápění za rok na druhu a mocnosti tepelné izolace obvodové konstrukce budovy

Graf závislosti NPV na druhu a mocnosti tepelné izolace obvodové konstrukce budovy



JEDNOTLIVÉ DRUHY TEPELNÉ IZOLACE A JEJICH MOCNOST

Graf č. 3: Závislost NPV na druhu a mocnosti tepelné izolace obvodové konstrukce budovy



### 4.8.3 Varianta různé izolace podlahy

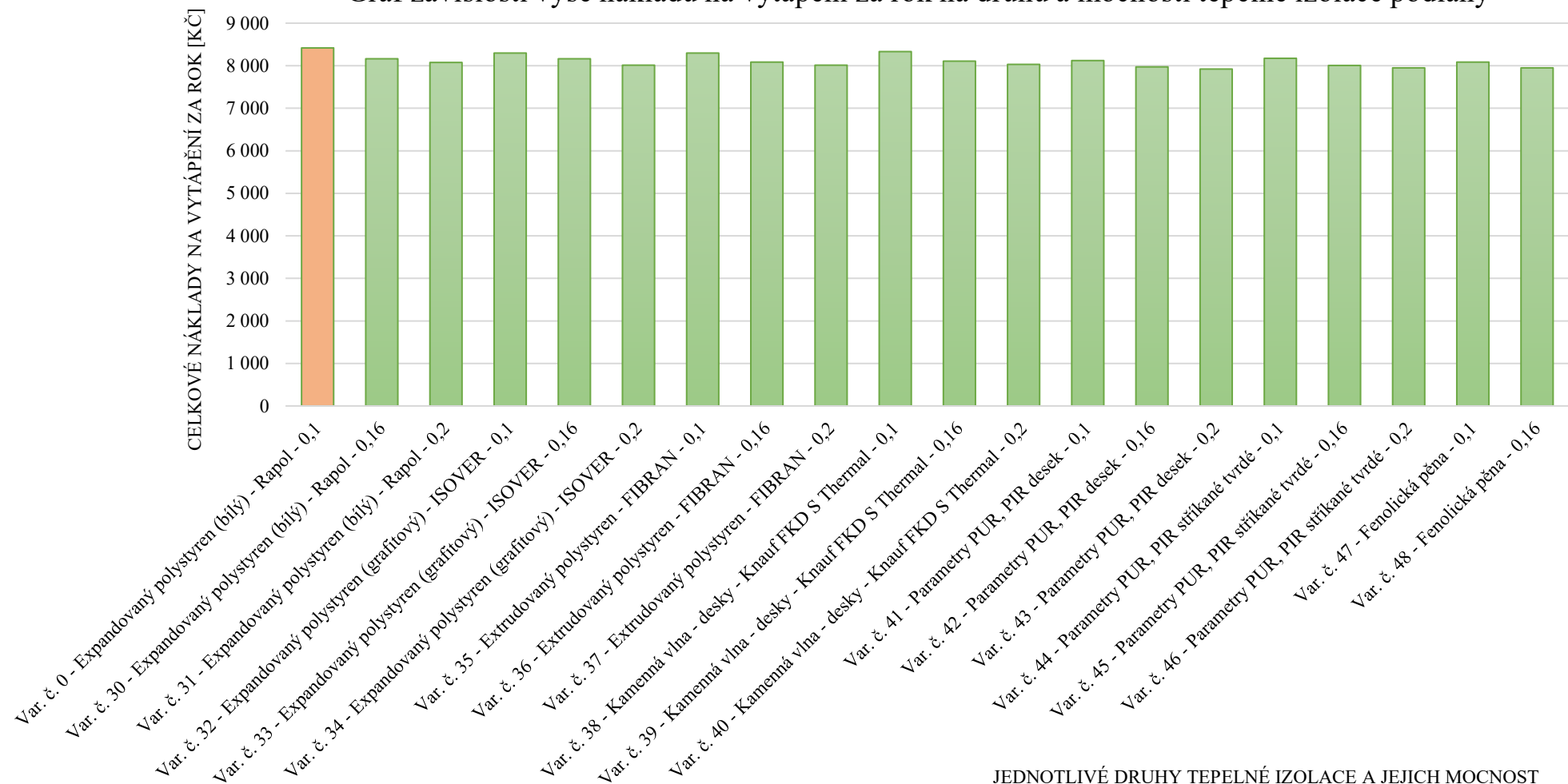
Pro porovnání různých druhů izolace pro podlahy je zvoleno 7 materiálů různých mocností. Tabulka s parametry jednotlivých izolací pro podlahy je uvedena v příloze č. 3.

Jednotlivé sumarizační tabulky použitých izolačních materiálů a nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jsou uvedeny v příloze č. 4.

Na grafu č. 4 na následující stránce jsou uvedeny náklady na vytápění za rok v závislosti na materiálu a mocnosti izolace. Z výsledků je patrné, že mezi jednotlivými izolacemi jsou minimální rozdíly. Tyto minimální rozdíly vychází z faktu, že podlaha je v kontaktu se zemí, která má přibližně konstantní teplotu po celý rok a to cca 5 °C. Nedochozí zde ke kontaktu se zápornými teplotami jako u ostatních konstrukcí obálky budovy. Ačkoliv je rozdíl mezi jednotlivými izolacemi podlah malý, nejvhodnějším materiálem je PUR, PIR tepelné izolace ve formě desek. Při využití podlahového topení se mezi tepelnou izolaci a rozvod podlahového topení vkládá reflexní fólie, která zvyšuje účinnost podlahového topení.

Na grafu č. 5 je uvedena závislost NPV na materiálu a mocnosti izolace. Vzhledem k malým rozdílům mezi náklady na vytápění v závislosti na materiálu a mocnosti izolace jsou velké rozdíly v návratnosti investice do tepelné izolace z důvodu velkých rozdílů cen izolačních materiálů. Nejvhodnějším materiálem z pohledu NPV je expandovaný polystyren bílý a šedivý.

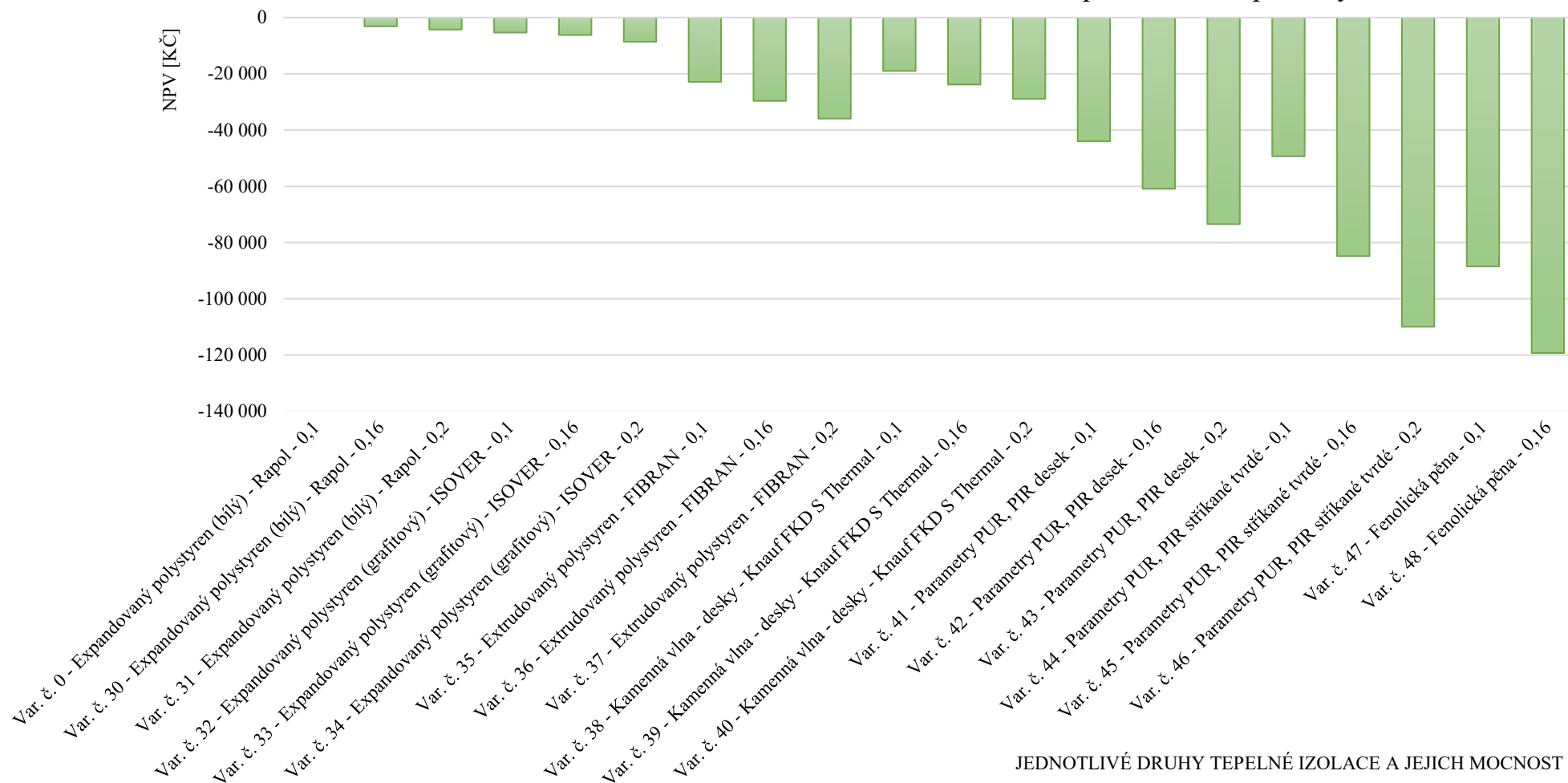
Graf závislosti výše nákladů na vytápění za rok na druhu a mocnosti tepelné izolace podlahy



JEDNOTLIVÉ DRUHY TEPELNÉ IZOLACE A JEJICH MOCNOST

Graf č. 4: Závislost výše nákladů na vytápění za rok na druhu a mocnosti tepelné izolace podlahy

Graf závislosti NPV na druhu a mocnosti tepelné izolace podlahy



JEDNOTLIVÉ DRUHY TEPELNÉ IZOLACE A JEJICH MOCNOST

Graf č. 5: Závislost NPV na druhu a mocnosti tepelné izolace podlahy

#### 4.8.4 Varianta různé izolace stropu

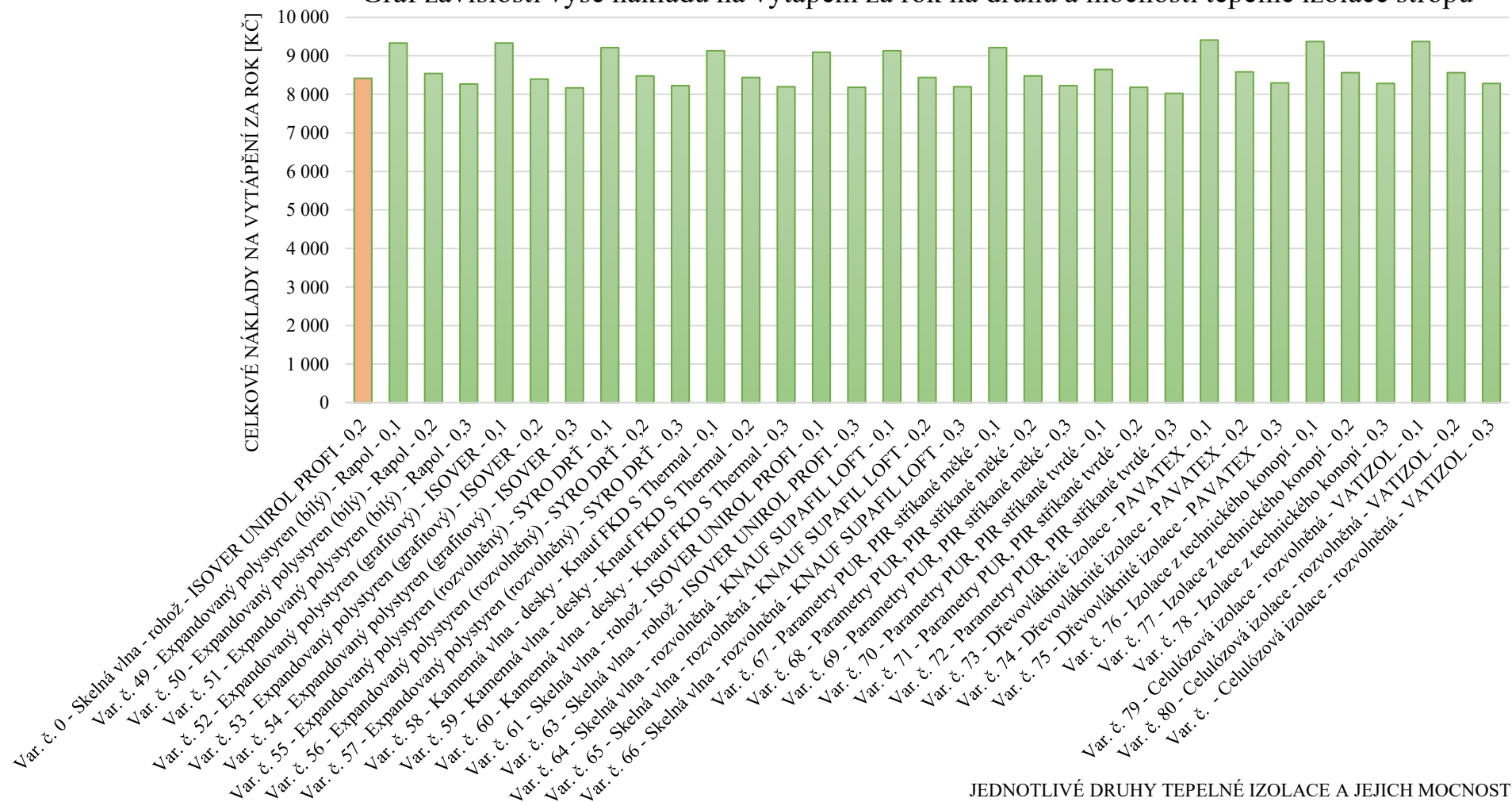
Pro porovnání různých druhů izolace stropu je zvoleno 11 materiálů o různé mocnosti. Tabulka s parametry jednotlivých druhů izolací pro stropy je uvedena v příloze č. 5.

