

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

**Alternativní energetická koncepce rodinného domu v
podobě investičního záměru**

Radka Musilová

© 2016 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Radka Musilová

Podnikání a administrativa

Název práce

Alternativní energetická koncepce rodinného domu v podobě investičního záměru

Název anglicky

The alternative energy concept of a selected family house as an investment purpose

Cíle práce

Hlavním cílem práce je stanovení optimální energetické koncepce stávajícího rodinného domu s ohledem na investiční náročnost a ekologické parametry.

Díličí cíle práce:

- zhodnocení energetické náročnosti vybraného rodinného domu
- návrh možných variant energetických zdrojů pro realizaci investice
- zhodnocení investice
- využití vícekriteriální analýzy pro výběr vhodného řešení

Metodika

Teoretická rešerše bude zpracována na základě studia odborné literatury z oblasti energetické náročnosti budovy, alternativních zdrojů energie a ekonomického hodnocení investic. V praktické části budou získané poznatky aplikovány na již vystavěný rodinný dům. Nejdříve bude stanovena energetická náročnost domu a poté budou vybrány různé vhodné varianty alternativních zdrojů energie pro realizaci investice. Dále bude zhodnocena ekonomická efektivita investice a následně provedeno vícekriteriální hodnocení variant.

Použité metody:

- metody výpočtu energetické náročnosti budovy
- kalkulace nákladů
- zhodnocení investic
- vícekriteriální analýza variant

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

energetická koncepce, alternativní zdroje, investiční náročnost, ekologie, vícekriteriální analýza

Doporučené zdroje informací

BERANOVSKÝ, Jiří. Alternativní energie pro váš dům. 1. vyd. Brno: ERA, 2003, 125 s. ISBN 80-86517-59-4.
NAGY, Eugen. Nízkoenergetický ekologický dům. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2002, 299 s. ISBN 8088905745.
QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. Stavitel. ISBN 9788024732503.
TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy: principy a příklady. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 193 s. Stavitel. ISBN 802471101x.
VALACH, Josef. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování. 2. přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2006, 465 s. ISBN 8086929019.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Michal Malý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2015

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 03. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Alternativní energetická koncepce rodinného domu v podobě investičního záměru" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Michalovi Malému, Ph.D. za cenné rady, které mi během zpracování diplomové práce poskytl. Též bych ráda poděkovala Ing. Liborovi Musilovi za poskytnutí podkladových údajů pro vypracování praktické části diplomové práce.

Alternativní energetická koncepce rodinného domu v podobě investičního záměru

Souhrn

Diplomová práce „Alternativní energetická koncepce rodinného domu v podobě investičního záměru.“ se zabývá návrhem ekonomicky vhodné kombinace zařízení pro vytápění a ohřev vody s cílem snížit provozní náklady domu. Diplomová práce sestává ze tří hlavních částí – metodiky práce, teoretických východisek a vlastní praktické části. V metodické části jsou popsány jednotlivé metody, pomocí nichž bylo následně dosaženo výsledků v části praktické. V části teoretických východisek je shrnuta podstata jednotlivých alternativních energetických zdrojů a jejich podpora ze strany státu. Dále je zde popsána problematika oblasti energetické náročnosti domu, investičního procesu, kritériálního rozhodování a predikcí. V praktické části jsou navržena jednotlivá zařízení pro snížení ekonomické náročnosti provozu domu. Na základě vícekritériální analýzy je jako nejvhodnější zařízení pro realizaci investice nejen z pohledu ekonomické vhodnosti, ale i dalších parametrů, jako je například šetrnost k životnímu prostředí, vybrána kombinace krbových kamen s teplovodním výměníkem na vytápění a částečný ohřev vody a solárních kolektorů na ohřev vody. Na závěr je vybrané zařízení zkoumáno z ekonomického hlediska pomocí dynamických metod s určitou uvažovanou hladinou inflace a též z hlediska predikce vývoje cen energií.

Klíčová slova: energetická koncepce, alternativní zdroje, investiční náročnost, ekologie, vícekritériální analýza

The alternative energy concept of a selected family house as an investment purpose

Summary

The master thesis “The alternative energy concept of a selected family house as an investment purpose” proposes economically convenient combination of heating devices focusing to reduce the operating costs of a house. The thesis consists of three main parts – methodology, literal review and practical part. The description of each method used in practical path is provided in methodic part. Literal review summarizes basic facts of each energetic sources alternative as well as their support from Czech government. Then, the topics: energetic consumption of a building, investment process, decision criteria and stochastic prediction are discussed. In practical part, several devices to decrease building power consumption are designed. Based on multi criterial analysis including economic aspects together with e.g. environmental policy, the fireplace stoves with heat exchange unit for heating combined with the solar collectors for heating water when stoves are not sufficient is selected as best option. Finally, this device is reviewed from economic view using dynamic methods including inflation and prediction of power sources prices.

Keywords: energy concept, alternative sources, investment demand, ecology, multicriterial analysis

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíl práce.....	14
3	Metodika.....	15
3.1	Energetická náročnost budovy.....	15
3.2	Investice.....	21
3.3	Vícekriteriální analýza variant.....	25
3.4	Prognostické metody.....	28
4	Teoretická východiska.....	30
4.1	Zdroje energie.....	30
4.2	Podpora využití obnovitelných zdrojů energie.....	35
4.3	Energetická náročnost domu.....	37
4.4	Investice.....	40
4.4.1	Investiční proces.....	41
4.4.2	Investiční strategie.....	42
4.5	Kriteriální rozhodování.....	43
4.6	Predikce.....	44
5	Vlastní práce.....	45
5.1	Popis objektu.....	45
5.2	Energetická náročnost objektu.....	47
5.3	Návrh zařízení a provozní náklady.....	49
5.4	Vícekriteriální analýza variant.....	63
5.5	Ekonomické zhodnocení.....	65
5.6	Predikce.....	71
6	Závěr.....	76
7	Seznam použité literatury.....	79
8	Seznam proměnných.....	82
9	Seznam vztahů.....	84
10	Přílohy.....	85

Seznam obrázků

- Obr. č. 1 Průběh investičních procesů ve tvaru přechodové charakteristiky
- Obr. č. 2 Průměrné roční hodnoty slunečního svitu v České republice
- Obr. č. 3 Pohled na dům z jižní strany
- Obr. č. 4 Pohled na dům ze severní strany
- Obr. č. 5 Kotel Moderator Unica Senzor (15kW)
- Obr. č. 6 Krbová kamna Haas + sohn Nivala TV (15kW)
- Obr. č. 7 Tepelné čerpadlo IVT Air X (9kW)
- Obr. č. 8 Výsledky z programu T*Sol – výroba energie 1m² kolektoru v daných podmínkách

Seznam grafů

- Graf č. 1 Grafická analýza diskontovaného výnosu
- Graf č. 2 Grafická analýza diskontovaného zisku
- Graf č. 3 Vývoj ceny zemního plynu
- Graf č. 4 Vývoj ceny palivového dřeva
- Graf č. 5 Vývoj inflace
- Graf č. 6 Vývoj provozních nákladů od r. 2015 do r. 2025
- Graf č. 7 Vývoj provozních nákladů od r. 2025 do r. 2035

Seznam tabulek

Tab. č. 1	Souhrn údajů o objektu
Tab. č. 2	Souhrn údajů o okolí objektu
Tab. č. 3	Energetická náročnost objektu
Tab. č. 4	Kritéria pro výběr kotle
Tab. č. 5	Výpočet doby návratnosti investice kotle
Tab. č. 6	Výběr kotle – vícekriteriální analýza variant
Tab. č. 7	Kritéria pro výběr krbových kamen
Tab. č. 8	Výpočet doby návratnosti investice krbových kamen
Tab. č. 9	Výběr krbových kamen – vícekriteriální analýza variant
Tab. č. 10	Přehled zařízení – tepelná čerpadla a elektrokotle
Tab. č. 11	Sazby elektrické energie
Tab. č. 12	Porovnání výkonů tepelných čerpadel
Tab. č. 13	Výpočet nákladů na provoz tepelného čerpadla a doby návratnosti investice
Tab. č. 14	Přehled zařízení – solární kolektory
Tab. č. 15	Provozní náklady a doba návratnosti investice do solárních kolektorů
Tab. č. 16	Celková analýza – přehled zařízení
Tab. č. 17	Hodnotící kritéria - přehled
Tab. č. 18	Souhrnný výběr vhodné varianty
Tab. č. 19	Krbová kamna na štípané dřevo
Tab. č. 20	Solární kolektor
Tab. č. 21	Průměrné roční náklady
Tab. č. 22	Diskontované náklady
Tab. č. 23	ČSH v porovnání s krbovými kamny bez solárních kolektorů 1
Tab. č. 24	ČSH v porovnání s kotlem na zemní plyn 1
Tab. č. 25	ČSH v porovnání s kotlem na zemní plyn 2
Tab. č. 26	ČSH v porovnání s krbovými kamny bez solárních kolektorů 2
Tab. č. 27	Diskontované kumulované výnosy v jednotlivých letech
Tab. č. 28	Diskontované kumulované zisky v jednotlivých letech
Tab. č. 29	Celkové porovnání z hlediska ekonomické vhodnosti
Tab. č. 30	Vývoj ceny komodit do r. 2025
Tab. č. 31	Vývoj provozních nákladů pro určité druhy zařízení do r. 2025

Seznam zkratek

CO ₂	oxid uhličitý
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČSH	čistá současná hodnota
ERÚ	energetický regulační ústav
FVE	fotovoltaická elektrárna
Ny	náklady
TČ	tepelné čerpadlo
TUV	teplá užitková voda
OZE	obnovitelný zdroj energie
RD	rodinný dům

1 ÚVOD

V současné době nelze vyvrátit negativní vliv lidské činnosti na životní prostředí. Naším přičiněním postupně měníme klimatické podmínky na Zemi, které jsou pro život na této planetě velmi důležité. Změna klimatu je nesporná. Lze zmínit například celkové zvýšení teploty a s tím spojené tání ledovců, abnormální sucha, silné bouře či záplavy. Zmíněné změny jsou podmíněny především vypouštěním CO₂ do ovzduší. Za velké viníky je možné označit fosilní paliva, průmysl i zemědělství. Ze zmíněného hlediska je jisté, že přístup lidstva by se měl postupně změnit.