Jednotlivé sumarizační tabulky použitých izolačních materiálů a nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jsou uvedeny v příloze č. 6.

Na grafu č. 6 na následující stránce jsou uvedeny náklady na vytápění za rok v závislosti na materiálu a mocnosti izolace. Z grafu jsou patrné značné rozdíly mezi různými materiály a jejich mocnostmi. Druh, a především mocnost izolace stropu má podstatný vliv na výslednou tepelnou ztrátu domu, respektive potřebu energie na vytápění. Mezi nejlepší izolanty patří stejně jako u jiných aplikací materiál PUR, PIR.

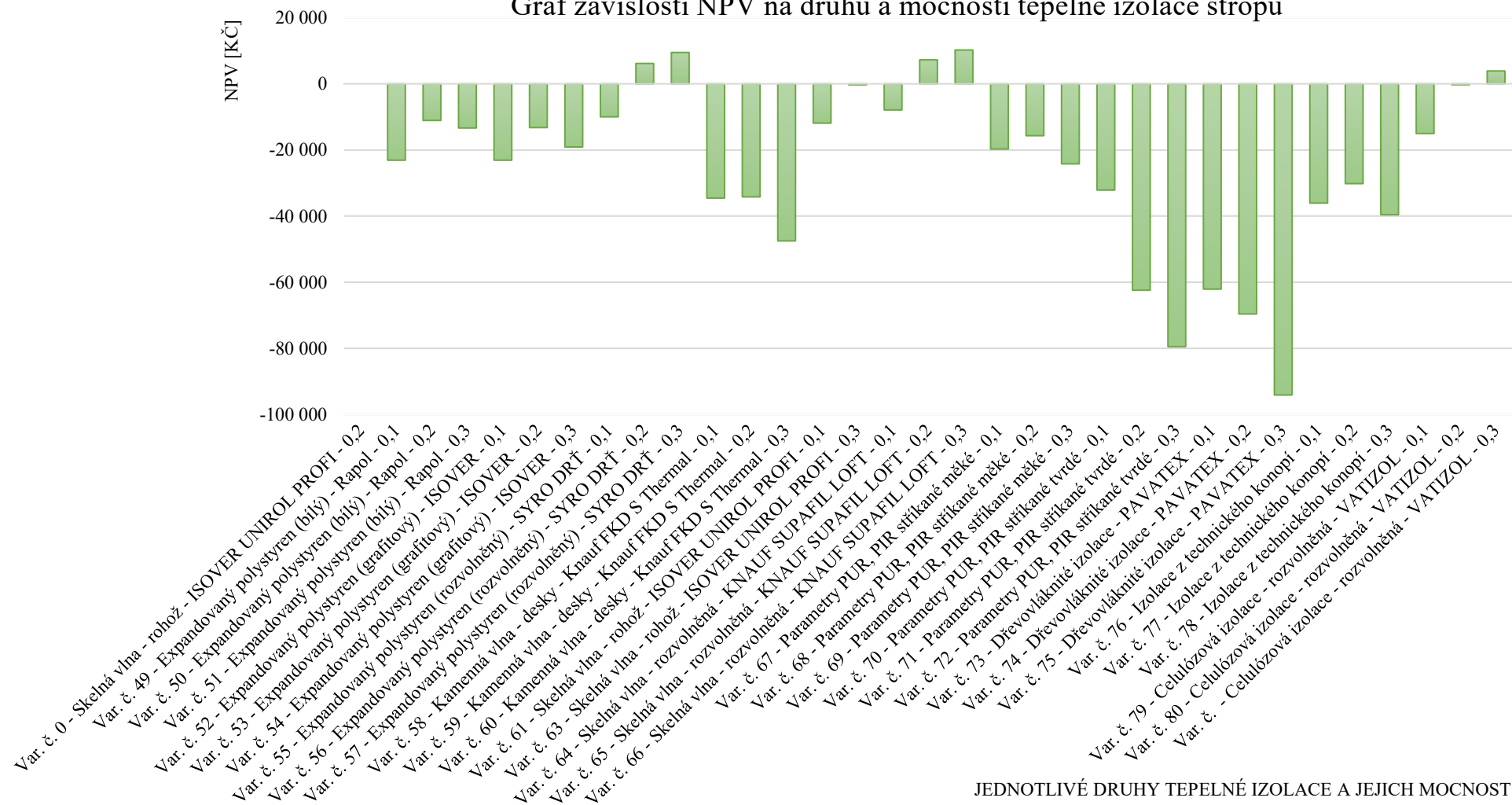
Podstatnější rozdíly jsou patrné z grafu č. 7, na kterém je znázorněná závislost NPV na materiálu a mocnosti izolace. V případě zateplení stropu je mnohem širší segment materiálů, který je možný použít. Druhy izolantů jsou rozšířené o rozvolněné izolanty, které jsou zpravidla levnější a jejich aplikace je výrazně rychlejší. Z grafu je patrné, že nejvhodnějšími materiály jsou rozvolněný expandovaný polystyren, rozvolněná skelná vlna a rozvolněná celulózová vlna. Z grafu je patrné, že jediným obnovitelným izolantem cenově srovnatelným s běžně využívanými izolanty je právě celulózová vlna, jejíž nevýhodou je oproti skelné vlně nízká odolnost proti ohni. Z grafu je dále patrný vzrůstající trend NPV v závislosti na mocnosti izolace, s ještě větší mocností izolace by se dosáhlo ještě příznivějších hodnot NPV.

Graf závislosti výše nákladů na vytápění za rok na druhu a mocnosti tepelné izolace stropu



Graf č. 6: Závislost výše nákladů na vytápění za rok na druhu a mocnosti tepelné izolace stropu

Graf závislosti NPV na druhu a mocnosti tepelné izolace stropu

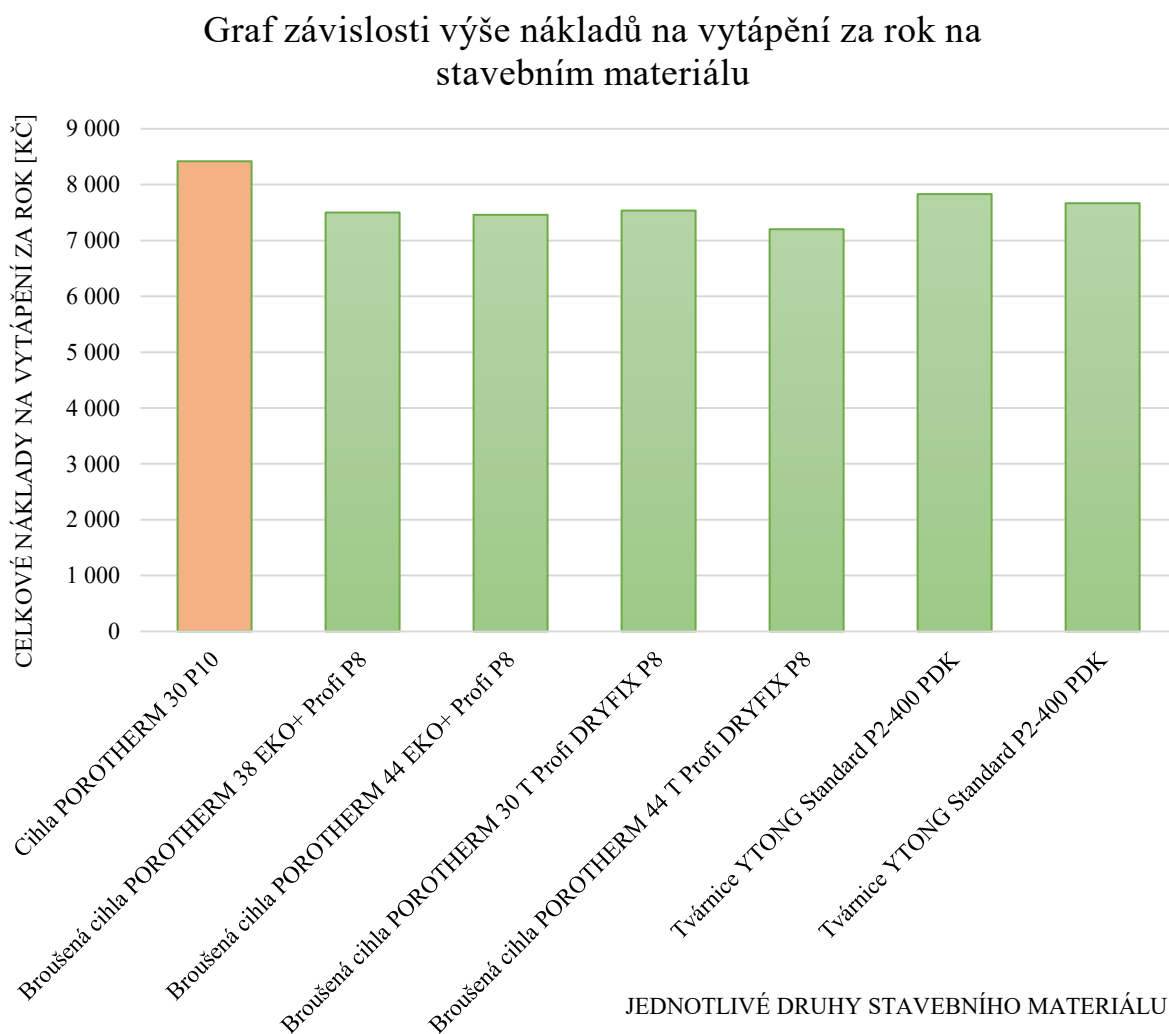


JEDNOTLIVÉ DRUHY TEPELNÉ IZOLACE A JEJICH MOCNOST

Graf č. 7: Závislost NPV na druhu a mocnosti tepelné izolace stropu

#### 4.8.5 Varianta různého stavebního materiálu pro obvodové konstrukce

Pro technickou analýzu vlivu stavebního materiálu pro nosné obvodové konstrukce obálky budovy je vybráno 7 využívaných materiálů. Tyto materiály jsou hodnoceny pouze z hlediska potřeby tepla na vytápění. V následujícím grafu je barevně odlišena referenční budova, pro kterou je využita nejlevnější cihla POROTHERM 30 P10. Z grafu je patrné, že nejvhodnějším materiálem z hlediska potřeby tepla na vytápění je broušená cihla POROTHERM 44 T Profi DRYFIX P8, která je vyplněna hydrofobizovanou minerální vatou.



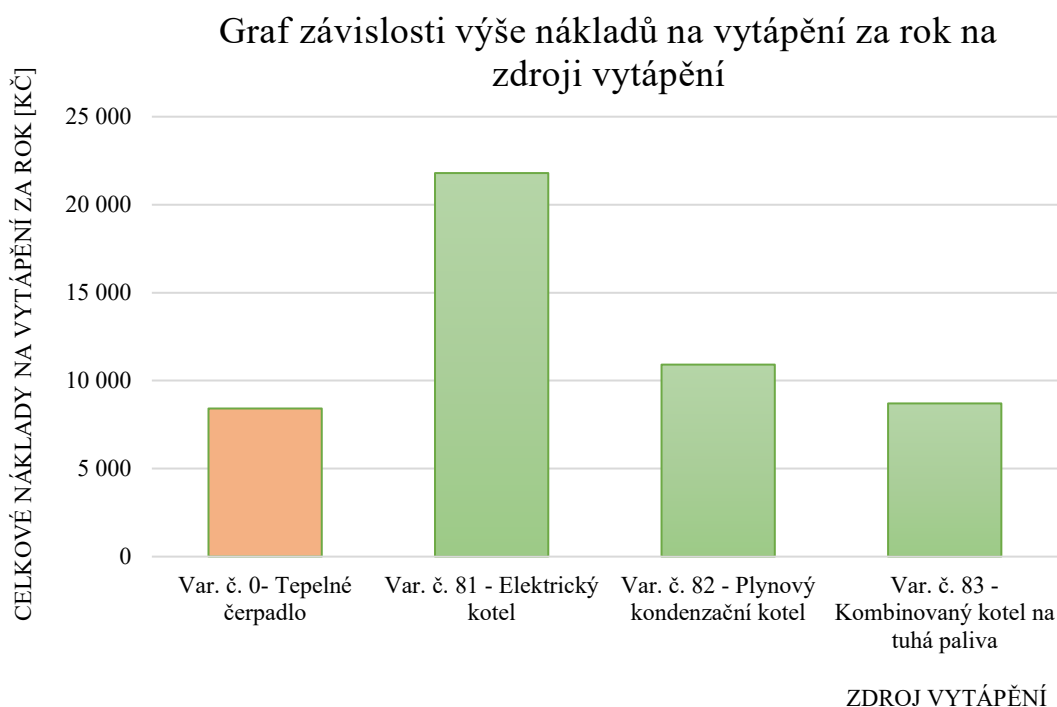
Graf č. 8: Závislost výše nákladů na vytápění za rok na stavebním materiálu

#### 4.8.6 Varianta různých zdrojů energie na vytápění

Pro porovnání různých zdrojů energie na vytápění jsou zvoleny 4 varianty, a to tepelné čerpadlo, elektrický kotel (pouze pro porovnání se staršími nebo rekonstruovanými objekty, u novostavby by tento zdroj již nebyl povolen), plynový kondenzační kotel a kombinovaný kotel na tuhá paliva. Tabulka s parametry jednotlivých zdrojů energie je uvedena v příloze č. 7. Rozdíl u jednotlivých zdrojů energie na vytápění je v dotační podpoře. Dotační fond Nová zelená úsporám z uvedených zdrojů energie na vytápění podporuje pouze tepelná čerpadla, plynový kondenzační kotel a kotel na biomasu.