Ne každý člověk se však zajímá o životní prostředí a budoucí vývoj na planetě Zemi. I pro takového jedince je však důležité se zabývat ekologickou problematikou. Jedním z důvodů je vyčerpatelnost současných zdrojů energie. V současné době využíváme zdroje, které se utvářely po mnoho let. Jejich zásoby již dochází a s nárůstem populace dojde poměrně brzy nejspíše k jejich naprostému vyčerpání. Proto je důležité více se zaměřit na zdroje obnovitelné. K předešlému tvrzení lze podotknout, že k vyčerpání zdrojů dojde až za mnoho let, a proto se současná generace o dané téma nemusí zajímat. Využití obnovitelných zdrojů je však i ekonomicky vhodné.

Lze předpokládat, že ceny současných zdrojů porostou. Tvrzení je možné podložit i ekonomickou teorií. Jestliže je určitý statek vzácný, poté je lépe ceněný. Z důvodu vyčerpatelnosti zdrojů a růstu populace je tedy možné výše zmíněný předpoklad potvrdit.

Podíl domácností na spotřebě energie oproti ostatním odvětvím není rozhodně mizivý. Dle Českého statistického úřadu, příloha č. 1, činí spotřeba energie domácností v ČR až 26,4 % z celkového spotřebovaného množství, což je dokonce o něco více než u dopravy. Výstavbou nízkoenergetických obydlí a využíváním nízkoenergetických spotřebičů je možné snížit spotřebu energie, což má též i kladný ekonomický výsledek.

Pro stavbu nízkoenergetického domu je třeba zvážit mnoho aspektů. Při stavbě nového domu lze vše správně naplánovat. V případě rekonstrukce domu se jedná o rozsáhlé úpravy. Je třeba posoudit statiku domu a též zjistit stav izolace proti zemní vlhkosti. Jestliže jsou zjištěny mnohé nedostatky, je nutné se zamyslet nad tím, zda není vhodnější vystavět spíše nový dům.

Pro zpracování diplomové práce byl vybrán již vystavěný rodinný dům. Jelikož v minulých letech došlo k určitým úpravám, které šly ke snížení jeho energetické náročnosti, je vhodné uvažovat o další možné investici, která by daný objekt ještě více přiblížila k nízkoenergetické stavbě.

Diplomová práce bude sloužit jako přehledný podklad investorovi pro rozhodnutí o realizaci investice. Též mu poskytne výběr nejvhodnějšího řešení na základě zvolených kritérií. Dále se snaží podat obraz o tom, jak lze zrekonstruovat rodinný dům, vystavěný dle standardů devadesátých let tak, aby odpovídal současným trendům.

V současné době se nelze úspěšně rozmýšlet pouze na základě intuice. Aby bylo možné stanovit nejlepší možnou variantu při rozhodování, je třeba daný záměr velmi podrobně analyzovat. Pro optimální řešení je vhodné podrobit daný záměr mnoha různým metodám. Mezi vhodné metody lze zařadit například vícekriteriální hodnocení variant, efektivnost investic nebo prognózování. Téma "Alternativní energetická koncepce rodinného domu v podobě investičního záměru" je vhodné pro aplikaci uvedených metod. Důvodem výběru výše zmíněného tématu byla především jeho praktičnost a možnost aplikace metod, které pro budoucí uplatnění studenta oboru „Podnikání a administrativa“ jsou důležitými znalostními prvky. Autorka diplomové práce očekává, že komplexní zhodnocení investičního záměru ji pomůže k ucelení poznatků, zlepšení v pružnosti rozhodování a celkově přispěje k rozvoji analytického myšlení tak, aby se mohla v budoucnosti ucházet o klíčové pozice s určitou odpovědností v různých společnostech nebo založit podnik vlastní.

2 CÍL PRÁCE

Hlavní náplň diplomové práce spočívá v nalezení takové energetické koncepce již stávajícího rodinného domu, která by byla pro investora ekonomicky efektivní a zároveň šetrná k životnímu prostředí. Výsledné řešení bude nalezeno pomocí následujících dílčích cílů:

Dílčí cíle:

- zhodnocení energetické náročnosti domu
- návrh alternativních variant energetických zdrojů pro realizaci investice
- využití vícekritériální analýzy pro výběr vhodného řešení
- zhodnocení investice
- ověření vhodnosti vybrané varianty porovnáním s vývojem cen energií

V teoretické části jsou popsány jednotlivé teoretické poznatky z oblasti energetické náročnosti domu, obnovitelných zdrojů energie a ekonomického hodnocení investic.

V praktické části jsou teoretické poznatky aplikovány na již vystavěný rodinný dům. Praktická část se zabývá nejprve popisem rodinného domu. Jedná se nejen o údaje o technických parametrech domu, ale též i o určení jeho polohy z důvodu vhodného výběru možných variant obnovitelných zdrojů energie a technických zařízení pro transformaci energie. Poté následuje výpočet energetické náročnosti domu. Na základě výše zjištěných informací jsou vybrány vhodné varianty zdrojů energie a zařízení pro jejich transformaci. Dále jsou zvolené varianty podrobeny ekonomickým propočtům, přičemž jsou do těchto propočtů zahrnuty i možné dotace ze strany státu. Jelikož ekonomicky efektivní investice nemusí být vždy neoptimálnější řešení, je dále využito vícekritériálního hodnocení variant, kde jsou posouzeny i další důležité aspekty, jako například šetrnost k životnímu prostředí. Poté je v praktické části provedeno ověření vhodnosti výběru zvolené varianty pomocí určení pravděpodobného vývoje cen energií na základě trendové funkce. Závěrem práce je doporučeno nejvhodnější zařízení k realizaci.

3 METODIKA

V metodické části práce jsou popsány jednotlivé postupy a výpočty, které jsou využity v praktické části práce. Kapitoly metodické části jsou řazeny chronologicky tak, aby jednotlivé výpočty na sebe navazovaly.

3.1 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Diplomová práce se zabývá rekonstrukcí rodinného domu, který byl zkolaudován v roce 1993. V tomto období se bohužel ještě nekladl takový důraz na energetickou náročnost domu. Aby mohly být realizovány investice za účelem snížení energetické náročnosti budovy, je potřeba se seznámit se základními technickými výpočty jako je například měrná potřeba tepla na vytápění domu, součinitel prostupu tepla, tepelná ztráta a vyčíslení potřeby energie a paliva na provoz domácnosti.

SOUČINITELEL PROSTUPU TEPLA

Výpočtem součinitele prostupu tepla je možné kvantifikovat výměnu tepla mezi prostory, které jsou od sebe odděleny stavební konstrukcí. Stavební konstrukce má své specifické vlastnosti. Důležitými faktory pro výpočet je především materiál použitý na dané stavební konstrukci a též její šířka.

Pro výpočet je potřeba nejprve zjistit součinitele tepelné vodivosti použitých materiálů. Následně je proveden propočet tepelného odporu každé vrstvy. Součinitele prostupu tepla lze poté vypočítat jako převrácenou hodnotu dílčích odporů. Takto zjištěný výsledek je vhodné porovnat s hodnotou součinitele prostupu tepla pro pasivní domy, jejíž hranice je $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Jelikož se jedná o rekonstrukci staršího domu, lze předpokládat, že výsledná hodnota i po patřičných úpravách bude stále podstatně vyšší.

Tepelný odpor vrstvy: (Hudec, 2008)

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (3.1)$$

kde:

R tepelný odpor

d tloušťka materiálu

λ součinitel tepelné vodivosti

Součinitel prostupu tepla: (Hudec, 2008)

$$U = \frac{1}{R_1 + R_2, \dots, R_n} \quad (3.2)$$

kde:

U součinitel prostupu tepla

R tepelný odpor

TEPELNÉ ZTRÁTY

Tepelnou ztrátu domu lze vyjádřit jako tok tepla, který prostupem tepla z domu uniká. Výpočet tepelných ztrát je poměrně složitý. Konstrukce domu je z různých materiálů (stěny, výplně oken,...), dále mají na tepelnou ztrátu domu vliv faktory jako je například poloha domu, proudění okolního vzduchu, vzdálenost radiátoru od oken, větrání apod. Z tohoto důvodu jsou do výpočtů dosazovány průměrné naměřené hodnoty.

Aby spotřeba tepla na vytápění nebyla neúměrně veliká, je zapotřebí, aby stavba odpovídala určitým tepelně technickým požadavkům. Mezi tyto požadavky patří například vyhovující obvodová konstrukce budovy z hlediska tepelné izolace, okna určité kvality u trvale vytápěných prostor nebo spotřeba energie odpovídající zákonu č. 406/200 Sb. a souvisejícím vyhláškám a nařízením. (Dahlsveen a kol., 2003)

Pro výpočet tepelné ztráty je potřeba nejdříve vypočítat měrnou tepelnou ztrátu domu, která je složena z měrné tepelné ztráty prostupem tepla a měrné tepelné ztráty větráním.