Jednotlivé sumarizační tabulky použitých zdrojů energie a nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jsou uvedeny v příloze č. 8.

Z níže uvedeného grafu č. 9 jsou patrné vysoké náklady na vytápění u čistě elektrického kotle. Naopak nejnižší a srovnatelné náklady na vytápění u tepelného čerpadla a kotle na biomasu. Náklady na vytápění u plynového kondenzačního kotle jsou mírně vyšší. Náklady na vytápění jsou obecně závislé na aktuální ceně energie, která je na desítky let dopředu nepředvídatelná. Pro tuto práci je zvolena eskalace cen energie na 2 %.

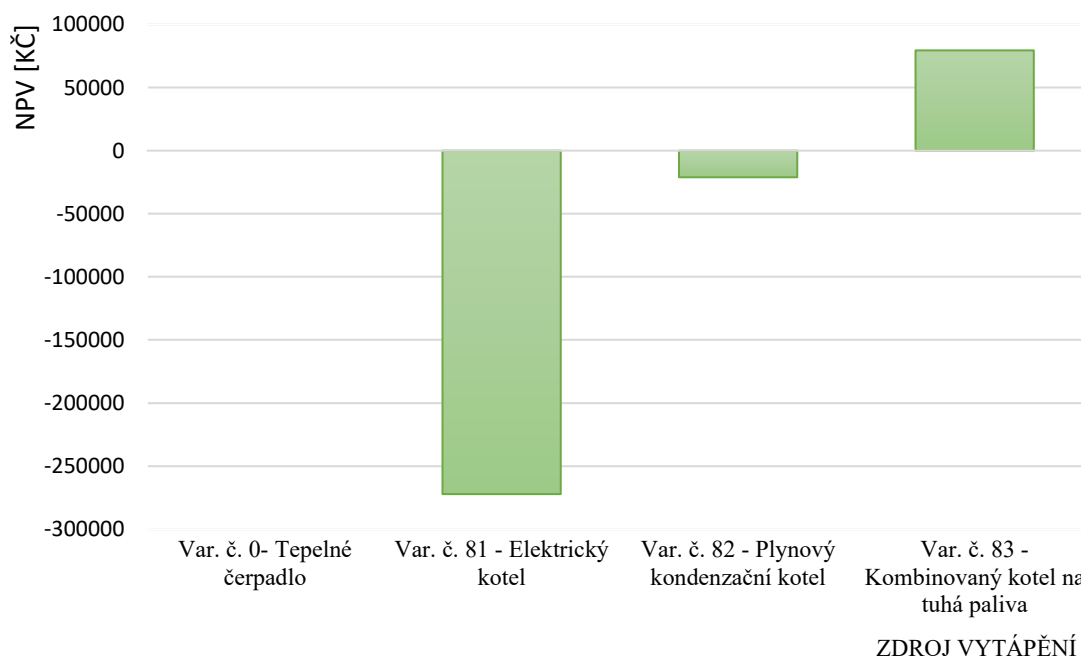


Graf č. 9: Závislost výše nákladů na vytápění za rok na zdroji vytápění



Na následujícím grafu č. 10 je zobrazena závislost NPV na zdroji vytápění, ze kterého je patrna vysoká nehospodárnost elektrického kotle v průběhu provozu. Ačkoliv náklady na elektrický kotel jsou nejnižší, vysoké provozní náklady tuto investiční úsporu v krátké čase vykompenzují. Plynový kondenzační kotel v porovnání s tepelným čerpadlem vychází z hlediska NPV méně příznivěji, přesto je nutné opět upozornit na predikci eskalace růstu cen elektrické energie. V případě udržení predikované eskalace cen plynu na 2 % a vzrůstu eskalace cen elektrické energie na 3,5 %, NPV tepelného čerpadla a plynového kondenzačního kotle by bylo shodné. Nejlépe z hlediska NPV vychází kotel na biomasu, který má nejen nízké investiční náklady při započítání dotační podpory z fondu Nová zelená úsporám, ale také nízké provozní náklady. Při nynějším stavu kůrovcové kalamity, která v následujících letech bude pravděpodobně pokračovat, se předpokládá přebytek dřeva, který způsobí nízkou eskalaci cen dřeva a nemusí dosáhnout ani předpokládané eskalace ve výši 2 %. Velkou nevýhodou kotle na tuhá paliva je nutnost přítomnosti obsluhy, která spočívá v pravidelném přikládání do kotle nebo v doplňování zásobníku paliva. Nutné je také pravidelně vynášet zbytkový popel. Kotel na tuhá paliva vytváří ve vnitřní části objektu nečistoty a do venkovní části emituje kouř, který znečišťuje prostředí vně objektu. Ačkoliv kotle vyráběné v dnešní době mají nízké emise kouře a popílku, stále je vytváří.

Graf závislosti NPV na zdroji vytápění



Graf č. 10: Závislost NPV na zdroji vytápění

#### 4.8.7 Shrnutí energetiky rodinného domu

Dle jednotlivých porovnání izolací obálky budovy a zdrojů pro vytápění rodinného domu je vytvořen nejpriznivější rodinný dům (dále také “varianta č. 84“) z hlediska NPV. Tento rodinný dům tvoří zateplení obvodové konstrukce obálky budovy z bílého expandovaného polystyrenu o mocnosti 20 cm, zateplení podlahy z bílého expandovaného polystyrenu o mocnosti 10 cm a zateplení stropu z rozvolněné skelné vaty o mocnosti 30 cm. Jako zdroj energie na vytápění je použito tepelné čerpadlo. Pro zjištění vlivu řízeného větrání s rekuperací na celkové potřebě energie na vytápění a na NPV je tato technologie přidána k variantě nejpriznivějšího domu z hlediska NPV (dále také “varianta č. 85“).

V následující tabulce jsou uvedeny sumarizační hodnoty referenčního domu, nejpriznivějšího domu z hlediska NPV a nejpriznivějšího domu z hlediska NPV s technologií řízeného větrání s rekuperací.

Název veličiny	Veličina	Jednotka	Varianta č. 0	Varianta č. 84	Varianta č. 85
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,90	8,68	4,50
Celková měrná energie potřebná na vytápění za rok	q <sub>vyt</sub>	kWh·rok <sup>(-1)</sup> ·m <sup>(-2)</sup>	49,52	43,42	22,51
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 417,83	7 380,97	4 626,58
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-	16 575,14	-7 417,49
Vnitřní výnosové procento	IRR	%	-	11,2	2,4
Prostá doba návratnosti	T <sub>s</sub>	rok	-	10	29
Diskontovaná doba návratnosti	T <sub>sd</sub>	rok	-	12	> T <sub>ž</sub> <sup>79</sup>

Tabulka č. 18: Souhrnné porovnání energetiky rodinného domu

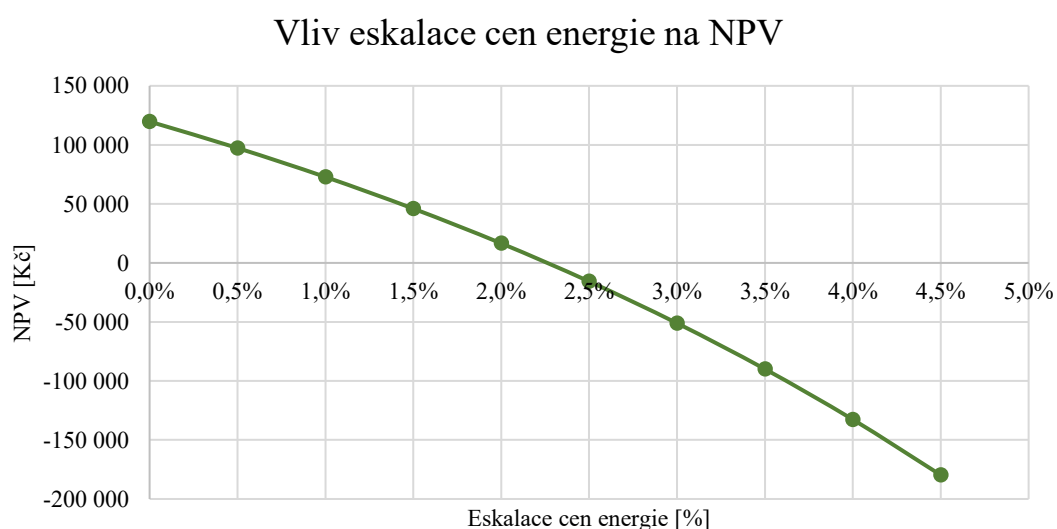
Z tabulky jsou patrné výsledky nejpriznivějšího domu a nejpriznivějšího domu s řízeným větráním s rekuperací, které jsou vztaženy k referenčnímu domu. Výsledná kritéria ekonomické efektivity ukazují, že za předpokládané eskalace cen elektrické energie a diskontu je návratná pouze varianta bez řízeného větrání s rekuperací.

<sup>79</sup> Zkratka T<sub>ž</sub> vyjadřuje dobu života, respektive dobu hodnocení investice. V této práci se hodnotila investice na 30 let. Vyjádření > T<sub>ž</sub> znamená, že doba návratnosti investice je větší než doba života.

Je důležité brát v potaz, že hodnota reprezentující kvalitu stavby z pohledu zateplení je měrná potřeba tepla na vytápění, která definuje nízkoenergetický dům s měrnou potřebou tepla na vytápění do  $50 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  a pasivní dům do  $20 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Pro získání nevyšší možné dotace je zapotřebí mít tuto hodnotu co nejnižší.

Pro zjištění vlivu eskalace cen energie a diskontu jsou na následujících grafech zobrazeny citlivostní analýzy závislosti NPV na eskalaci cen energie a závislosti NPV na diskontu u varianty č. 84 a u varianty č. 85.

Na následujícím grafu je zobrazena citlivostní analýza vlivu eskalace cen energie na výsledném NPV u varianty č. 84, varianty bez řízeného větrání s rekuperací.

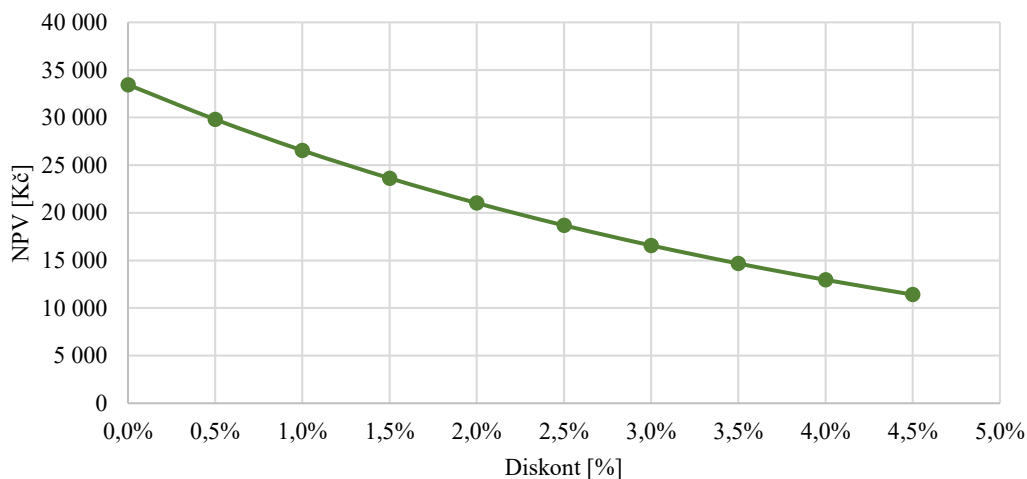


Graf č. 11: Vliv eskalace cen energie na NPV u varianty č. 84

Z grafu je patrný velký vliv eskalace cen energie na NPV, který může při malé odchylce způsobit velký rozdíl ve výsledné návratnosti investice. Investice je více rentabilní v případě nižší hodnoty eskalace cen energie.

Na následujícím grafu je zobrazena citlivostní analýza vlivu diskontu na výsledném NPV u varianty č. 84, varianty bez řízeného větrání s rekuperací.

### Vliv výše diskontu na NPV

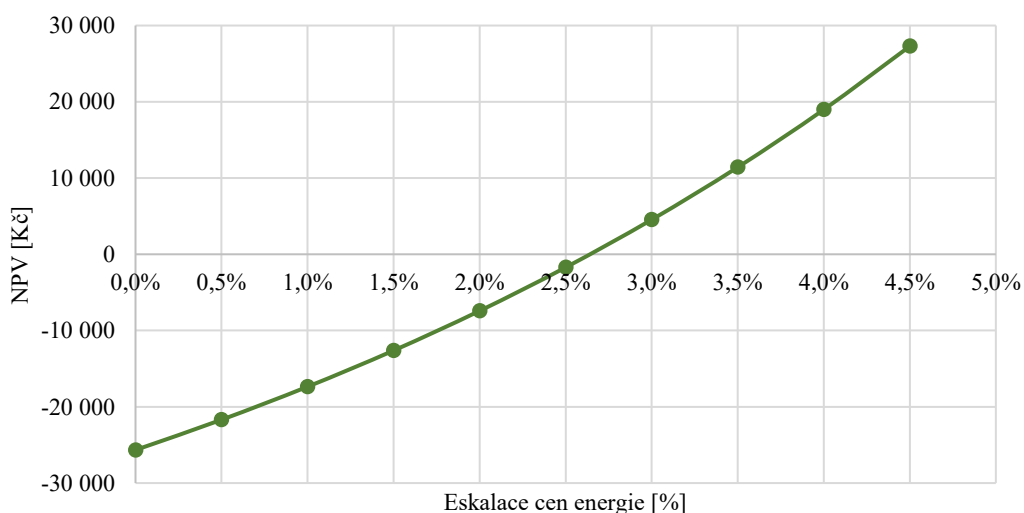


Graf č. 12: Vliv diskontu na NPV u varianty č. 84

Z grafu je vidět menší vliv diskontu na výsledném NPV, oproti eskalaci cen energie. Diskont ukazuje vliv inflace, případné jiné investiční příležitosti.

Na následujícím grafu je zobrazena citlivostní analýza vlivu eskalace cen energie na výsledném NPV u varianty č. 85, varianta s řízeným větráním s rekuperací.