Měrná tepelná ztráta domu: (Petráš a kol., 2005)

$$H = H_T + H_V \quad (3.3)$$

kde:

H měrná tepelná ztráta domu

H_T měrná tepelná ztráta prostupem tepla

H_V měrná tepelná ztráta větráním

Měrná tepelná ztráta prostupem tepla: (Petráš, 2005)

$$H_{T,iue} = \sum A_k * U_k * b_u \quad (3.4.)$$

kde:

$H_{T,iue}$ měrná tepelná ztráta prostupem tepla

A_k plocha stěny

U_k korigovaný součinitel prostupu tepla konstrukcí

b_u teplotní korekční činitel

Měrná tepelná ztráta větráním: (Petráš, 2005)

$$H_V = v * \rho * c_p \quad (3.5)$$

kde:

H_V měrná tepelná ztráta větráním

v objemový průtok větracího vzduchu

ρ hustota vzduchu

c_p měrná tepelná kapacita

Tepelná ztráta domu: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_1 = H * (\theta_i - \theta_e) * t \quad (3.6)$$

kde:

Q_1 tepelná ztráta domu

θ_i výpočtová vnitřní teplota

θ_e průměrná venkovní teplota ve výpočtovém období

t délka výpočtového období

H měrná tepelná ztráta budovy

TEPELNÉ ZISKY

Celkové tepelné zisky lze vyjádřit jako součet vnitřních tepelných zisků a tepelných zisků z oslunění. Za vnitřní zisky je označeno teplo vyprodukované ve vytápěném prostoru vnitřními zdroji, které nepatří do otopného systému. Jedná se například o metabolické zisky, osvětlení nebo rozvod teplé vody. Tepelné zisky z oslunění jsou výsledkem působení slunečního záření v dané lokalitě, orientace kolekčních ploch a též jejich propustnost a pohltivost, působení trvalého zastínění apod. (Petráš, 2005) V oblasti Havlíčkobrodsko jsou podmínky sluneční efektivity v porovnání ČR průměrné. (Profisolar, 2014)

Vnitřní tepelné zisky: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_i = [\phi_{ih} + (1 - b) * \phi_{iu}] * t = \phi_i * t \quad (3.7)$$

kde:

- Q_i vnitřní tepelný zisk
- ϕ_{ih} průměrná energie vnitřních tepelných zisků ve vytápěných prostorech
- ϕ_{iu} průměrná energie vnitřních tepelných zisků v nevytápěných prostorech
- ϕ_i průměrná energie vnitřních tepelných zisků
- b zmenšující součinitel podle EN ISO 13789 (-)

Tepelné zisky z oslunění: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_s = \sum_j I_{sj} * \sum_n A_{snj} \quad (3.8)$$

kde:

- Q_s tepelný zisk z oslunění
- I_{sj} celková energie globálního záření vztažená na jednotku plochy s orientací j během výpočtového období
- A_{snj} solární účinná kolekční plocha povrchu A_n s orientací j

Celkové tepelné zisky: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_g = Q_i + Q_s \quad (3.9)$$

kde:

Q_g celkový tepelný zisk

Q_i vnitřní tepelné zisky

Q_s tepelné zisky z oslunění

POTŘEBA ENERGIE V DOMĚ

V domě se spotřebovává elektrická energie k vytápění, dále pak k ohřevu teplé užitkové vody a jako pohon elektrospotřebičů. K ohřevu teplé užitkové vody je však elektrické energie využíváno jen částečně vzhledem k instalaci solárních kolektorů pro ohřev teplé užitkové vody v roce 2007.

Obecně se na spotřebě energie v domě podílí energie na vytápění z 50% - 80%, energie na ohřev vody z 15% - 30% a energie pro chod domácích spotřebičů z 10% - 20%.

(Kašparová, 2008)

Potřeba energie pro vytápění: (Petráš a kol., 2005)

$$Q + Q_r = Q_h + Q_w + Q_t \quad (3.10)$$

kde:

Q potřeba energie pro vytápění budovy

Q_r teplo zpětně získané z přídavných zařízení, otopné soustavy z okolí

Q_h potřeba tepla pro vytápění

Q_w potřeba tepla pro ohřev vody

Q_t celková tepelná ztráta otopné soustavy

Potřeba tepla pro vytápění: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_h = \sum_n Q_{hn} \quad (3.11)$$

kde:

Q_h potřeba tepla pro vytápění

Q_{hn} potřeba tepla v měsíci, v němž je průměrná venkovní teplota nižší než požadovaná teplota

Potřeba energie pro ohřev vody: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_w = \rho * c * V_w * (\theta_w - \theta_0) \quad (3.12)$$

kde:

Q_w potřeba energie pro ohřev vody

ρ hustota vody

c měrná tepelná kapacita

V_w množství teplé vody, které se vyžaduje během výpočtového období

θ_w teplota dodávané teplé vody

θ_0 teplota vody na vstupu do zásobovacího systému

Tepelné ztráty otopné soustavy: (Petráš a kol., 2005)

$$Q_t = Q_e + Q_c + Q_d + Q_{ge} + Q_{gc} \quad (3.13)$$

kde:

Q_t celková tepelná ztráta otopné soustavy

Q_e přídatná tepelná ztráta jako důsledek nerovnoměrného rozdělení teplot

Q_c přídatná tepelná ztráta jako důsledek nikoli optimální teploty místnosti a nikoli optimální regulace rozvodného systému (závisí na vlastnostech regulačního zařízení)

Q_d tepelná ztráta systému rozvodu tepla, která nepřispívá k pokrytí potřeby tepla pro vytápění

Q_{ge} ztráta při výrobě tepla během provozu a pohotovosti

Q_{gc} přídatná tepelná ztráta jako důsledek nikoli optimální regulace zdroje tepla (závisí na charakteristikách regulačního zařízení a dynamických charakteristikách otopné soustavy).

3.2 INVESTICE

Pro rozhodování o realizaci investice je velmi důležitým kritériem její ekonomická efektivnost. Metod pro výpočet ekonomické efektivnosti investic je mnoho. Nejčastěji užívanými metodami bývají průměrné roční náklady, diskontované náklady, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a doba návratnosti investice. Důležitým předpokladem pro výpočet pomocí těchto metod je výpočet kapitálových výdajů, které bývají občas označovány též i jako investiční náklad. (Valach, 2006) V některých níže uvedených vztazích jsou zahrnuty odpisy. Jelikož investor je nepodnikajícím subjektem a neuvažuje již o další investici, bude od odpisů upuštěno.

CHARAKTERISTIKA METOD

Jednotlivé investiční projekty lze hodnotit z mnoha hledisek. Dle faktoru času je lze rozdělit na metody statické a dynamické. Metody statické jsou takové, které nerespektují faktor času. Statické metody se používají v případě, kdy čas nemá podstatný vliv na rozhodnutí o investici. Dynamické metody naopak faktor času respektují. Používají se v takových případech, kdy doba pořízení majetku nebo jeho ekonomická životnost trvá delší časový úsek. Dále je možné třídit jednotlivé metody dle pojetí efektů z investic. Metody, u nichž jako kritérium hodnocení vystupuje očekávaná úspora nákladů, lze označit jako nákladová kritéria. Metody, u nichž je kritériem hodnocení očekávaný zisk se značí jako zisková kritéria a u metod, u nichž je kritériem hodnocení očekávaný peněžní tok, je možné označit jako čistý peněžní příjem z investice. (Hrdý, 2006)

KAPITÁLOVÉ VÝDAJE

Jako kapitálové výdaje lze označit veškeré peněžní výdaje většího rozsahu, u kterých se předpokládá přeměna na budoucí peněžní příjmy. V užším pojetí jsou kapitálové výdaje chápány jako výdaje užití k pořízení dlouhodobého majetku. Kapitálové výdaje lze vypočítat následujícím způsobem. (Valach, 2006)

$$K = I + O - P \pm D \quad (3.14)$$

kde:

- K kapitálový výdaj
- I výdaj na pořízení dlouhodobého majetku
- P příjem z prodeje existujícího nahrazovaného dlouhodobého majetku
- D daňové efekty

PRŮMĚRNÉ ROČNÍ NÁKLADY

Metoda porovnává průměrné roční náklady příslušných srovnatelných variant. Varianta s nejnižšími ročními náklady je z pohledu ekonomické efektivity investice nejvhodnější. Výsledek udává průměrný roční náklad dané varianty. Pro výpočet lze užít níže uvedený vztah. (Valach, 2006)

$$L = O + i * J + V \quad (3.15)$$

kde:

- L roční průměrné náklady
- O roční odpis
- i požadovaná výnosnost
- J investiční náklad
- V ostatní roční provozní náklady

METODA DISKONTOVANÝCH NÁKLADŮ

Metoda vychází ze stejného principu jako metoda průměrných ročních nákladů. Na rozdíl od výše zmíněné metody však porovnává souhrn investičních a diskontovaných provozních nákladů jednotlivých variant projektu za celou dobu jeho životnosti. Jako ekonomicky nejefektivnější lze pokládat variantu s nejnižšími náklady. Diskontované náklady je možné vypočítat následovně. (Valach, 2006)

$$F = J + \sum_{n=1}^N V_n \quad (3.16)$$

kde:

F diskontované náklady investičního projektu

J investiční náklad

V_n diskontované ostatní roční provozní náklady

n jednotlivá léta životnosti

N doba životnosti

ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA

Jedná se o dynamickou metodu hodnocení investic, která ve výpočtu zohledňuje faktor času. Čistá současná hodnota považuje za efekt z investice příjem, jehož základ tvoří očekávaný zisk, dále pak odpisy či ostatní příjmy. Jestliže čistá současná hodnota vychází kladně, je vhodné investici realizovat. Výpočet čisté současné hodnoty lze provést následovně. (Valach, 2006)

$$\text{ČSH} = \left[\frac{P_1}{(1+i)^1} + \frac{P_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{P_n}{(1+i)^n} \right] - K \quad (3.17)$$

kde:

ČSH čistá současná hodnota

P peněžní příjem z investice

i požadovaná výnosnost

n doba životnosti

K kapitálový výdaj

VNITŘNÍ VÝNOSOVÉ PROCENTO

Jedná se též o dynamickou metodu. Vnitřní výnosové procento vyjadřuje takovou úrokovou míru, při které se současná hodnota peněžních příjmů z projektu rovná kapitálovým výdajům. Vnitřní výnosové procento lze vypočítat níže uvedeným způsobem. (Valach, 2006)

$$\text{ČSH} = 0 \quad (3.18)$$

DOBA NÁVRATNOSTI INVESTICE

Doba návratnosti investice vyjadřuje období, za které budou náklady na danou investici splaceny jejími zisky. Po této době investice již šetří majiteli majetku finance. Čím je doba návratnosti investice kratší, tím je pro investora vhodnější. Doba návratnosti investice lze vypočítat dle níže uvedeného vztahu. (Valach, 2006)

$$I = \sum_{i=1}^a (Z_n + O_n) \quad (3.19)$$

kde:

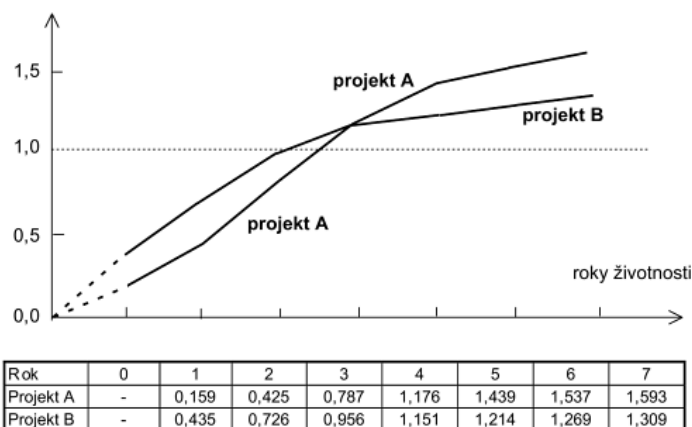
- I výdaj na pořízení dlouhodobého majetku
- Z_n roční zisk z investic v jednotlivých letech životnosti
- O_n roční odpisy z investice v jednotlivých letech životnosti
- n jednotlivá léta životnosti
- a doba návratnosti

GRAFICKÁ ANALÝZA INVESTIČNÍCH PROJEKTŮ

Žádný z uvedených kvantitativních ukazatelů neposkytuje komplexní pohled na hodnocení investic. Pro celkové zhodnocení a přehlednost je vhodné použít například přechodovou charakteristiku. Jedná se o časový průběh výstupní veličiny přepočítaný na jednotkovou změnu vstupní veličiny. Z přechodové charakteristiky plyne interpretace užitých ukazatelů. Grafické zobrazení průběhu investičních procesů ve tvaru přechodové charakteristiky lze zobrazit následovně.

Průběh investičních procesů ve tvaru přechodové charakteristiky

kumulovaný peněžní tok po zdanění a úrocích



(Obr. 1)

(Máče, 2006)

FAKTOR ČASU

Faktor času je nutný zohlednit v takovém případě, kdy jednotlivé peněžní příjmy a výdaje vznikají v průběhu delšího časového období. Za delší časové období je zpravidla považováno období delší než 1 rok. Z důvodu zajištění souměřitelnosti je potřeba vztáhnout hodnoty k jednomu okamžiku. To lze provést jejich diskontováním, například pomocí odúročitele následujícím způsobem. (Tetřevová, 2006)

$$\text{Odúročitel} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3.20)$$

kde:

i úroková míra

n období

3.3 VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA VARIANT

Jelikož je v práci prvotně navrženo více možných variant, pro rozhodnutí o výběru vhodné varianty na základě různých kritérií, je využito vícekriteriálního hodnocení variant.

Množina vybraných možných variant je označena písmenem X, jednotlivá kritéria poté písmenem Y. Množina vybraných možných variant je obecně vyjádřena následovně $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, množina jednotlivých kritérií dle kterých jsou varianty hodnoceny $Y = (y_1, y_2, \dots, y_k)$. Následně je možné zapsat model ve tvaru tzv. kritériální matice. (Dlouhý, Jablonský, 2004)

$$\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nk} \end{bmatrix} \quad (3.21)$$

Jednotlivá kritéria mohou mít ve vícekriteriálním rozhodování maximalizační či minimalizační charakter. Jelikož cílem práce je zhodnocení efektivnosti investic, je využito spíše kritérií minimalizačního typu.

Výběr jedné, pro investora nejvhodnější varianty, je proveden na základě jednotlivých kritérií, do nichž je zahrnuta oblast ekonomická, dále též i pohled na zátěž varianty na životní prostředí nebo technická náročnost provedení a instalace zařízení. Důležitost jednotlivých

aspektů z pohledu investora je pro výpočet potřeba určitým způsobem kvantifikovat. Tato kvantifikace je označována jako určení vah kritérií. Váha kritéria je tím vyšší, čím vyšší je jeho důležitost a naopak. Metod určení vah je více. Jedná se například o metodu pořadí, bodovací metodu nebo Saatyho metodu. (Dlouhý, Jablonský, 2004)

Po stanovení vah kritérií je již možné přejít k samotnému vyhodnocení jednotlivých zvolených variant. Metod pro vícekritériální hodnocení variant je též poměrně velké množství, lze zmínit například metodu váženého součtu, metodu AHP nebo například metodu TOPSIS.

Pro vyhodnocení nejvhodnější varianty je v této práci využito metody pořadí pro odhad vah kritérií a metody váženého součtu pro konečný výběr varianty.

METODA POŘADÍ PRO ODHAD VÁHY KRITÉRIÍ

Metoda pořadí je založena na určení důležitosti jednotlivých kritérií a následném poskládání těchto kritérií od nejdůležitějšího kritéria po nejméně důležité. Nejdůležitějšímu kritériu je přiřazena hodnota k , která označuje počet kritérií. Druhému, méně důležitému kritériu, je přiřazena hodnota $k-1$. Takto jsou hodnocena jednotlivá kritéria dále až po nejméně důležitému kritériu, které je označeno hodnotou 1. Jestliže hodnota i -tého kritéria je označena symbolem p_i , poté je odhad váhy tohoto kritéria možné kvantifikovat níže uvedeným způsobem. (Dlouhý, Jablonský, 2004)

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i} \quad (3.22)$$

kde:

- v_i váha kritéria
- p_i hodnota přiřazená i -tému kritériu
- k počet kritérií

METODA VÁŽENÉHO SOUČTU PRO VÝBĚR VHODNÉ VARIANTY

Metoda váženého součtu je založena na konstrukci lineární funkce užitku. Stupnice funkce užitku je v rozmezí od 0 do 1. Užitek nejméně vhodné varianty podle daného kritéria bude roven 0, naopak užitek nejvhodnější varianty podle daného kritéria bude roven 1. Užitek ostatních variant budou nabývat hodnot mezi těmito krajními body. Pro výpočet je potřeba

nahradit prvky y_{ij} vstupní kritériální matice (3.21) hodnotami y_{ij}' , které představují užitek varianty X_i při hodnocení podle kritéria Y_j . (Dlouhý, Jablonský, 2004)

Výpočet hodnot y_{ij}' lze provést podle níže uvedených vztahů (3.23 a 3.24). Výpočet hodnot je rozdílný na základě toho, zda se jedná o maximalizační či minimalizační charakter kritéria.

Pro maximalizační charakter kritéria je využito následujícího vztahu: (Dlouhý, Jablonský, 2004)

$$y_{ij}' = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (3.23)$$

kde:

y_{ij}' hodnota užitku z varianty

y_{ij} hodnota varianty

H_j nejvyšší hodnota varianty

D_j nejnižší hodnota varianty

Pro minimalizační charakter kritéria je využito následujícího vztahu:

(Dlouhý, Jablonský, 2004)

$$y_{ij}' = \frac{H_j - y_{ij}}{H_j - D_j} \quad (3.24)$$

kde:

y_{ij}' hodnota užitku z dané varianty

y_{ij} hodnota varianty

H_j nejvyšší hodnota varianty

D_j nejnižší hodnota varianty

D_j je nejnižší a pro maximalizaci tudíž nejhorší hodnota kritéria Y_j

H_j je nejvyšší a pro maximalizaci tudíž nejlepší hodnota kritéria Y_j

Celkový užitek X_i lze vypočítat jako vážený součet dílčích užiteků jednotlivých kritérií, a to následovně: (Dlouhý, Jablonský, 2004)

$$u(X_i) = \sum_{j=1}^k v_j y'_{ij} \quad (3.25)$$

kde:

$u(X_i)$ celkový užitek z varianty

v_i váha kritéria

y'_{ij} hodnota užitku z dané varianty

Dle uvedené metody je vypočten celkový užitek z varianty. Jednotlivé varianty lze následně sestupně seřadit dle velikosti užiteků. Varianta s nejvyšší hodnotou užitku je pro investora nejvhodnější.

3.4 PROGNOTICKÉ METODY

Velmi důležitým faktorem při výběru vhodné investice je v tomto případě i vývoj cen energií. Pro ověření ekonomické vhodnosti využití OZE pro výrobu energie je v diplomové práci provedena analýza trendové funkce.

TRENDOVÁ FUNKCE

Analýza trendové funkce spadá mezi kvantitativní prognostické metody. Předpokládá, že budoucí vývoj bude odpovídat již existujícím trendům vývoje.