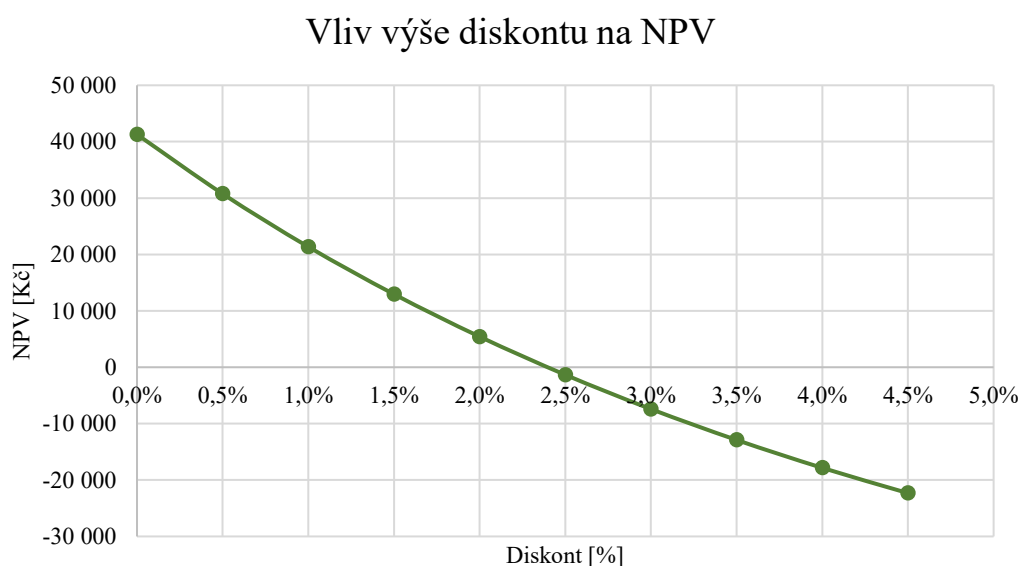
### Vliv eskalace cen energie na NPV



Graf č. 13: Vliv eskalace cen energie na NPV u varianty č. 85

Tento graf ilustrativně ukazuje rozdíl mezi variantami s řízeným větráním s rekuperací a bez řízeného větrání s rekuperací. Zatímco předchozí varianta bez rekuperace se se vzrůstající eskalací stává více nevýhodnou, u varianty s rekuperací je to přesně naopak. Při předpokladu vysokého vzrůstu cen energie na vytápění, je tato varianta příznivější. Varianta s řízeným větráním s rekuperací dále přináší příznivější prostředí s filtrovaným a čerstvým vzduchem po celý rok, a to i v noci v zimním období, kdy málokdo celou noc větrá. Řízené větrání s rekuperací přináší energetickou úsporu, bez které se neobejde žádný pasivní dům a stává se standardem výstavby rodinných domů.

Na následujícím grafu je zobrazena citlivostní analýza vlivu diskontu na výsledném NPV u varianty č. 85 s řízeným větráním s rekuperací.



Graf č. 14: Vliv diskontu na NPV u varianty č. 85

#### 4.9 Technicko - ekonomické hodnocení energetiky bytového domu

Pro technické a ekonomické hodnocení energetiky bytového domu je zvolen čtyřpodlažní bytový dům, který má být postavený v oblasti Praha – východ. Bytový dům má rozměry 22 x 17 m a jeho výška je 10 m. Bytový dům má plochou střechu. Dům je navržený na 16 bytových jednotek (4 bytové jednotky na patro) a na obývání 62 osob (4 osoby na jednu bytovou jednotku).

Bytový dům má plochu obvodových stěn bez oken a dveří 640 m<sup>2</sup>, celkovou plochu oken (zasklení s rámy) 136 m<sup>2</sup> a plochu vchodových dveří 4 m<sup>2</sup>. Součástí

bytového domu není garáž, ani jiná nevytápěná místnost. Bytový dům stojí samostatně bez stínění.

Součástí technického a ekonomického hodnocení bytového domu je porovnání různého zateplení stěn, různého zateplení podlahy a různého zateplení stropu z pohledu ročních nákladů na vytápění a z pohledu ekonomické návratnosti investice do různých mocností a materiálů tepelné izolace. V práci je dále hodnocen vliv využití řízeného větrání s rekuperací na tepelných ztrátách větráním, respektive na ročních nákladech na vytápění a na ekonomické návratnosti investice do řízeného větrání s rekuperací. Posledním parametrem technicko - ekonomické analýzy je porovnání různých zdrojů energie na vytápění rodinného domu z hlediska ročních nákladů na vytápění a z pohledu ekonomické návratnosti investice do různých zdrojů energie na vytápění.

#### **4.9.1 Referenční bytový dům**

Referenční bytový dům (dále také “varianta BD 0“) je zvolen jako cihlový dům s obvodovou nosnou konstrukcí z broušené cihly POROTHERM 30 P10 a izolací z expandovaného polystyrenu (bílý) – Rapol s mocností 10 cm. Do součinitele prostupu tepla obvodové konstrukce je dále u všech variant započtena sádrová omítka o mocnosti 1,5 cm, lepicí šterkový tmel o mocnosti 0,5 cm a silikonová omítka o mocnosti 0,2 cm. Do cen je započtena pouze cena materiálu a cena práce pro aplikaci izolace. Zdivo a omítky do cen započítané nejsou.

Pro izolaci podlahy u referenčního bytového domu je zvolen taktéž expandovaný polystyren (bílý) – Rapol s mocností 10 cm. Do součinitele prostupu tepla podlahy je dále u všech variant započten šterk o mocnosti 15 cm, železobeton základové desky o mocnosti 10 cm a finální betonová podlaha o mocnosti 8 cm. Do cen je započtena pouze cena materiálu a cena práce pro aplikaci izolace. Šterk a beton do cen započítány není.

Pro izolaci stropu referenčního bytového domu je zvolena skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI o mocnosti 20 cm. Do součinitele prostupu tepla stropu je dále u všech variant započten železobetonový strop o mocnosti 19 cm a sádrokarton o mocnosti 1,5 cm. Do cen je započtena pouze cena materiálu a cena práce pro aplikaci izolace. Železobetonový strop a sádrokarton do cen započítány není.

Pro vytápění referenčního bytového domu je zvoleno tepelné čerpadlo ACOND 55 - EVI s výkonem až 55 kW a sezónním topným faktorem SCOP = 2,5 [-].

Pro ohřev teplé vody referenčního bytového domu je zvolen ohřívač vody OKHE o objemu  $V = 153$  [l] a příkonu  $P = 2,2$  [kW].

Pro referenční bytový dům jsou zvoleny a vypočteny hodnoty v následujících tabulkách.

V následující tabulce jsou uvedeny zvolené izolační materiály a jejich mocnosti referenčního bytového domu.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za <math>m^{(2)}</math> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	324,24
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Tabulka č. 19: Použité izolační materiály pro referenční bytový dům

Pro referenční bytový dům jsou vybrány zdroje pro vytápění a ohřev teplé vody dle následující tabulky.

<b>Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody</b>			
<b>Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody</b>	<b>Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]</b>	<b>Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc<sup>(-1)</sup>]</b>	<b>Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh<sup>(-1)</sup>]</b>
Tepelné čerpadlo	700 000	4000	0,85
Řízené větrání s rekuperací	0	0	0,00
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

Tabulka č. 20: Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody vybrané pro referenční bytový dům

Celkové náklady na vytápění a ohřev teplé vody referenčního bytového domu jsou uvedeny v následující tabulce.

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	42,77
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	434 105,04
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	173 642,02
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	700 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	280 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	144 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	57,29
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	48 694,32
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	69,36
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	152 596,92
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	201 291,24

Tabulka č. 21: Celkové náklady na vytápění a ohřev teplé vody pro referenční bytový dům

Referenční bytový dům je z hlediska izolace obálky budovy a z hlediska zdroje energie na vytápění obdobný referenčnímu rodinnému domu. Referenční bytový dům je porovnáván s variantou nejpříznivější izolace obálky budovy z hlediska NPV, s variantami různého zdroje energie na vytápění a s variantou vlivu doplnění technologie řízeného větrání s rekuperací.

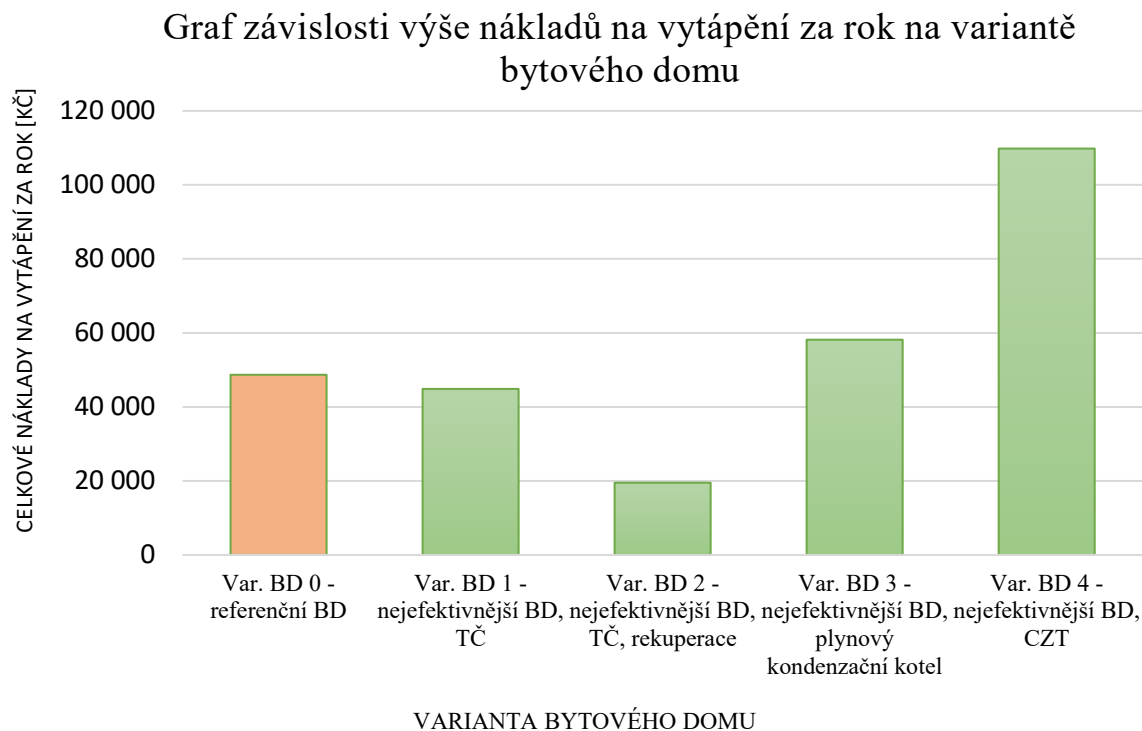
#### 4.9.2 Varianty bytového domu

Pro porovnání různé izolace obálky budovy a různého zdroje vytápění bytového domu s referenčním bytovým domem jsou vybrány varianty nejpříznivější izolace obálky budovy z hlediska NPV, vytápění plynovým kondenzačním kotlem, vytápění z centrálního zásobování tepla (dále také "CZT") a variantou nejpříznivější izolace obálky budovy s technologií řízeného větrání s rekuperací. Výše uvedené varianty jsou porovnávány s referenčním bytovým domem z hlediska ročních nákladů na vytápění a z hlediska NPV.



Jednotlivé sumarizační tabulky jednotlivých variant bytových domů jsou uvedeny v příloze č. 9.

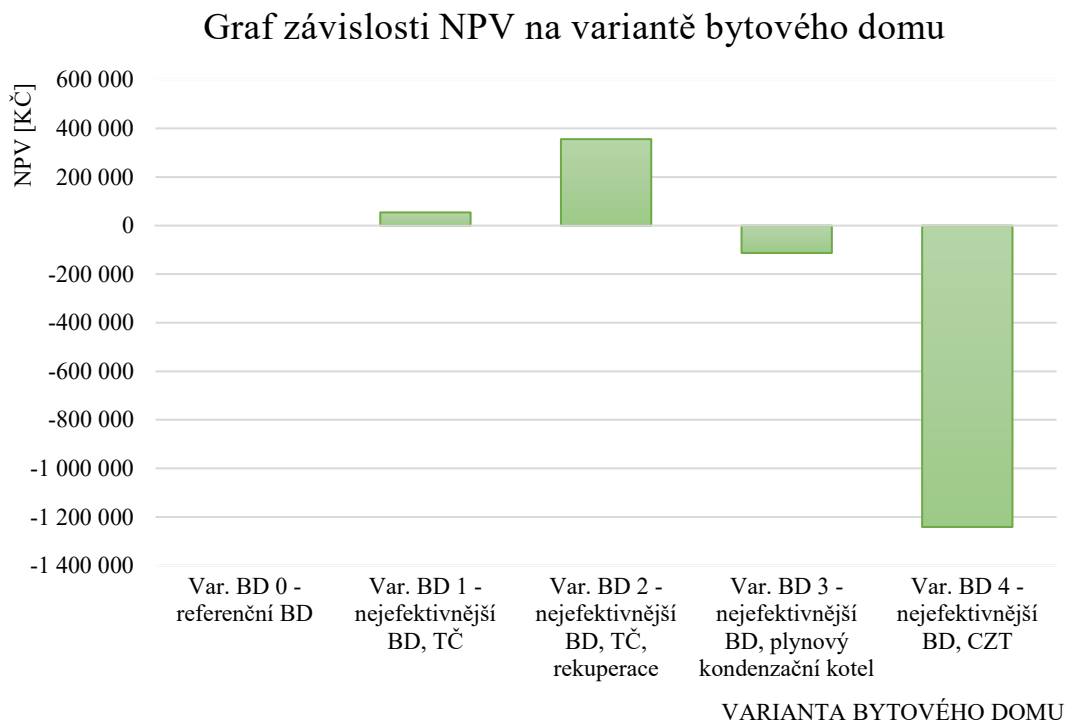
Na následujícím grafu je zobrazena závislost nákladů na vytápění za rok na variantě bytového domu.