Zjednodušeně lze říci, že časové řady lze rozdělit na tři základní komponenty. Jedná se o deterministickou část, sezónní složku a náhodnou část. (Kočenda, a další, 2014)

Podle Potměšila (2010) je za základ považován jednorozměrný model časové řady ve funkčním tvaru.

$$y_t = f(t, \varepsilon_t) \quad (3.26)$$

kde:

y_t hodnota modelovaného ukazatele v čase t .

t časová proměnná

ε_t hodnota náhodné složky v čase t

Dále je dle Potměšila (2010) nejčastěji používaným typem trendové funkce lineární trend. Slouží k orientačnímu určení základního vývoje časové řady a rovněž ho lze použít v omezeném časovém intervalu jako vhodnou aproximaci jiných trendových funkcí. Má následující tvar:

$$T_t = e_0 + e_1 t \quad (3.27)$$

kde:

T_t trend časové řady
 e_0, e_1 neznámé parametry
 t časová proměnná

Odhad parametrů e_0, e_1 :

Pro odhad parametrů je použita metoda nejmenších čtverců. Po úpravách jsou dle Potměšila (2010) neznámé parametry kvantifikovány následovně:

$$e_0 = \bar{y} \bar{t} - e_1 \cdot \bar{t} \quad (3.28)$$

kde:

e_0, e_1 neznámé parametry
 y_t hodnota modelovaného ukazatele
 t časová proměnná

$$e_1 = \frac{\sum t y_t - \bar{t} \sum y_t}{\sum t^2 - n \cdot \bar{t}^2}, \quad \sum \dots = \sum_{t=1}^n \dots \quad (3.29)$$

kde:

e_1 neznámý parametr
 y_t hodnota modelovaného ukazatele
 t časová proměnná
 n celkové období

4 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V literární rešerši jsou popsána teoretická východiska potřebná k následující aplikaci znalostí v části praktické, tedy samotném výběru vhodných zdrojů energie a zařízení k transformaci.

4.1 ZDROJE ENERGIE

Obnovitelné zdroje energie, jsou takové zdroje, které lze využívat opakovaně. I obnovitelný zdroj je však limitován, a to zejména geografickými a klimatickými podmínkami, například obtížně využitelná solární energie v okolí polárního kruhu atp. (Musil, 2009)

Pro výrobu energie se v současnosti využívá především fosilních paliv, tedy neobnovitelných zdrojů. Fosilní paliva se vytvářely velmi dlouhou dobu během geologického vývoje planety. Doba tvorby fosilních paliv je asi milionkrát delší než doba jejich spotřeby. Lhůta dostupnosti těchto zdrojů se hypoteticky ještě může prodloužit otevřením hůře dostupných ložisek, například těžbou z mořského dna nebo umělou syntézou z jiných zdrojů. Náklady však na těžbu poté porostou a tím i ceny energií. Pro objektivitu nelze opomenout spolehlivost konvenčních zdrojů oproti obnovitelným zdrojům energie. Energii dosaženou z obnovitelných zdrojů lze například skladovat, nicméně i při skladování dochází k určitým únikům. (Novák, 1999)

V současné době jsou obnovitelné zdroje spíše na okraji zájmu výrobců i spotřebitelů a na celkové energetické spotřebě se oproti hlavním zdrojům účastní menšinově. Využívání obnovitelných zdrojů energie přispívá k tzv. trvale udržitelnému rozvoji. Rozdílnost mezi alternativním zdrojem energie a obnovitelným zdrojem energie spočívá především právě v jeho neustálé obnovitelnosti. Alternativním zdrojem energie lze označit takový zdroj, který je vůči většinově využívaným zdrojům v menšině. (Belica, a další, 2006)

Následující část se bude podrobněji věnovat pouze takovým zdrojům energie a technickým systémům, které by mohly být v RD realizovány.

SOLÁRNÍ ENERGIE

Solární energie je závislá na intenzitě slunečního svitu v určité lokalitě. Solární energii lze například užívat k ohřevu TUV, k podpoře vytápění ale i k přeměně na energii elektrickou. Lze rozlišit pasivní a aktivní využívání solární energie. Při pasivním využívání se teplo získává pomocí skleněných ploch. Tyto plochy musí být správně orientovány, případně nakloněny směrem k paprskům slunce. (Deríková, 2011) Při aktivním využívání solární energie je možné přeměnit solární energii na energii tepelnou. K tomu dochází pomocí solárních kolektorů. (Belica, a další, 2006) Uvedené kolektory lze využít například pro ohřev TUV.

Zajímavé využití sluneční energie představuje fotovoltaika, pomocí níž dochází k přeměně na elektrickou energii. Z ekonomického hlediska však prudký nárůst fotovoltaických elektráren zapojených do rozvodné sítě způsobil nárůst poplatku ve spotřebitelské ceně elektrické energie. Zmíněný ekonomický dopad na fotovoltaiku měla garance výkupu elektřiny na 20 let za cenu cca desetkrát vyšší než je cena elektřiny vyrobené z uhlí. Vlivem technologického pokroku se účinnost přeměny sluneční energie na elektrickou zvyšuje, zatímco ceny fotovoltaických článků se snižují. Jako další pozitivum lze zmínit, že fotovoltaické články jsou prakticky bezúdržbové a jejich životnost je udávána cca 25 – 30 let. (Deríková, 2011)

Mezi další výhody fotovoltaiky lze zmínit například skutečnost, že solární energie je prakticky nekonečná, je šetrná k životnímu prostředí, nevznikají emise a ani žádný další odpad a instalace je celkem jednoduchá. Fotovoltaika má však i své nevýhody. Mezi ně patří především vyšší pořizovací náklady a nižší účinnost v porovnání s technologiemi, které využívají fosilní paliva. Další nevýhodou je náročnost na klimatické podmínky. (Musil, 2009)

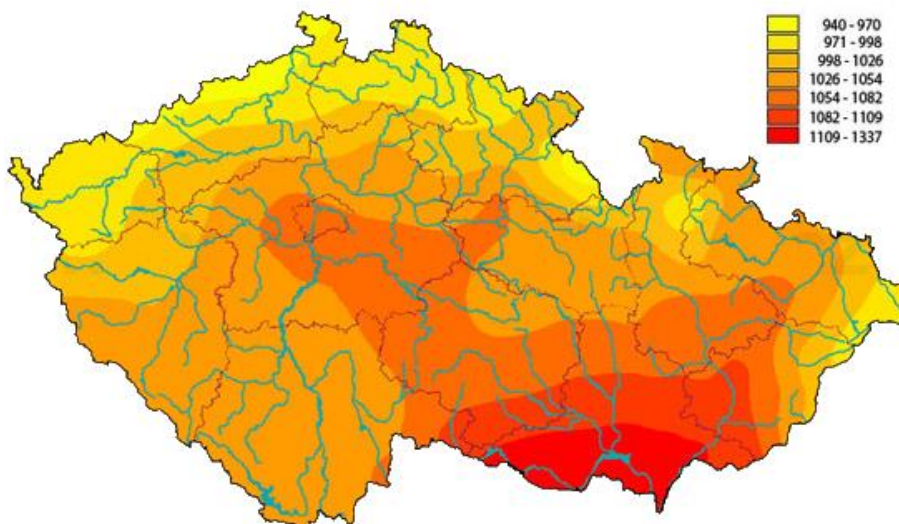
Fotovoltaické systémy jsou rozděleny na autonomní ostrovní systémy, tedy off-grid a síťové systémy on-grid. Off-grid systémy nejsou připojeny k distribuční síti a pracují samostatně. On-grid systémy jsou připojeny k distribuční síti a jsou jinak strukturovány. Aby byla pokryta spotřeba elektřiny průměrné domácnosti, vystačí plocha 25m² na instalaci modulu. Dostačující rozlohou dnes disponuje mnoho rodinných domů. On-grid systém je třeba doplnit tzv. měničem, jelikož solární moduly pracují se stejnosměrným napětím a veřejné

sítě pracují se střídavým napětím. Měníč též zajišťuje, aby fotovoltaický modul odváděl maximální výkon. V představební fázi je třeba zkontrolovat, aby počet fotovoltaických článků odpovídal měniči. (Quaschnig, 2010)

Určitou část energie spotřebuje subjekt ihned, tzv. přímo. Jestliže instalovaný systém však vyrobí více energie, než je subjekt schopný spotřebovat, přebytečný proud je odváděn do distribuční sítě. Síť tedy slouží jako zásobník. (Quaschnig, 2010)

Fotovoltaika je velmi ovlivněna slunečním zářením a i malé zastínění je na celkovém efektu znatelné. Určité lokality jsou více či méně vhodné pro instalaci takového systému. Pro přehled o vhodných lokalitách je zde umístěna mapa průměrných ročních hodnot slunečního svitu v České republice.

Průměrné roční hodnoty slunečního svitu v České republice (v kWh/m²)



(Obr. č. 2)

(Isofen Energy, 2009)

Dále lze k zachycení slunečního záření využít solárních kolektorů. Součástí kolektoru je absorbér. Absorbér přeměňuje zachycené záření na teplo. Získané teplo je dále předáváno teplotonosnému médium. Tímto médiem bývá obvykle voda, olej, sůl či vzduch. Prakticky všechny solární kolektory je třeba vybavit akumulacním zásobníkem. (Quaschnig, 2010) Solární kolektory se vyrábí ploché a vakuové. Vakuové kolektory bývají obecně účinnější, jejich pořízení je však dražší. Vakuové kolektory jsou schopné získat oproti plochým

kolektorům teplo i při nízkém slunečním záření. Kvalitní ploché kolektory lze poznat podle selektivní černé absorpční plochy. (Pregizer, 2009)

BIOMASA

Biomasa je určitá substance biologického původu. Biomasa a její využití pro energetické účely je limitováno, jelikož využití k energetickým účelům konkuruje využití pro krmivářské účely, zajištění surovin pro průmysl, atp. Mezi výhody biomasy lze zařadit zejména šetrnost k životnímu prostředí a též to, že se jedná se o tuzemský zdroj energie. Energetickou biomasu lze rozčlenit do pěti skupin. Jedná se o fytomasu s vysokým obsahem lignocelulózy, fytomasu olejnatých rostlin, fytomasu s vysokým obsahem škrobu a cukru, organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu a směsi různých organických odpadů. (Musil, 2009)

Pro vznik biomasy je důležitým zdrojem slunce a poté voda. Člověk užije přibližně 4 % vzniklé biomasy, další 2 % jsou využita na výrobu potravin a krmiv a 1 % je využito jako dřevařský produkt nebo papír či vláknitá hmota. Přibližně 1 % biomasy ve formě palivového dřeva pokryje desetinu celosvětové spotřeby primární energie. Pomocí biomasy lze vytápět, vyrábět biopaliva či elektrickou energii. (Quaschning, 2010)

Biomasu lze velmi dobře využít k vytápění. Mezi palivové zdroje lze zařadit dřevo, bioplyn nebo obilnou slámu. Jestliže subjekt vlastní určitá specifická vytápěcí zařízení, lze využít i rostlinných olejů a bioalkoholu. Největší podíl na vytápění má však dřevo. Nejdříve dochází k výrobě kulatiny z popadaných stromů. Pro zatápění slouží méněhodnotné dřevo. Po zpracování kulatiny (strojově či sekyrou) vznikne štěpina. Štěpina a odpadní dřevo slouží poté pro topné účely. Odpadní piliny a hobliny mohou sloužit pro výrobu dřevěných briket a pelet. Nejvyužívanějším zařízením pro vytápění biomasou jsou krbová kamna. Krbová kamna však slouží pouze jako doplňkový topný systém. Dále je možné využít kotel na štípané dřevo. Oproti krbovým kamnům mívají prostorný zásobník na dřevo a zásoba dřeva vydrží po delší dobu. Dále je rozdíl mezi kotlem a krbovými kamny ve vyhořívání paliva. U krbových kamen plameny stoupají vzhůru, u kotle však do stran nebo dolů. Tímto dochází ke snížení emisí a prodloužení doby spalování. (Quaschning, 2010)

VĚTRNÁ ENERGIE

Větrná energie je v podstatě forma sluneční energie. Při nerovnoměrném ohřívání Země vznikají tlakové rozdíly v atmosféře a tyto rozdíly se následně vyrovnávají prouděním vzduchu. Dnes se větrná energie využívá především k výrobě elektrické energie. Existují systémy, které dodávají elektřinu do rozvodné sítě a systém, který je nezávislý na rozvodné síti. Při stavbě větrné elektrárny je rozhodujícím prvkem lokalita umístění, jelikož rychlost proudění větru je pro efektivitu větrné elektrárny velmi důležitá. Minimální rychlost proudění větru by měla být 5 m/s. (Nazeleno, 2008) Proudění větru by nemělo být rušeno jakýmkoliv překážkami (jako jsou např. stromy nebo budovy). (Hallenga, 1998) V České republice jsou pro výstavbu větrných elektráren vhodné horské oblasti. (Nazeleno, 2008)

VODNÍ ENERGIE

V současné době mají největší význam pro získání energie z vodních zdrojů vodní elektrárny. Pro výrobu elektrického proudu je využíváno moderních vodních turbín. Díky vodní síle lze vyrobit elektřinu téměř zdarma, jestliže náklady na výstavbu elektrárny a s ní souvisejícího vodního díla, které zaručuje dostatečný a především soustavný přívod vody, nejsou příliš vysoké. Vodní energie se pro výrobu elektřiny využívá především v oblastech prudkých toků s velkými spády. O umístění elektrárny rozhoduje tvar terénu, výšková a spádová oblast a množství vody. Vodní elektrárny neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody, výrobou energie nevznikají odpady, jsou vysoce bezpečné a nezávislé na dovozu surovin. Nevýhodou je však značná závislost na přírodních poměrech dané lokality, od čehož se odvíjí výkonnost elektrárny a náklady na její výstavbu. (Musil, 2009)

GEOTERMÁLNÍ ENERGIE

Jako geotermální energie se označuje energie prostředí. energii lze vyrobit pomocí tepelných čerpadel. Využití geotermální energie je vhodné téměř pro každého, kdo má vedle nemovitosti potřebný pozemek. Počáteční investice pro zřízení tepelného čerpadla jsou poměrně vysoké a návratnost investice bývá pomalá, jestliže se jedná o rodinný dům. Na rozdíl od jiných alternativních zdrojů energie, jako je například slunce nebo vítr, se tepelné čerpadlo bez dodávky energie ze sítě neobejde. Jedná se spíše o šetrný zdroj k životnímu prostředí. (Novák, 1999)

Tepelné čerpadlo využívá teplo z prostředí okolo objektu. Některá tepelná čerpadla využívají prostředí země, některá vzduchu a jiná využívají prostředí vody. Získané teplo užívají pro vytápění a ohřev TUV. Tepelné čerpadlo je obvykle složeno z externí a interní části. Interní část zajišťuje převod tepla do topného systému. Zařízení nemá příliš velké nároky na prostory umístění. Externí část slouží ke sběru tepla z okolního prostředí. Mezi užívané systémy tepelných čerpadel patří systém země/voda, vzduch/voda, voda/voda, přičemž výraz před lomítkem značí, odkud je přijímána tepelná energie a výraz za lomítkem značí, jakým způsobem je energie dodávána do objektu. (Karlík, 2009)

ENERGIE VODÍKU

Vodík je na Zemi devátým nejrozšířenějším prvkem. Jedná se o nejhojnější a nejjednodušší chemický prvek. Energie lze z vodíku získat dvěma efektivními způsoby. (Musil, 2009)

Prvním je využití palivových článků, druhým termojaderná fúze. Palivový článek uskutečňuje přeměnu chemické energie vodíku a kyslíku na elektrickou energii, teplo a vodu. Lze říci, že tato přeměna je založena na inverzním principu elektrolýzy vody. Jako palivo pro jednotlivé články lze využít vodík v plynné nebo kapalné podobě nebo vodík obsahující paliva. Jako nejvýznamnější nepřímé zdroje vodíku lze uvést např. metan, propan, zemní plyn, etanol nebo metanol. Energie vodíku se nejvíce uplatňuje při výrobě elektrické a tepelné energie. Tepelný výkon však může být mírně vyšší než elektrický. Celková účinnosti využití paliva dosahuje až 80 %. (Musil, 2009)

Dalším způsobem získání energie z vodíku je termojaderná fúze. Tento způsob je efektivnější oproti výše zmíněnému. Termojaderná fúze je jaderná reakce, při které dochází ke spojení jader lehkých prvků a následně se tak vytvoří nové a těžší jádro, přičemž se uvolní velké množství energie. Termojaderná fúze je však mírně problematičtější, jelikož k jejímu průběhu je třeba teploty v řádu stovek milionů stupňů Celsia. (Musil, 2009).

4.2 PODPORA VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Jelikož přechod na využití OZE pro výrobu energie je značně finančně náročný, je zřízen dotační program Nová zelená úsporám.

Program Nová zelená úsporám zajišťuje Ministerstvo životního prostředí, administruje jej však Státní fond životního prostředí České republiky. Dotační program je zaměřen na OZE a s tím spojené úspory energie v rodinných domech a bytových domech. (Zelená úsporám, 2009) Jedná se především o zateplení rodinných domů a výstavbu pasivních rodinných domů. Dále došlo k rozšíření dotací na výměnu zdrojů tepla. (Topinfo, 2015)

Pro rok 2015 bylo pro energetické úspory rozděleno celkem 1,1 miliardy Kč, z toho 600 milionů mohou čerpat majitelé rodinných domů a 500 milionů je určeno pro bytové domy na území České republiky. (Topinfo, 2015)

Dotaci ve výši až 50 % z celkové částky lze získat pro rodinný dům, pro bytový dům lze získat dotaci do výše 20 % z celkové částky. Pro rodinné domy je však výše finančních dotačních prostředků maximálně 5 mil. Kč, pro bytový dům je tato částka stanovena ve výši 10 mil. Kč. (Topinfo, 2015)

Program Nová zelená úsporám je rozřazen do následujících tří sekcí:

- **Sekce A – Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů.** V sekci A je možné žádat o dotaci na zateplení obálky budovy, což zahrnuje výměnu oken a dveří, zateplení obvodových stěn, střechy, stropu a podlahy.
- **Sekce B – Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností.** Tato dotace se týká pouze výstavby nového domu.
- **Sekce C – Efektivní využití zdrojů energie.** Do této sekce spadá podpora výměny zdrojů tepla, které spalují neekologické palivo (např. koks, uhlí, mazut), dále výměnu elektrického vytápění za systémy s tepelným čerpadlem, instalaci solárních termických systémů a instalaci systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadních vod. (Nová zelená úsporám, 2015)

ŽADATEL O DOTACI

Oprávněný žadatel o podporu je vlastník či spoluvlastník nemovitosti nebo stavebník (v případě žádosti o podporu ze sekce B). Žadatel musí být vlastníkem nemovitosti po celou dobu administrace žádosti. Jestliže žadatel není jediným vlastníkem nemovitosti, je třeba doložit souhlasné prohlášení spoluvlastníků nemovitosti. Tento dokument je třeba doložit i v případě společného jmění manželů. (Nová zelená úsporám, 2015)

VIZE DO ROKU 2017

Dle Ing. Jany Tlusté ze Státního fondu životního prostředí myšlenky tvůrců dotačních programů směřují k dotování výstavby FVE. V případě zřízení dotačního programu pro výstavbu FVE se předpokládá, že budou dotovány FVE pouze pro vlastní potřebu majitele domu, nikoli pro odprodej přebytků energie do sítě apod. (Tlustá, 2015)

4.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST DOMU

Potřeba energie v domácnostech se na celkové potřebě energie podílí poměrně velkým dílem, což je možné vidět v příloze č. 1. U starších budov je průměrná hodnota měrné potřeby ročně přibližně 270 kWh na metr čtvereční podlahové plochy. U nově vystavěných budov je tato hodnota většinou pod 100 kWh. Zmíněných hodnot lze dosáhnout i rekonstrukcí již vystavěného objektu. Ne všichni majitelé starších obývaných objektů si uvědomují, jaké možnosti pro snížení potřeby energie jsou k dispozici a jak velkých úspor díky nim lze dosáhnout. Problémem je i financování potřebných zásahů, které mívají mnohdy dlouhou dobu ekonomické návratnosti. Ke zjištění, jaká je potřeba použít opatření, jak budou tato opatření drahá a za jak dlouhou dobu se investice navrátí, je vhodné provést tzv. energetický audit nebo průkaz energetické náročnosti budovy. Energetický audit je poměrně obsáhlý a navrhuje optimální řešení pro snížení tepelných ztrát. Průkaz energetické náročnosti budovy je jednodušší a dle legislativy jej budou majitelé nemovitostí k realizaci investice potřebovat. (Murtinger, 2013)