Graf č. 15: Závislost výše nákladů na vytápění za rok na variantě bytového domu

Z výše uvedeného grafu jsou patrné nižší náklady na vytápění za použití tepelného čerpadla pro vytápění bytového domu. Výrazněji nižší náklady na vytápění pak při použití tepelného čerpadla v kombinaci s řízeným větráním s rekuperací. Nejvyšší náklady na vytápění jsou u CZT.

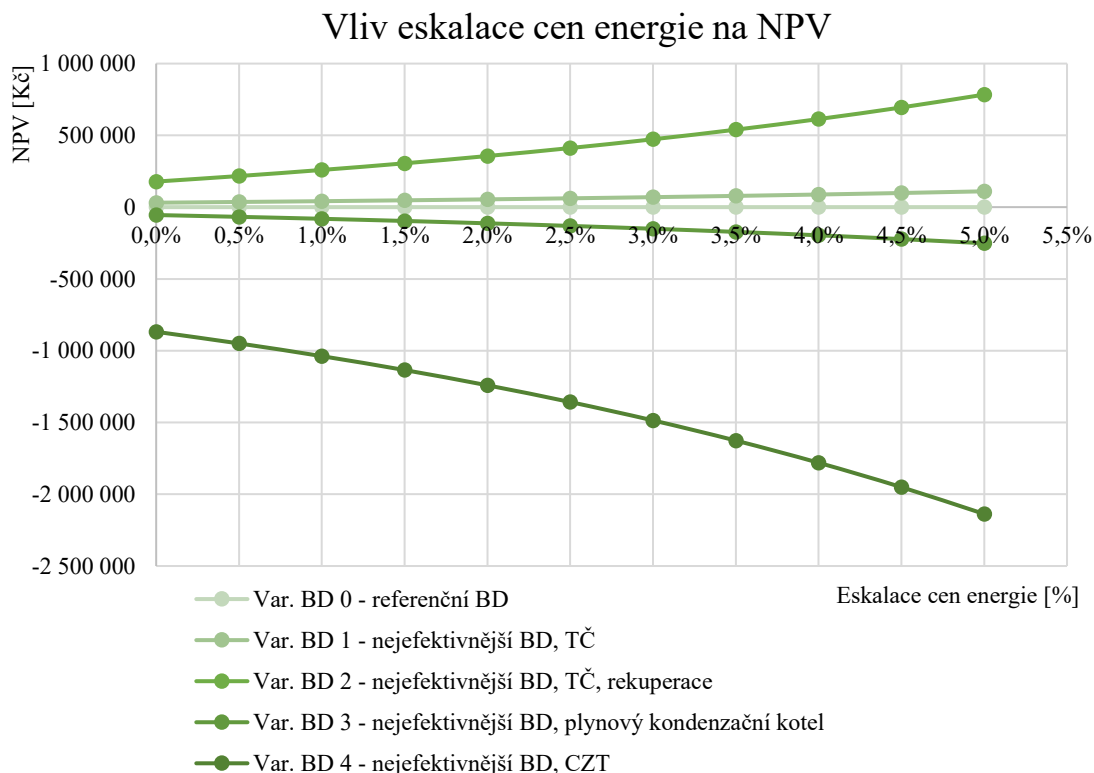
Na následujícím grafu je uvedena závislost NPV na jednotlivých variantách bytového domu.



Graf č. 16: Závislost NPV na variantě bytového domu

Z výše uvedeného grafu je vidět přibližně shodné NPV u varianty BD 1 a u varianty BD 3. Tepelné čerpadlo oproti plynovému kondenzačnímu kotli vychází z hlediska NPV lépe. Výrazněji lépe pak vychází varianta BD 2 se zdrojem tepla pro vytápění v podobě tepelného čerpadla a technologií řízeného větrání s rekuperací, což je výraznější rozdíl oproti rodinnému domu, kde je NPV ve srovnání s referenčním rodinným domem záporné. Pro bytový dům jsou investiční náklady na řízené větrání s rekuperací na  $m^3$  výrazně nižší než u rodinného domu. CZT jako zdroj energie na vytápění je ve srovnání s ostatními variantami z hlediska NPV výrazně v záporných číslech. Zatímco investiční náklady na CZT jsou minimální, jelikož při zasmluvnění dodávky tepla na 5 let přípojku hradí dodavatel tepla, náklady na 1 kWh tepla jsou výrazně vyšší než náklady na 1 kWh elektřiny a zemního plynu.

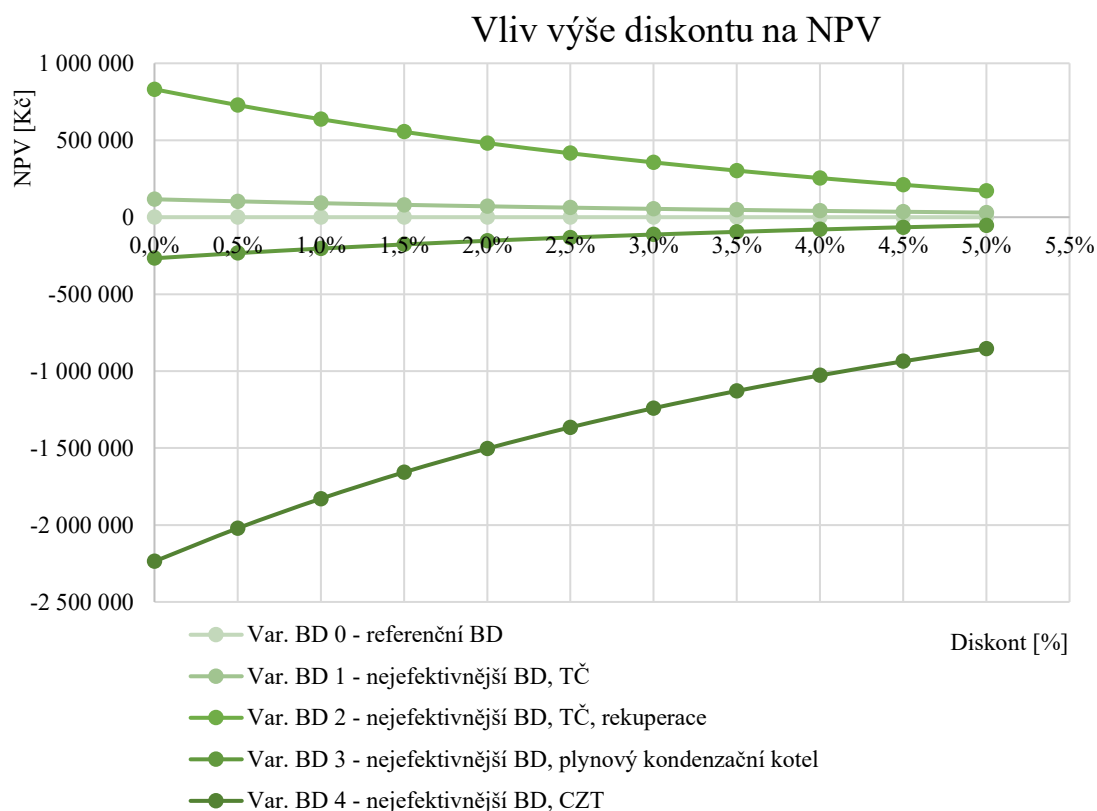
Na následujícím grafu je uvedena závislost NPV na eskalaci cen energie, která je potřebná pro daný způsob vytápění bytového domu.



Graf č. 17: Vliv eskalace cen energie na NPV jednotlivých variant BD

Z grafu je patrné, stejně jako u rodinného domu, že při růstu cen energie se vyplatí investovat do jedné z variant s tepelným čerpadlem. Nejvíce pak do kombinace tepelného čerpadla s řízeným větráním s rekuperací. Řízené větrání s rekuperací obecně s jakýmkoliv zdrojem tepla pro vytápění zvyšuje NPV při vzrůstu eskalace cen energie. Naopak NPV u CZT se při vyšší eskalaci cen tepla dostává hlouběji do záporných čísel. Zatímco CZT v porovnání s ostatními zdroji energie na vytápění z hlediska NPV je nevýhodné, výhodou CZT je prakticky nulová údržba. U CZT nejsou potřeba pravidelné revize a nemůže dojít k poruše, kterou by musel řešit a hradit majitel bytového domu.

Na následujícím grafu je uvedena závislost NPV na diskontu.



Graf č. 18: Vliv diskontu na NPV jednotlivých variant BD

Z výše uvedeného grafu je zřejmé, že zvýšení diskontu má pozitivnější vliv na investice se záporným NPV, a naopak negativní vliv na investice s kladným NPV.

V následující tabulce na následující straně jsou uvedeny sumarizační hodnoty jednotlivých variant bytového domu.

Název veličiny	Veličina	Jednotka	Var. BD 0	Var. BD 1	Var. BD 2	Var. BD	Var. BD 4
Celková energie potřebná pro vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	57,29	52,79	21,92	52,79	52,79
Celková měrná energie potřebná pro vytápění za rok	Vyt	kWh·rok <sup>(-1)</sup> ·m <sup>(-2)</sup>	38,29	35,29	14,65	35,29	35,29
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	48 694,32	44 870,00	19 512,97	58 164,82	109 832,98
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-	54 242,37	356 031,16	-112 736,65	-1 241 214,79
Vnitřní výnosové procento	IRR	%	-	9,45	7,96	7,76	19,11
Prostá doba návratnosti	Ts	Rok	-	12	14	-	-
Diskontovaná doba návratnosti	Tsd	Rok	-	15	18	-	-

Tabulka č. 22: Sumarizační hodnoty jednotlivých variant bytového domu.

## 5 Závěr

Práce jako celek tvoří ucelenou formu problematiky energetiky rodinných a bytových domů, zejména pak problematiku zdrojů energie a zateplení. Na problematiku je v práci nahlíženo z pohledu technického, zejména pak z pohledu tepelných ztrát domu, respektive ročních nákladů na vytápění, tak z pohledu kritérií ekonomické efektivity, dle kterých jsou jednotlivé varianty hodnoceny v horizontu 30 let.

Výsledkem práce je detailní srovnání technických vlastností a ekonomických kritérií efektivity širokého sortimentu izolačních materiálů a zdrojů energie pro vytápění, které jsou důležitým prvkem energetiky každého rodinného a bytového domu.

Díky této práci může čtenář se záměrem stavět nebo rekonstruovat rodinný či bytový dům, nebo se záměrem pořízení či výměny zdroje energie pro vytápění načerpat potřebné informace o problematice nejefektivnější kombinace zateplení a zdroje energie pro vytápění. Důležitým prvkem přidaným do technické a ekonomické analýzy je vliv řízeného větrání s rekuperací, jejichž přínosy jsou v práci popsány.

Zateplení rodinných a bytových domů z hlediska prostupu tepla obálkou budovy, respektive nákladů na vytápění za rok vychází nejlépe u materiálu PUR, PIR, expandovaného grafitového polystyrenu a u skelné vlny. Naopak nejhorším izolantem jsou dřevovláknité izolace a izolace z technického konopí.

Druhým porovnávacím kritériem je porovnání NPV jednotlivých izolací, do jejichž nákladů byl zahrnut materiál a cena práce na aplikaci izolace. Z tohoto pohledu vzešel jako ekonomicky nejvýhodnější materiál pro podlahu a obvodové konstrukce obálky budovy expandovaný polystyren, a to jak bílý, tak grafitový, který se pohyboval na přibližně podobném NPV. Jako nejefektivnější izolační materiály pro strop z pohledu kritéria ekonomické efektivity NPV vzešly materiály s rozvolněnou strukturou, a to rozvolněný expandovaný polystyren bílý, rozvolněná skelná vlna a rozvolněná celulózová vlna. Naopak z pohledu NPV jsou nejméně efektivní dřevovláknité izolace a kamenná vlna, které jsou velmi drahé. Mezi drahé izolanty patří také materiál PUR, PIR, především pak ty tvrdé, které však vysoké investiční náklady částečně vykompenzují výbornou izolační schopností.

Izolanty z obnovitelných materiálů dle výsledků práce vycházejí nepříznivě jak z hlediska ročních nákladů na vytápění, tak z hlediska NPV. Mají špatné izolační vlastnosti a jsou velmi drahé. Jedinou výjimkou je rozvolněná celulózová izolace. Výhodou tohoto druhu izolace je snazší recyklace po uplynutí životnosti a příznivější vliv na životní prostředí.

Z hodnocení jednotlivých typů zdrojů energie na vytápění z hlediska ročních nákladů na vytápění vyšlo nejpříznivěji tepelné čerpadlo a kombinovaný kotel na tuhá paliva. Za přibližně srovnatelný je možné považovat také plynový kondenzační kotel. Z pohledu nákladu na vytápění je nejméně příznivý zdroj energie na vytápění elektrický kotel a CZT.

Stejný závěr je také u kritérií ekonomické efektivity NPV, kde jsou i přes nízké investiční náklady na elektrický kotel a na odběr tepelné energie na vytápění z CZT, obě tyto varianty nejméně ekonomicky efektivní.

Přínosnou informací pro čtenáře je mimo jiné hodnocení vlivu technologie řízeného větrání s rekuperací, které má nejen příznivý vliv na kvalitu ovzduší v domě, ale také na úsporu energie na vytápění. V rodinném domě při dané predikci eskalace cen energie, vychází NPV mírně záporně. Naopak u bytového domu je řízené větrání s rekuperací výhodné jak z hlediska kvality ovzduší v interiéru, tak z hlediska NPV.

U hodnocení kritérií ekonomické efektivity je důležité neopomenout ovlivnění výsledků predikovanou eskalací cen energie a diskontu, jejichž vliv je zaznamenán na citlivostních analýzách vlivu eskalace cen energie a diskontu. Na těchto grafech si může čtenář ověřit, jaký bude mít případná odchylka od predikce vliv na výsledné NPV a určit si tak míru rizikovosti investice.

Práce obsahuje všechny body oficiálního zadání diplomové práce, které jsou v jednotlivých kapitolách podrobně popsány, čímž se naplnilo oficiální zadání diplomové práce i představa autora o uceleném a podrobném zachycení problematiky energetiky rodinných a bytových domů.

Přínosem pro autora práce je ucelený přehled problematiky energetiky rodinných a bytových domů. Tato práce mu prohloubila znalosti nejen v oblasti elektrických zdrojů energie, ale přinesla mu komplexní souhrn problematiky výstavby a rekonstrukce rodinné a bytové výstavby, která je důležitá pro komplexní orientaci v tomto odvětví.

Práce je přínosem pro investory a projektanty, při rozhodování a navrhování budoucího záměru výstavby či rekonstrukce rodinného či bytového domu. Díky této

práci se při dimenzování zateplení budovy a při dimenzování a výběru zdroje energie pro vytápění mohou rozhodnout, zda výběr bude záviset na budoucí ceně energie na vytápění, na kritériu ekonomické efektivity nebo vlivu záměru na životní prostředí.



## Seznam použitých tištěných zdrojů

- [1] BENDA, Vítězslav. Obnovitelné zdroje energie. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.
- [2] BERANOVSKÝ, Jiří a Jan POKORNÝ. Je úsporný dům opravdu úsporný? Švábky 2, 190 00 Praha 8: EkoWATT, 2014. ISBN 978-80-87333-10-5.
- [3] ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [4] ČSN EN 15316-1 Energetická náročnost budov - Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav - Část 1: Obecné požadavky a vyjádření energetické náročnosti, Modul M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4.
- [5] ČSN EN 15316-2 Energetická náročnost budov - Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav - Část 2: Části soustav pro sdílení (vytápění a chlazení), Modul M3-5, M4-5.
- [6] ČSN EN 15316-4 Energetická náročnost budov - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 4-1: Výroba tepla pro vytápění a příprava teplé vody, spalovací zařízení (kotle, biomasa), Modul M3-8-1, M8-8-1, Část 4-2: Výroba tepla pro vytápění, Tepelná čerpadla, Modul M3-8-2, M8-8-2, Část 4-3: Výroba tepla, fotovoltaické a solární tepelné soustavy, Modul M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3, Část 4-4: Části soustav pro výrobu tepla, kombinovaná výroba elektřiny a tepla integrovaná do budovy, Modul M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4, Část 4-5: Soustavy zásobování teplem a chladem, Modul M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5.
- [7] ČSN EN 15665. Praha: Centrum technické normalizace, Fakulta strojní ČVUT v Praze, 2009.
- [8] ČSN EN ISO 52016-1 Energetická náročnost budov - Energie potřebná pro vytápění a chlazení vnitřních prostor a citelné a latentní tepelné zatížení - Část 1: Postupy výpočtu
- [9] Energetické hodnocení budov. Brno: Vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-214-5274-9.

- [10] QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010, s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [11] SYNEK, Miloslav. Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.

## Seznam použitých elektronických a webových zdrojů

- [1] 5 výhod kondenzačních plynových kotlů [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/123799-5-vyhod-kondenzacnich-plynovych-kotlu>
- [2] Alu Design Quadrat: Technické dokumenty [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, ©2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/produkt/alu-design-quadrat/>
- [3] BERANOVÁ, Eliška. Rakousko chce do roku 2030 získávat veškerou energii z obnovitelných zdrojů, pomůže komunitní energetika [online]. Praha: Frank Bold, 2021 [cit. 2021-4-23]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/21885-rakousko-chce-do-roku-2030-ziskavat-veskerou-energii-z-obnovitelnych-zdroju-pomuze-komunitni-energetika>
- [4] ČR porcuje Modernizační fond. Ministerstvo chce při čerpání zvýhodnit energetické společnosti [online]. EURACTIV, 2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energetika/news/cr-porcuje-modernizacni-fond-ministerstvo-chce-pri-cerpani-zvyhodnit-energeticke-spolecnosti/>
- [5] Energetický regulační úřad: O úřadu [online]. Jihlava, 2020 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/o-uradu>
- [6] Fyzikální webové stránky - webFyzika: Termodynamika - základní vztahy [online]. webFyzika [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <http://webfyzika.fsv.cvut.cz/1term.htm>
- [7] Garance návratnosti [online]. SolarSolution, 2014 [cit. 2021-02-12]. Dostupné z: <http://chrbolka.cz/garance-navratnosti>
- [8] Hygienické rozvody vzduchu řízeného větrání [online]. © Copyright Topinfo, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/10659-rizene-vetrani-s-rekuperaci-tepla-pro-rodinne-domy-a-byty-iii>
- [9] Izolace PUR, PIR a fenolická pěna [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>
- [10] Izolace z obnovitelných surovin: Izolace z technického konopí [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/301-izolace-z-obnovitelnych-surovin-drevo-celuloza-konopi-ovci-vlna-slama>
- [11] Jak správně vybrat klimatizaci? [online]. Panasonic (divize tepelná čerpadla a klimatizační technika), 2018 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/17182-jak-spravne-vybrat-klimatizaci>

- [12] KOČÁRNÍK, Petr. Strojní struktury elektráren: Základy termodynamiky [online]. Praha: ČVUT, 2020 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://moodle.fel.cvut.cz/course/view.php?id=4214>
- [13] Kombi kotle na dřevo a pelety [online]. Bělá pod Bezdězem, 2021 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/kombi-kotle-na-drevo-a-pelety/>
- [14] Komunitní energetika [online]. Praha: Technologická agentura ČR, 2021 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: [https://www.enviwiki.cz/wiki/Komunitn%C3%AD\\_energetika#cite\\_note-:2-2](https://www.enviwiki.cz/wiki/Komunitn%C3%AD_energetika#cite_note-:2-2)
- [15] MATAJS, Vladimír. Fotovoltaika v podmínkách České republiky [online]. České Budějovice: Isofen Energy, ©2009 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>
- [16] MATAJS, Vladimír. Optimální orientace a sklon fotovoltaických panelů [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/114865-optimalni-orientace-a-sklon-fotovoltaickych-panelu>
- [17] MATAJS, Vladimír. Virtuální baterie: podvod nebo zázrak? [online]. České Budějovice: Solární Experti, 2020 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/virtualni-baterie-net-metering-porovnani-vyhodnosti/>
- [18] Minerální izolace [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/300-penove-sklo>
- [19] Minerální izolace: Kamenná vlna (desky nebo role) [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>
- [20] Minerální izolace: Skelná vlna (desky nebo role) [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>
- [21] Modernizační fond má očistit průmysl od emisí [online]. EURACTIV, 2021 [cit. 2021-4-23]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/tag/energeticke-komunity/>
- [22] Nabídka dotací [online]. Praha: Resort životního prostředí, 2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/>
- [23] Obecně závazná vyhláška č. 11/2019 Sb. hl. m. Prahy [online]. Praha: Magistrát hlavního města Prahy, ©2021 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: [https://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/vyhlaskey\\_a\\_narizeni/-vyhledavani\\_v\\_pravnich\\_predpisech/obecne\\_zavazna\\_vyhlaskey\\_c\\_11\\_2019\\_sb\\_hl.html](https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/vyhlaskey_a_narizeni/-vyhledavani_v_pravnich_predpisech/obecne_zavazna_vyhlaskey_c_11_2019_sb_hl.html)

- [24] Operátor trhu s elektřinou: Statistika, měsíční zpráva elektřina [online]. © OTE, 2018 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs>
- [25] Polystyrenové izolace: Expandovaný polystyren – rozvolněný [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- [26] Polystyrenové izolace: Expandovaný polystyren (bílý) – desky [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- [27] Polystyrenové izolace: Expandovaný polystyren (grafitový) – desky [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- [28] Polystyrenové izolace: Extrudovaný polystyren – XPS [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/297-polystyrenove-izolace>
- [29] Předehřev pro rekuperaci [online]. T. G. Masaryka 102, Slatiňany 538 21: Luftuj.cz, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.luftuj.cz/clanky/predehrev-pro-rekuperaci/>
- [30] Stanovení tepelných zisků zasklení ze slunečního záření v energetickém hodnocení budov [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/8972-stanoveni-tepelnych-zisku-zaskleni-ze-slunecniho-zareni-v-energetickem-hodnoceni-budov>
- [31] Střešní fotovoltaické elektrárny jsou osvobozeny od daní [online]. Solární Experti, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/osvobozeni-od-dane-z-prijmu-pro-fotovoltaicke-elektrarny-na-rodinnych-domech/>
- [32] Tepelná čerpadla [online]. © Copyright Topinfo, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [33] TEPELNÉ ČERPADLO ACOND PRO R [online]. Praha: ACOND, 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://tepelna-cerpadla-acond.cz/>
- [34] Veřejný rejstřík a Sběrka listin [online]. Ministerstvo spravedlnosti České republiky [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- [35] Virtuální baterie: podvod nebo zázrak? [online]. Solární Experti s.r.o, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/na-rodinnych-domech/>
- [36] Vyhláška č. 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zlín: AION CS, ©2010-2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>

- [37] Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov [online]. Zákony pro lidi, ©2010-2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264>
- [38] Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210 [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>
- [39] Vytápění a vzduchotechnika [online]. Kladenská 107, Praha 6: Copyright ©, 2021 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.drevostavby.cz/vse-o-drevostavbach/stavba-drevostavby/vytapani-a-vzduchotechnika/5540-rekuperace-vse-o-rizenem-vetrasni-s-rekuperaci-tepla>
- [40] Vytápíme elektrinou [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, ©2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou>
- [41] Vytápíme plynem [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem>
- [42] ZÁKONY PRO LIDI: Zákon č. 458/2000 Sb. [online]. © AION CS, 2021 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>

## **Příloha č. 1.**

Parametry izolací pro zateplení obvodové konstrukce obálky budovy.

Parametry izolací pro zateplení obvodové konstrukce obálky budovy							
Materiál	$\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	Mocnost [m]	Cena za m <sup>(-3)</sup> včetně DPH [Kč]	Cena za m <sup>(-2)</sup> včetně DPH [Kč]	Kompletní cena za práci, materiál a dopravu za m <sup>(-2)</sup> včetně DPH [Kč]	R [K·W <sup>(-1)</sup> ·m <sup>(-2)</sup> ]	U [W·m <sup>(2)</sup> ·K <sup>(-1)</sup> ]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,06	1714,0	102,8	205,7	1,54	0,65
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,10	1714,0	171,4	308,5	2,56	0,39
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,16	1714,0	274,2	411,4	4,10	0,24
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,20	1714,0	342,8	479,9	5,13	0,20
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,06	2141,7	128,5	257,0	1,88	0,53
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,10	2141,7	214,2	385,5	3,13	0,32
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,16	2141,7	342,7	514,0	5,00	0,20
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,20	2141,7	428,3	599,7	6,25	0,16
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,06	4093,4	245,6	491,2	1,88	0,53
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,10	4093,4	409,3	736,8	3,13	0,32
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,16	4093,4	654,9	982,4	5,00	0,20
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,20	4093,4	818,7	1146,2	6,25	0,16
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,06	3560,0	213,6	427,2	1,76	0,57
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,10	3560,0	356,0	640,8	2,94	0,34
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,16	3560,0	569,6	854,4	4,71	0,21
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,20	3560,0	712,0	996,8	5,88	0,17
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,06	6946,8	416,8	833,6	2,73	0,37
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,10	6950,0	695,0	1251,0	4,55	0,22
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,16	6946,4	1111,4	1667,1	7,27	0,14
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,20	6945,0	1389,0	1944,6	9,09	0,11
Parametry PUR, PIR stříkané s uzavřenou buněčnou strukturou	0,025	0,10	-	-	1330,0	4,00	0,25
Parametry PUR, PIR stříkané s uzavřenou buněčnou strukturou	0,025	0,16	-	-	2128,0	6,40	0,16



Parametry izolací pro zateplení obvodové konstrukce obálky budovy							
Materiál	$\lambda$ [W·m <sup>(-1)</sup> ·K <sup>(-1)</sup> ]	Mocnost [m]	Cena za m <sup>(-3)</sup> včetně DPH [Kč]	Cena za m <sup>(-2)</sup> včetně DPH [Kč]	Kompletní cena za práci, materiál a dopravu za m <sup>(-2)</sup> včetně DPH [Kč]	R [K·W <sup>(-1)</sup> ·m <sup>(-2)</sup> ]	U [W·m <sup>(2)</sup> ·K <sup>(-1)</sup> ]
Parametry PUR, PIR stříkané s uzavřenou buněčnou strukturou	0,025	0,20	-	-	2660,0	8,00	0,13
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	0,041	0,06	-	458,7	917,4	1,46	0,68
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	0,041	0,10	-	581,7	1047,1	2,44	0,41
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	0,041	0,16	-	940,7	1411,1	3,90	0,26
Izolace z technického konopí	0,040	0,06	-	177,0	354,0	1,50	0,67
Izolace z technického konopí	0,040	0,10	-	304,0	547,2	2,50	0,40
Izolace z technického konopí	0,040	0,16	-	474,0	711,0	4,00	0,25
Izolace z technického konopí	0,040	0,20	-	607,0	849,8	5,00	0,20



## **Příloha č. 2.**

Tabulky použitých izolačních materiálů a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant izolace obvodové konstrukce obálky budovy.