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY A ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY

V současnosti by měla mít každá novostavba a rekonstrukce objektu povinně průkaz energetické náročnosti budovy. Toto opatření je vhodné jak pro stavebníky, tak i pro osobu, která uvažuje o koupi domu, jelikož dle tohoto označení lze poznat, jak je daná stavba úsporná. Osvědčení podává informace nejen o potřebě energie na vytápění, ale dále též o potřebě energie na ohřev vody, větrání, chlazení nebo osvětlení. Energetický štítek obálky budovy však hodnotí pouze konstrukce budovy a ovlivňuje tedy pouze část potřeby tepla na vytápění. Toto posuzuje auditor za pomoci příslušného počítačového programu a výsledek následně porovná s referenční budovou. Po porovnání je stavba zařazena do patřičné

kategorie označené písmeny A až G, přičemž písmenem A je označena nejúspornější budova. (Hudec, 2008)

ENERGETICKÝ AUDIT

Energetický audit podává ucelený obraz o způsobech využívání druhů energií v prověřované jednotce. Podává informaci o účelnosti potřeby energií a efektivnosti jejich využívání, dále určí energetické ztráty a lokalizuje je. Nedílnou součástí energetického auditu je formulace cílů ke zvýšení efektivnosti využívání energií, přičemž tyto cíle musí být ekonomicky realizovatelné ve vztahu k reálným možnostem zadavatele. Energetický audit může zpracovat pouze energetický auditor. Energetický auditor je fyzická osoba zapsaná do seznamu energetických auditorů vedeného Ministerstvem průmyslu a obchodu. Energetický auditor musí nejprve složit odbornou zkoušku, dále musí být bezúhonný a způsobilý k právním úkonům. Povinnost podrobit nemovitost energetickému auditu mají fyzické osoby, jejichž celková roční hodnota potřeby energie překročí 35000 GJ, u jednotek samostatně zásobovaných energií je tato výše stanovena na 700 GJ celkové roční potřeby energie. (Belica, a další, 2006)

SPOTŘEBA ENERGIE V DOMÁCNOSTECH

Velký podíl na spotřebě energie v domácnosti mají mj. neúčinné elektrospotřebiče. Přibližně pětinu spotřeby elektrické energie vyžadují počítače, zábavní a IT technika. Tato zařízení je vhodné zapojit do zásuvkové lišty se spínačem, jelikož tak lze redukovat ztráty zapojením naprázdno, tzv. na nulu. Dále spotřebovává přibližně 10 % energie osvětlení. Energeticky úsporná zářivková svítidla mají při stejné svítivosti až o 80 % nižší spotřebu energie oproti klasickým žárovkám (v r. 2009 došlo ke stahování klasických žárovek z prodeje). Při výběru domácích elektrických spotřebičů, jako je například pračka, myčka či lednička, by účinnost měla být jistým kritériem pro výběr. Účinnost spotřebiče lze zjistit na základě energetického štítku či dle hodnoty příkonu. Spotřebiče je též třeba vhodně umístit. Například lednice, která je umístěna vedle sporáku, je energeticky náročným zařízením z důvodu, jelikož musí ochladit teplo, které sporák v provozu vydává. Níže jsou uvedena doporučení, která shrnují nejdůležitější úsporná opatření:

- Využít tzv. měřiče spotřeby a vyhledat tak energeticky neúsporná zařízení,
- nepoužívané spotřebiče a svítidla vždy vypínat,

- spotřebiče v režimu standby zapojit na zásuvkovou lištu se spínačem, který je vypnutý,
- při koupi spotřebičů sledovat požadavky na příkon a potřebu proudu,
- neumisťovat ledničku a mrazničku v blízkosti tepelných zdrojů,
- ledničky a mrazničky pravidelně odmrazovat. (Quaschnig, 2010)

REKONSTRUKCE DOMU

Cílem rekonstrukce domu je zpravidla zkvalitnění obytného prostoru. Obytný prostor je definován velikostí, povrchovými plochami, proporcemi, orientací k dennímu světlu, vnitřním uspořádáním apod. U starého domu jsou dány předem následující skutečnosti:

- Zastavěná i nezastavěná plocha je definována, též je definováno ohraničení vůči sousedům a veřejnému prostoru,
- stavba je definována z hlediska polohy na pozemku, velikosti a principů prostorového a konstrukčního uspořádání,
- je dáno uspořádání pokojů,
- požadavky lze přesně formulovat na základě dosavadních zkušeností v existujícím stavebním provedení,
- rekonstrukce může probíhat po částech, v závislosti na finančních možnostech v delším časovém úseku, jelikož užitelnost ostatních prostor není dotčena. (Gabriel, a další, 2013)

Při plánování je potřeba zvážit pouze takové konstrukce, u kterých lze zajistit bezproblémové a nákladově přijatelné provedení. Pro složitá a speciální řešení je třeba zvážit dostupnost odpovídajícího řemeslníka. (Gabriel, a další, 2013)

Pro rozhodnutí o rekonstrukci domu je jedním ze základních determinantů dostupnost finančních prostředků. Náklady na nemovitost lze rozdělit na investiční a provozní. Investiční náklady mnohdy představují velké objemy, které je třeba uvolnit v relativně krátké době. Díky investičním nákladům je však možné snížit náklady na provozování nemovitosti. Poměr investičních a provozních nákladů by měl být nepřímo úměrný, tedy v případě zvyšování investičních nákladů by provozní náklady měly klesat. Je potřeba zohlednit tu skutečnost, že nepřímá úměrnost neplatí absolutně, ale pouze v určitých intervalech. Dále je

třeba plánovat jednotlivé prvky rekonstrukce komplexně, tedy tak, aby jejich vzájemná interakce byla přínosem. Například při zateplení obvodových stěn nemovitosti by měla navazovat výměna oken, dokonalá vzduchotěsnost objektu a též systém vzduchotechniky s rekuperací. (Belica, a další, 2006)

ŽIVOTNOST STAVEBNÍHO OBJEKTU

Životnost stavebního objektu lze definovat jako období, ve kterém objekt plní funkci, ke které byl určen v době výstavby. Životnost stavebního objektu je jeho technický stav, tedy jeho obyvatelnost z hlediska určitého standardu. Optimální životnost objektu je takové období, v němž je suma nákladů minimální. (Hájek, a další, 1987)

PASIVNÍ A NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Pasivní dům je stavební standard vyznačující se nízkou potřebou a efektivním využitím energie. Jeho potřeba energie na vytápění je až o 90 % nižší než u běžných staveb. Konkrétně se jedná o spotřebu 1,5 l topného oleje na metr čtvereční obytné plochy za rok. Za zdroj tepla je považováno především tělesné teplo obyvatel a pronikající teplo ze slunce. V pasivních domech je zřízen systém vzduchotechniky, který zajišťuje požadovanou kvalitu vzduchu a též eliminuje nežádoucí studený průvan. Další výhodou pasivních domů je, že v domě nejsou rozdíly mezi teplotou povrchů stěn a podlahy a teplotou vzduchu. Pasivní dům nedisponuje klasickým topným systémem či klimatizací. V pasivních domech jsou využívány technologie jako v nízkoenergetických domech, ale tyto technologie jsou konstruovány ve vyšším standardu. (Brotánková, a další, 2012). Rozdíl mezi nízkoenergetickým a pasivním domem je v potřebě energie na vytápění (v kWh/m²/rok). Pro nízkoenergetické domy je maximální hranice potřeby energie na vytápění 50 kWh/m², pro pasivní domy je potřeba energie na vytápění maximálně 15 kWh/m².

4.4 INVESTICE

Každý subjekt očekává, že plánovaná investice přinese zisk. Příjmy, které očekává, převyšují potřebné náklady na investici. Investici podmiňují tři determinanty, a to příjmy, náklady a očekávání. (Polách, a další, 2012)

4.4.1 INVESTIČNÍ PROCES

Investiční proces je určitý soubor činností, které je třeba uskutečnit v zájmu efektivity a budoucího rozvoje. Důležitou součástí investičního procesu je proces rozhodovací. Rozhodovací proces je soubor činností spojených s vypracováním a následnou volbou jedné nebo více realizovatelných možností. Rozhodování je podmíněno určitými rozhodovacími kritérii, které si subjekt předem stanoví. Rozhodnutí o realizaci investice subjekt zvažuje dle ekonomické vhodnosti (např. snížení nákladů), ale i neekonomických faktorů (např. šetrnost k životnímu prostředí). Investiční rozhodovací proces lze rozdělit do více fází. Jedná se o fázi investičního podnětu, přípravu rozhodování a následný rozhodovací proces, realizaci varianty a zpětný tok informací. (Polách, a další, 2012)

Každý subjekt, který se rozmýšlí o určité investici, si přeje, aby investice byla efektivní, hospodárná a účinná. Efektivnost, hospodárnost i účinnost jsou vrcholovými kritérii racionality vynaložených ekonomických zdrojů. Zmíněné ekonomické kategorie jsou navzájem propojené, navzájem se ovlivňují, ale též se vyznačují svými specifiky. Účinnost je posuzována vzhledem ke vstupům, hospodárnost je vázána na samotný transformační proces a efektivnost je vázána k výstupům. (Kucharčíková, a další, 2011)

FAKTOR ČASU

Investiční rozhodování, a to zejména dlouhodobějšího charakteru, je ovlivněno faktorem času. Nynější finanční prostředky subjektu nejsou ekvivalentní s týmiž finančními prostředky, které budou získány. Současné finanční prostředky mají pro subjekt větší význam a hodnotu. Důvodem je možnost investování a na základě toho dosažení zisku. Při investičním rozhodování je posuzována efektivnost jednotlivých variant, které mají různou dobu životnosti. Čím déle bude trvat realizace (například výstavba), tím déle jsou finanční prostředky tzv. umrtveny a nepřinášejí tak žádné efekty. Též je třeba posoudit výnosy během životnosti, jelikož budoucí výnosy jsou méně hodnotné než ty, které by byly dosaženy v současnosti. Proto je potřeba při stanovení očekávané efektivnosti investice aktualizovat nezbytné investiční vklady i efekty z těchto investic o vliv doby výstavby a doby životnosti. (Valach, a další, 1999) Pro eliminaci faktoru času lze využít např. metodu čisté současné hodnoty investice.