Varianta č. 1.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>(2)</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,06	205,68
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojasklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,06
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	108 534,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	54 267,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,80
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 177,94
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 715,25
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-10 839,61

Varianta č. 2.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,16	411,36
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,88
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	144 528,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	72 264,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,21
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 830,06
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 367,37
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	6 341,42

Varianta č. 3.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,20	479,92
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,67
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	156 526,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	78 263,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,94
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 597,27
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 134,57
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	6 418,17

Varianta č. 4.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (grafitový) – ISOVER	stěny	0,06	257,00
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,79
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	117 515,70
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	58 757,85
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,44
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 872,46
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 409,76
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-7 357,66

Varianta č. 5.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	stěny	0,10	385,51
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,16
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	140 003,55
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	70 001,78
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,59
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 154,98
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 692,29
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	123,63



Varianta č. 6.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (grafitový) – ISOVER	stěny	0,16	514,01
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,69
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	162 491,40
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	81 245,70
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,97
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 622,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 159,45
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	2 786,13

Varianta č. 7.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	stěny	0,20	599,68
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,51
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	177 483,30
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	88 741,65
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,72
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 416,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	16 953,46
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	666,45

Varianta č. 8.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	stěny	0,06	491,21
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,79
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	158 502,03
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	79 251,02
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,44
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 872,46
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 409,76
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-27 850,83

Varianta č. 9.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	stěny	0,10	736,82
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,16
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	201 483,05
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	100 741,52
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,59
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 154,98
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 692,29
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-30 616,12

Varianta č. 10.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	stěny	0,16	982,42
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,69
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	244 464,06
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	122 232,03
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,97
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	7 622,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 159,45
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-38 200,20

Varianta č. 11.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	stěny	0,20	1 146,16
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,51
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	273 118,07
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	136 559,04
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,72
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 416,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	16 953,46
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-47 150,94

Varianta č. 12.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	stěny	0,06	427,20
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,87
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	147 300,84
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	73 650,42
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,55
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 964,91
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 502,22
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-24 663,12

Varianta č. 13.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	stěny	0,10	640,81
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,23
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	184 681,26
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	92 340,63
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,69
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 233,26
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 770,57
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-24 258,20



Varianta č. 14.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	stěny	0,16	854,41
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,75
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	222 061,68
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	111 030,84
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,04
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 683,31
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 220,62
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-28 595,39

Varianta č. 15.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Kamenná vlna - desky - Knauf FKS Thermal	stěny	0,20	996,81
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,56
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	246 981,96
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	123 490,98
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,79
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 469,18
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 006,48
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-35 466,82

Varianta č. 16.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR desek	stěny	0,06	833,62
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,32
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	218 423,24
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	109 211,62
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,80
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 333,60
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 870,91
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-43 747,87

Varianta č. 17.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR desek	stěny	0,10	1 251,00
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,78
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	291 465,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	145 732,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,08
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 719,32
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 256,63
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-64 236,83

Varianta č. 18.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR desek	stěny	0,16	1 667,15
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,41
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	364 290,38
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	182 145,19
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,58
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 292,88
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	16 830,19
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-89 519,87

Varianta č. 19.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR desek	stěny	0,20	1 944,60
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,27
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	412 845,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	206 422,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,39
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 134,30
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	16 671,61
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-109 658,43

Varianta č. 20.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR stříkané s uzavřenou buněčnou strukturou	stěny	0,10	1 330,00
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,90
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	305 290,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	152 645,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,25
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 858,41
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 395,71
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-74 779,26

Varianta č. 21.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR stříkané s uzavřenou buněčnou strukturou	stěny	0,16	2 128,00
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,50
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	444 940,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	222 470,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,70
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 395,99
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	16 933,30
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-132 535,78



Varianta č. 22.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Parametry PUR, PIR stříkané s uzavřenou buněčnou strukturou	stěny	0,20	2 660,00
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,34
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	538 040,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	269 020,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,50
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 221,92
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	16 759,22
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-174 542,63

Varianta č. 23.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	stěny	0,06	917,40
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	8,13
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	233 085,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	116 542,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,89
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	9 256,63
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 793,94
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-75 168,74

Varianta č. 24.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Dřevovláknité izolace – PAVATEX	stěny	0,10	1 047,06
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,45
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	255 775,50
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	127 887,75
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,99
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 487,52
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 024,83
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-66 441,18

Varianta č. 25.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	stěny	0,16	1 411,05
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,93
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	319 473,75
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	159 736,88
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,28
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 886,42
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 423,73
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-82 602,39

Varianta č. 26.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>(2)</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Izolace z technického konopí	stěny	0,06	354,00
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Velichina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,10
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	134 490,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	67 245,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,84
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	9 217,72
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 755,03
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-24 855,79

Varianta č. 27.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Izolace z technického konopí	stěny	0,10	547,20
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,42
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	168 300,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	84 150,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,94
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 452,95
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 990,26
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-21 801,29

Varianta č. 28.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Izolace z technického konopí	stěny	0,16	711,00
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,90
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	196 965,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	98 482,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,25
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 858,41
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 395,71
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-20 616,76

Varianta č. 29.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Izolace z technického konopí	stěny	0,20	849,80
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	6,69
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	221 255,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	110 627,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	8,97
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 622,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 159,45
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-26 595,67



### **Příloha č. 3.**

Parametry izolací pro zateplení podlah.

Parametry izolací pro zateplení podlahy							
Materiál	$\lambda$ [W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	Mocnost [m]	Cena za m <sup>-3</sup> včetně DPH [Kč]	Cena za m <sup>-2</sup> včetně DPH [Kč]	Kompletní cena za práci, materiál a dopravu za m <sup>-2</sup> včetně DPH [Kč]	R [K·W <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> ]	U [W·m <sup>2</sup> ·K <sup>-1</sup> ]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,10	1714,0	171,4	308,5	2,56	0,39
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,16	1714,0	274,2	411,4	4,10	0,24
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,20	1714,0	342,8	479,9	5,13	0,20
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,10	2141,7	214,2	385,5	3,13	0,32
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,16	2141,7	342,7	514,0	5,00	0,20
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,20	2141,7	428,3	599,7	6,25	0,16
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,10	4093,4	409,3	736,8	3,13	0,32
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,16	4093,4	654,9	982,4	5,00	0,20
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	0,032	0,20	4093,4	818,7	1146,2	6,25	0,16
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,10	3560,0	356,0	640,8	2,94	0,34
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,16	3560,0	569,6	854,4	4,71	0,21
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,20	3560,0	712,0	996,8	5,88	0,17
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,10	6950,0	695,0	1251,0	4,55	0,22
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,16	6946,4	1111,4	1667,1	7,27	0,14
Parametry PUR, PIR desek	0,022	0,20	6945,0	1389,0	1944,6	9,09	0,11
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé s uzavřenou buněčnou strukturou	0,025	0,10	-	-	1330,0	4,00	0,25
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé s uzavřenou buněčnou strukturou	0,025	0,16	-	-	2128,0	6,40	0,16
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé s uzavřenou buněčnou strukturou	0,025	0,20	-	-	2660,0	8,00	0,13
Fenolická pěna	0,020	0,10	-	1200,0	2160,0	5,00	0,20
Fenolická pěna	0,020	0,16	-	1898,0	2847,0	8,00	0,13

#### **Příloha č. 4.**

Tabulky použitých izolačních materiálů a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant izolace podlahy.

Varianta č. 30.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,16	411,36
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,17
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	136 815,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	68 407,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,60
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 163,11
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 700,42
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	1 505,70

Varianta č. 31.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	podlaha	0,20	479,92
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,09
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	143 671,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	71 835,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,50
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 076,00
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 613,31
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	351,31

Varianta č. 32.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	podlaha	0,10	385,51
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,29
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	134 229,60
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	67 114,80
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,76
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 297,13
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 834,44
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-699,36

Varianta č. 33.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (grafitový) – ISOVER	podlaha	0,16	514,01
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,10
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	147 079,80
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	73 539,90
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,51
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 084,99
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 622,29
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-1 587,64

Varianta č. 34.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	podlaha	0,20	599,68
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,04
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	155 646,60
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	77 823,30
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,43
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 012,75
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 550,06
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-3 985,82



Varianta č. 35.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	podlaha	0,10	736,82
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,29
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	169 360,74
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	84 680,37
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,76
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 297,13
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 834,44
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-18 264,93

Varianta č. 36.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	podlaha	0,16	982,42
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,10
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	193 921,32
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	96 960,66
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,51
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 084,99
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 622,29
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-25 008,40

Varianta č. 37.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Extrudovaný polystyren - FIBRAN	podlaha	0,20	1 146,16
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,04
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	210 295,04
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	105 147,52
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,43
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 012,75
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 550,06
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-31 310,04

Varianta č. 38.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	podlaha	0,10	640,81
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,32
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	159 759,72
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	79 879,86
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,80
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 331,84
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 869,15
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-14 370,30

Varianta č. 39.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	podlaha	0,16	854,41
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,12
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	181 119,96
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	90 559,98
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,54
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 107,40
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 644,71
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-19 192,73

Varianta č. 40.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	podlaha	0,20	996,81
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,05
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	195 360,12
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	97 680,06
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,45
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 030,88
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 568,19
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-24 315,78

Varianta č. 41.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR desek	podlaha	0,10	1 251,00
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,13
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	220 779,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	110 389,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,55
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 120,81
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 658,12
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-39 372,33

Varianta č. 42.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR desek	podlaha	0,16	1 667,15
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	7,00
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	262 393,50
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	131 196,75
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,38
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 971,78
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 509,09
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-56 289,92



Varianta č. 43.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) – Rapol	stěny	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR desek	podlaha	0,20	1 944,60
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,96
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	290 139,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	145 069,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,32
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 921,36
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 458,67
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-68 846,87

Varianta č. 44.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé s uzavřenou buněčnou strukturou	podlaha	0,10	1 330,00
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,18
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	228 679,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	114 339,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,62
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 174,20
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 711,51
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-44 715,66

Varianta č. 45.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé s uzavřenou buněčnou strukturou	podlaha	0,16	2 128,00
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,03
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	308 479,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	154 239,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,42
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 005,94
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 543,25
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-80 224,25

Varianta č. 46.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé s uzavřenou buněčnou strukturou	podlaha	0,20	2 660,00
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,98
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	361 679,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	180 839,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,35
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 948,91
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 486,22
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-105 335,79

Varianta č. 47.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Fenolická pěna	podlaha	0,10	2 160,00
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,10
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	311 679,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	155 839,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,51
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 084,99
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 622,29
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-83 887,24

Varianta č. 48.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Fenolická pěna	podlaha	0,16	2 847,00
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	416,88
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	6,98
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	380 379,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	190 189,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,35
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	7 948,91
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 486,22
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-114 685,79

## **Příloha č. 5.**

Parametry izolací pro zateplení stropu.

Parametry izolací pro zateplení podlahy

Materiál	$\lambda$ [ $W \cdot m^{(-1)} \cdot K^{(-1)}$ ]	Mocnost [m]	cena za $m^{(-3)}$ včetně DPH [Kč]	cena za $m^{(-2)}$ včetně DPH [Kč]	kompletní cena za práci, materiál a dopravu za $m^{(-2)}$ včetně DPH [Kč]	R [ $K \cdot W^{(-1)} \cdot m^{(-2)}$ ]	U [ $W \cdot m^{(2)} \cdot K^{(-1)}$ ]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,10	1714,0	171,4	308,5	2,56	0,39
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,20	1714,0	342,8	479,9	5,13	0,20
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	0,039	0,30	1714,0	514,2	668,5	7,69	0,13
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,10	2141,7	214,2	385,5	3,13	0,32
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,20	2141,7	428,3	599,7	6,25	0,16
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	0,032	0,30	2141,7	642,5	835,3	9,38	0,11
Expandovaný polystyren (rozvolněný) – SYRODRŤ	0,036	0,10	600,0	60,0	108,0	2,78	0,36
Expandovaný polystyren (rozvolněný) - SYRO DRŤ	0,036	0,20	600,0	120,0	168,0	5,56	0,18
Expandovaný polystyren (rozvolněný) - SYRO DRŤ	0,036	0,30	600,0	180,0	234,0	8,33	0,12
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,10	3560,0	356,0	640,8	2,94	0,34
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,20	3560,0	712,0	996,8	5,88	0,17
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	0,034	0,30	3560,0	1068,0	1388,4	8,82	0,11
Sklenná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	0,033	0,10	1158,0	115,8	208,4	3,03	0,33
Sklenná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	0,033	0,20	1158,0	231,6	324,2	6,06	0,17
Sklenná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	0,033	0,30	1158,0	347,4	451,6	9,09	0,11
Sklenná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	0,034	0,10	600,0	60,0	108,0	2,94	0,34
Sklenná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	0,034	0,20	600,0	120,0	168,0	5,88	0,17
Sklenná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	0,034	0,30	600,0	180,0	234,0	8,82	0,11



Parametry izolací pro zateplení podlahy

Materiál	$\lambda$ [W·m <sup>(-1)</sup> ·K <sup>(-1)</sup> ]	Mocnost [m]	Cena za m <sup>(-3)</sup> včetně DPH [Kč]	Cena za m <sup>(-2)</sup> včetně DPH [Kč]	Kompletní cena za práci, materiál a dopravu za m <sup>(-2)</sup> včetně DPH [Kč]	R [K·W <sup>(-1)</sup> ·m <sup>(-2)</sup> ]	U [W·m <sup>(2)</sup> ·K <sup>(-1)</sup> ]
Parametry PUR, PIR stříkané měké	0,036	0,10			302,5	2,78	0,36
Parametry PUR, PIR stříkané měké	0,036	0,20			605,0	5,56	0,18
Parametry PUR, PIR stříkané měké	0,036	0,30			907,5	8,33	0,12
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé	0,022	0,10			847,0	4,55	0,22
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé	0,022	0,20			1694,0	9,09	0,11
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé	0,022	0,30			2117,5	13,64	0,07
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	0,041	0,10		581,7	1047,1	2,44	0,41
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	0,041	0,20		1163,4	1628,8	4,88	0,21
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	0,041	0,30		1745,1	2268,6	7,32	0,14
Izolace z technického konopí	0,040	0,10		304,0	547,2	2,50	0,40
Izolace z technického konopí	0,040	0,20		608,0	851,2	5,00	0,20
Izolace z technického konopí	0,040	0,30		912,0	1185,6	7,50	0,13
Celulóznová izolace - rozvolněná - VATIZOL	0,040	0,10	600,0	-	126,5	2,50	0,40
Celulóznová izolace - rozvolněná - VATIZOL	0,040	0,20	600,0	-	253,0	5,00	0,20
Celulóznová izolace - rozvolněná - VATIZOL	0,040	0,30	600,0	-	316,3	7,50	0,13



## **Příloha č. 6.**

Tabulky použitých izolačních materiálů a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant izolace stropu.

Varianta č. 49.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	strop	0,10	308,52
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,20
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	115 695,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	57 847,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,98
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 332,88
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 870,19
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-23 095,93

Varianta č. 50.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	strop	0,20	479,92
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,50
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	132 835,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	66 417,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,05
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 543,42
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 080,73
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-11 061,94

Varianta č. 51.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	strop	0,30	668,46
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,26
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	151 689,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	75 844,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,73
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 269,85
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 807,16
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-13 348,93

Varianta č. 52.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	strop	0,10	385,51
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,95
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	123 393,60
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	61 696,80
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,65
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	9 054,74
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 592,05
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-19 685,96

Varianta č. 53.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	strop	0,20	599,68
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,37
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	144 810,60
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	72 405,30
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,88
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 396,78
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 934,09
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-13 222,58



Varianta č. 54.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (grafitový) - ISOVER	strop	0,30	835,26
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,18
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	168 369,30
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	84 184,65
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,61
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 170,32
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 707,62
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-19 091,45

Varianta č. 55.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (rozvolněný) - SYRO DRŤ	strop	0,10	108,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,09
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	95 643,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	47 821,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,84
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 214,38
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 751,69
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-9 977,17

Varianta č. 56.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (rozvolněný) - SYRO DRŤ	strop	0,20	168,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,45
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	101 643,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	50 821,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,98
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 480,77
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 018,08
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	6 169,32

Varianta č. 57.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (rozvolněný) - SYRO DRŤ	strop	0,30	234,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,23
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	108 243,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	54 121,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,68
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 227,28
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 764,59
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	9 485,08

Varianta č. 58.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	strop	0,10	640,81
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,02
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	148 923,72
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	74 461,86
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,75
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	9 134,80
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 672,10
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-34 540,43

Varianta č. 59.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	strop	0,20	996,81
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,41
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	184 524,12
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	92 262,06
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,93
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 438,84
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 976,15
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-34 176,95

Varianta č. 60.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Kamenná vlna - desky - Knauf FKD S Thermal	strop	0,30	1 388,42
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,20
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	223 684,56
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	111 842,28
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,65
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 198,83
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 736,13
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-47 493,14

Varianta č. 61.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,10	208,44
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,99
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	105 687,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	52 843,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,70
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 094,83
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 632,13
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-11 878,91



Varianta č. 62.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,30	451,62
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Velčina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,19
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	130 005,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	65 002,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,63
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 184,58
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 721,89
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-281,52

Varianta č. 63.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,10	108,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,02
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	95 643,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	47 821,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,75
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	9 134,80
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 672,10
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-7 900,07

Varianta č. 64.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,20	168,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,41
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	101 643,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	50 821,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,93
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 438,84
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 976,15
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	7 263,61

Varianta č. 65.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,30	234,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,20
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	108 243,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	54 121,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,65
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 198,83
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 736,13
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	10 227,64

Varianta č. 66.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané měkké	strop	0,10	302,50
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,09
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	115 093,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	57 546,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,84
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 214,38
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 751,69
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-19 702,17

Varianta č. 67.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané měké	strop	0,20	605,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,45
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	145 343,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	72 671,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,98
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 480,77
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 018,08
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-15 680,68

Varianta č. 68.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané měkké	strop	0,30	907,50
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,23
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	175 593,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	87 796,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,68
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 227,28
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 764,59
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-24 189,92

Varianta č. 69.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé	strop	0,10	847,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,59
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	169 543,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	84 771,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,17
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	8 647,22
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 184,53
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-32 124,99



Varianta č. 70.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé	strop	0,20	1 694,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,19
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	254 243,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	127 121,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,63
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 184,58
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 721,89
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-62 400,52

Varianta č. 71.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Parametry PUR, PIR stříkané tvrdé	strop	0,30	2 117,50
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,05
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	296 593,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	148 296,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,44
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 026,90
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 564,20
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-79 460,17

Varianta č. 72.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	strop	0,10	1 047,06
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,27
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	189 549,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	94 774,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	11,07
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 411,31
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 948,61
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-62 069,67

Varianta č. 73.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	strop	0,20	1 628,76
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,54
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	247 719,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	123 859,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,10
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 585,04
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 122,35
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-69 590,01

Varianta č. 74.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Dřevovláknité izolace - PAVATEX	strop	0,30	2 268,63
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,29
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	311 706,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	155 853,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,76
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 298,16
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 835,46
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-94 096,23

Varianta č. 75.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Izolace z technického konopí	strop	0,10	547,20
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,23
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	139 563,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	69 781,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	11,03
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 372,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 909,46
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-36 054,80

Varianta č. 76.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Izolace z technického konopí	strop	0,20	851,20
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,52
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	169 963,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	84 981,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,08
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 564,25
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 101,55
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-30 169,38

Varianta č. 77.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Izolace z technického konopí	strop	0,30	1 185,60
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,28
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	203 403,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	101 701,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,75
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 284,01
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 821,32
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-39 575,51



Varianta č. 78.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Celulózová izolace - rozvolněná - VATIZOL	strop	0,10	126,50
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	8,23
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	97 493,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	48 746,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	11,03
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	9 372,15
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 909,46
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-15 019,80

Varianta č. 79.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Celulóзовá izolace - rozvolněná - VATIZOL	strop	0,20	253,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,52
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	110 143,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	55 071,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	10,08
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 564,25
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 101,55
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-259,38

Varianta č. 80.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Celulózová izolace - rozvolněná - VATIZOL	strop	0,30	316,25
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,28
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	116 468,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	58 234,00
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	230 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	115 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,75
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 284,01
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	17 821,32
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	3 891,99



## **Příloha č. 7.**

Parametry zdrojů energie na vytápění.

<b>Zdroje vytápění</b>					
<b>Zdroj vytápění</b>	<b>Účinnost [%]</b>	<b>Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]</b>	<b>Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc<sup>(-1)</sup>]</b>	<b>Průměrné náklady na 1 kWh paliva včetně DPH [Kč·kWh<sup>(-1)</sup>]</b>	<b>Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh<sup>(-1)</sup>]</b>
Elektrický kotel	99,5	50 000	400	2,19	2,20
Tepelné čerpadlo	250*	230 000	1 000	2,12	0,85
Plynový kotel	108	110 000	800	1,19	1,10
Kombinovaný kotel na tuhá paliva	91	80 000	400	0,80	0,88

\*...Vysoká účinnost je z důvodu přijímání energie ze vzduchu, vody nebo země, častěji se pro tepelná čerpadla uvádí zkratka COP, která vyjadřuje kolik tepelné čerpadlo vyrobí kWh energie za dodanou 1 kWh elektrické energie. Účinnost tepelného čerpadla se mění v závislosti na teplotě prostředí, ze kterého tepelné čerpadlo energii přijímá. Pro výpočet nákladů na vytápění se počítá s průměrným sezónním topným faktorem.

## **Příloha č. 8.**

Tabulky použitých zdrojů energie na vytápění a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant zdrojů energie na vytápění.

Varianta č. 81.

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	324,24
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody</b>			
<b>Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody</b>	<b>Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]</b>	<b>Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc<sup>(-1)</sup>]</b>	<b>Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh<sup>(-1)</sup>]</b>
Elektrický kotel	50 000	400	2,20
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,39
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	117 267,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	58 633,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	50 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	0,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,90
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	21 797,27
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	31 334,58
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-272 187,43



Varianta č. 82.

Použitý izolační materiál			
Materiál	Umístění	Mocnost [m]	Cena za m <sup>2</sup> včetně DPH [Kč]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	324,24
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody			
Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody	Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]	Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc <sup>-1</sup> ]	Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh <sup>-1</sup> ]
Plynový kotel	110 000	800	1,10
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

Náklady na vytápění a ohřev vody			
Název veličiny	Veličina	Jednotka	Hodnota
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,39
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	117 267,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	58 633,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	110 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	0,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>-1</sup>	9,90
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	10 912,00
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>-1</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	20 449,31
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-56 094,84

Varianta č. 83.

Použitý izolační materiál			
Materiál	Umístění	Mocnost [m]	Cena za m <sup>2</sup> včetně DPH [Kč]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,10	308,52
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rohož - ISOVER UNIROL PROFI	strop	0,20	324,24
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody			
Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody	Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]	Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc <sup>(-1)</sup> ]	Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh <sup>(-1)</sup> ]
Kombinovaný kotel na tuhá paliva	80 000	400	0,88
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

Náklady na vytápění a ohřev vody			
Název veličiny	Veličina	Jednotka	Hodnota
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	7,39
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEXiz	Kč	117 267,00
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	58 633,50
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEXzt	Kč	80 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	40 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEXov	Kč	9 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Qvyt	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	9,90
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TCzt	Kč	8 706,22
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Qtv,r	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	4,34
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TCov	Kč	9 537,31
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	18 243,53
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	79 473,53

## **Příloha č. 9.**

Tabulky použitých zdrojů energie na vytápění a celkových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody jednotlivých variant bytových domů.

Varianta BD č. 1.

Použitý izolační materiál			
Materiál	Umístění	Mocnost [m]	Cena za m <sup>2</sup> včetně DPH [Kč]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,20	479,92
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,30	234,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody			
Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody	Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]	Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc <sup>-1</sup> ]	Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh <sup>-1</sup> ]
Tepelné čerpadlo	700 000	4000	0,85
Řízené větrání s rekuperací	0	0	0,00
Elektrický ohřivač vody	9000	100	2,20

Náklady na vytápění a ohřev vody			
Název veličiny	Veličina	Jednotka	Hodnota
Celková tepelná ztráta domu	Q <sub>c</sub>	kW	39,41
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	510 051,28
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	204 020,51
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	700 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	280 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	144 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>-1</sup>	52,79
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	44 870,00
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>-1</sup>	69,36
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	152 596,92
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	197 466,92
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	54 242,37

Varianta BD č. 2.

Použitý izolační materiál			
Materiál	Umístění	Mocnost [m]	Cena za m <sup>(2)</sup> včetně DPH [Kč]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,20	479,92
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,30	234,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody			
Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody	Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]	Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc <sup>(-1)</sup> ]	Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh <sup>(-1)</sup> ]
Tepelné čerpadlo	700 000	4 000	0,85
Řízené větrání s rekuperací	600 000	2 000	2,20
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

Náklady na vytápění a ohřev vody			
Název veličiny	Velichina	Jednotka	Hodnota
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	16,37
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	510 051,28
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	204 020,51
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	700 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	280 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	144 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	21,92
Celkové náklady na vytápění a rekuperaci za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	19 512,97
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	69,36
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	152 596,92
Celkové náklady za energii na vytápění, ohřev teplé vody a rekuperaci za rok včetně DPH	TCO	Kč	172 109,89
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	356 031,16

<b>Použitý izolační materiál</b>			
<b>Materiál</b>	<b>Umístění</b>	<b>Mocnost [m]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> včetně DPH [Kč]</b>
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,20	479,92
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,30	234,00
Trojsklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

<b>Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody</b>			
<b>Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody</b>	<b>Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]</b>	<b>Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc<sup>(-1)</sup>]</b>	<b>Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh<sup>(-1)</sup>]</b>
Plynový kondenzační kotel (včetně přípojky)	400 000	3000	1,10
Řízené větrání s rekuperací	0	0	0,00
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

<b>Náklady na vytápění a ohřev vody</b>			
<b>Název veličiny</b>	<b>Veličina</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	39,41
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	510 051,28
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	204 020,51
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	400 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	160 000,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	144 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	52,79
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	58 164,82
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	69,36
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	152 596,92
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	210 761,74
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-112 736,65

Varianta BD č. 4.

Použitý izolační materiál			
Materiál	Umístění	Mocnost [m]	Cena za m <sup>(2)</sup> včetně DPH [Kč]
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	stěny	0,20	479,92
Expandovaný polystyren (bílý) - Rapol	podlaha	0,10	308,52
Skelná vlna - rozvolněná - KNAUF - SUPAFIL LOFT	strop	0,30	234,00
Trojasklo	okna	-	-
Plné dveře bez zasklení	dveře	-	-

Zdroje vytápění a ohřevu teplé vody			
Zdroj vytápění / ohřevu teplé vody	Celkové investiční náklady včetně DPH [Kč]	Servisní náklady a reinvestice včetně DPH [Kč·měsíc <sup>(-1)</sup> ]	Průměrné náklady na 1 kWh tepla včetně DPH [Kč·kWh <sup>(-1)</sup> ]
CZT (cena přípojky v ceně 5 leté smlouvy)	20 000	500	2,08
Řízené větrání s rekuperací	0	0	0,00
Elektrický ohřívač vody	9000	100	2,20

Náklady na vytápění a ohřev vody			
Název veličiny	Veličina	Jednotka	Hodnota
Celková tepelná ztráta domu	Qc	kW	39,41
Celkové investiční náklady na izolaci včetně DPH	CAPEX <sub>iz</sub>	Kč	510 051,28
Výše dotace na izolaci včetně DPH		Kč	204 020,51
Celkové investiční náklady zdroj tepla včetně DPH	CAPEX <sub>zt</sub>	Kč	20 000,00
Výše dotace na zdroj tepla včetně DPH		Kč	0,00
Celkové investiční náklady na ohřev vody včetně DPH	CAPEX <sub>ov</sub>	Kč	144 000,00
Celková energie potřebná na vytápění za rok	Q <sub>vyt</sub>	MWh·rok <sup>(-1)</sup>	52,79
Celkové náklady na vytápění za rok včetně DPH	TC <sub>zt</sub>	Kč	109 832,98
Celková energie potřebná na ohřev teplé vody za rok	Q <sub>tv,r</sub>	Wh·rok <sup>(-1)</sup>	69,36
Celkové náklady na ohřev vody za rok včetně DPH	TC <sub>ov</sub>	Kč	152 596,92
Celkové náklady za energii na vytápění a ohřev teplé vody za rok včetně DPH	TCO	Kč	262 429,90
Čistá současná hodnota	NPV	Kč	-1 241 214,79