KAPITÁLOVÉ PLÁNOVÁNÍ

Kapitálové plánování je proces, který souvisí s vyhodnocováním investičních rozhodnutí. V první fázi vstupuje do investičního procesu kapitál (jednorázově či postupně). Takto vynaložený kapitál má předstih před efekty z investice. Jelikož efekt z investice je závislý na příjmech a výdajích, nabývá kladných nebo záporných hodnot. Jestliže i po počátečním záporném rozdílu následně příjmy převyšují trvale výdaje, peněžní tok je konvenční. Jestliže peněžní toky oscilují nahoru i dolů, jedná se o nekonvenční peněžní toky. Za základ kapitálového rozpočtění se považuje strategický cíl subjektu. (Nývtová, a další, 2010) Kapitálový rozpočet udává objem finančních prostředků, které je možné vynaložit v jednotlivých letech na investiční projekty. (Fotr, a další, 2012)

Kapitálové plánování zahrnuje především 4 následující oblasti:

- Plánování peněžních toků z investice,
- finanční kritéria pro výběr investičních projektů,
- zohlednění rizika v investičním rozhodování
- dlouhodobé financování investiční činnosti. (Valach, a další, 1999)

4.4.2 INVESTIČNÍ STRATEGIE

Investiční strategie je styl, který investor praktikuje. V tomto stylu se odráží názor investora na fungování a efektivitu trhu a též na chování a chyby jeho účastníků. V realitě se velké množství investorů nedrží jedné přesně definované strategie. Je však velmi důležité investiční strategii přesně definovat. (Gladiš, 2004)

Investiční strategii tvoří různé postupy, které vedou k dosažení požadovaných cílů. Investor musí každý investiční záměr posuzovat na základě tří faktorů, a to očekávaného výnosu, očekávaného rizika a očekávaného důsledku na likviditu prostředků. Typ investiční strategie, který investor zvolí, je závislý na preferenci výše zmíněných faktorů.

- **Strategie maximalizace ročních výnosů.** Hlavním kritériem této strategie je co nejvyšší roční výnos bez ohledu na růst ceny investice. Tato strategie lze doporučit především při nižším stupni inflace, jelikož roční výnosy nejsou příliš znehodnoceny.

- **Strategie růstu ceny investice.** U tohoto typu investice se investor zaměřuje na co největší zvýšení hodnoty původního vkladu, přičemž roční výnos z investice je pro investora zanedbatelný. Při vyšším stupni inflace je vhodné využít zmíněnou strategii, jelikož inflace znehodnocuje běžné roční výnosy. Budoucí hodnota však roste.
- **Strategie růstu ceny investice spojená s maximálními ročními výnosy.** Investor klade důraz na růst ceny investice v budoucnosti, též ale sleduje růst ročních výnosů. Tato strategie se však vyskytuje velmi málo.
- **Agresivní strategie.** Investor upřednostňuje investice s vysokým stupněm rizika, avšak je zde možnost dosáhnout vysokých výnosů.
- **Konzervativní strategie.** Investor jedná opatrným způsobem. Vybírá takové investice, kde je nízký stupeň rizika. Investice s nízkým stupněm rizika však přináší menší výnosnost.
- **Strategie maximální likvidity.** Investor si vybírá takové investice, které jsou schopny rychle se transformovat na peníze a jsou tudíž velmi likvidní. Likvidní investice však zpravidla přinášejí menší výnosnost. Strategii maximální likvidity je vhodné využít v případě, když v kratším časovém úseku dochází k velké změně tempa inflace. V takovém případě bývá totiž investor nucen měnit cíle investování a původní investice zpeněžit, aby byl schopen získané peněžní prostředky použít na jiný typ investic. (Valach, 2006)

4.5 KRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ

Základní funkcí rozhodování je hodnocení informací, ať už se jedná o informace z expertní analýzy nebo informace okamžitě zjištěné. Subjekt se rozhoduje v závislosti na cíli rozhodování a informací, kterými disponuje. Výsledek rozhodování je závislý na kritériích, které si subjekt stanoví. V případě jednoho kritéria je rozhodovací problém brzy vyřešen. Jestliže však existuje více kritérií, vyhodnocení vhodné varianty se stává obtížné. Rozhodovací proces se tak může značně zpomalit. Při rozhodování subjekt posuzuje, zda parametry splňují zvolená kritéria. Volba jednotlivých kritérií je velmi důležitá, a to z hlediska počtu i jejich kvality. Velkým problémem vícekritériálního rozhodování jsou tzv. antagonická kritéria, jelikož často vedou k chybám v rozhodování. (Tichý, 2006)

Antagonická kritéria jsou taková kritéria, která se navzájem ovlivňují a tudíž je možné je vynechat. Jestliže se subjekt rozhodne využít vícekritériálního hodnocení variant, poté si je třeba uvědomit následující fakta:

- V hodnocení jednotlivých variant je vždy přítomna určitá míra subjektivity,
- hodnocení může být ovlivněno vnějšími vlivy, jako je např. politická či finanční situace,
- střet zájmů bývá těžko zjistitelný,
- hodnocení může ovlivňovat motivace subjektu,
- na základě vícekritériálního hodnocení často vznikají spory. (Tichý, 2008)

4.6 PREDIKCE

Pro mnoho subjektů je velmi důležité znát chování určitých veličin v budoucnosti. K predikcím slouží více metodik. Některé vychází z určitých algoritmů, jiné jsou heuristické a některé využívají schopnosti učit se. Je třeba, aby subjekt dobře znal jednotlivé veličiny predikce a byl dobře informován o datech a jejich povaze. Dále je třeba, aby subjekt stanovil predikční metodu a časový horizont predikce. Subjekt by též měl mít celostní poznatky z oblasti, kterou chce predikovat. Ekonomické a finanční predikce jsou velmi složité, jelikož společnost se v určitých situacích chová chaoticky. (Dostál, a další, 2005)

Základem pro plánování je predikce budoucího vývoje prostředí. Predikce je ovlivněna mnoha faktory, které v prostředí nastávají. Patří sem například politika a sociální trendy, cenová úroveň, kontrolní politika státu, zaměstnanost, technické prostředí aj. (Jakubíková, 2008)

Jednou z metod, která je využívána pro predikci budoucího vývoje, je extrapolace. Extrapolace vychází z předpokladu, že daná veličina se bude v budoucnosti vyvíjet dle určitého trendu, jakým se vyvíjela v minulosti. Vychází se tedy z časových řad. Časová řada je sestavena z chronologicky poskládaných údajů.

5 VLASTNÍ PRÁCE

Praktická část je věnována návrhu vhodného energetického řešení stávajícího rodinného domu za využití alternativních zdrojů energie.

5.1 POPIS OBJEKTU

Objekt se nachází v Kraji Vysočina, městě Havlíčkův Brod. Objekt je vystaven na parcele č. 5659 s výměrou 125 m². Jedná se o rodinný dům řadového typu, který byl ve výstavbě od roku 1990 a jeho kolaudace proběhla v roce 1993. Dům jde dvoupodlažní a podsklepený. Půdorys jednotlivých pater je možné shlédnout v přílohách č. 2, 3 a 4. Dům je ve společném jmění manželů.

Pohled na dům z jižní strany



(Obr. č. 3)

Pohled na dům ze severní strany



(Obr. č. 4)

V následující tabulce jsou shrnuty údaje o objektu.

Souhrn údajů o objektu

Souhrn údajů o objektu					
Plošné rozměry	Součet vnějších ploch ochlazovaných	423,49 m ²	Objem	Obestavěný prostor	772,40 m ³
	Zastavěná plocha	122,78 m ²		Objem vytápěné zóny	583,96 m ³
	Vytápěná obvodová plocha	173,46 m ²	Další údaje	Počet pater	3
	Podlahová plocha	280,10 m ²		Počet vytápěných pater	2
	Podlahová plocha vytápěné zóny	168,15 m ²		Počet obyvatel	3
	Plocha výplní otvorů	42,3 m ²		Provoz vytápění	nepřerušovaný, v noci tlumený
	Plocha stěnových konstrukcí	243,07 m ²		Převažující vnitřní teplota	20 °C
	Plocha střešních konstrukcí	778,60 m ²		Zdroj tepla	kotel na spalování zemního plynu o výkonu 18 kW
	Tl. zateplení štítové stěny	120 mm	Materiály	Okna	plast, 5-komorová s izolačním dvojsklem
	Tl. zateplení severní a jižní fasády	90 mm		Zateplení	kontaktní zateplovací systém Kooltherm K5
	Tl. zateplení stropu přízemí	40 mm		Obvodové zdivo	křemelinové tvárnice Isotone
	Tl. zateplení stropu 2. patra	120 mm + OSB desky 18 mm			
Tl. tvárnice obvodového zdiva	450 mm				

(Tab. č. 1) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě Průvodní technické zprávy 2010 a Tepelně-technického posouzení budovy 2010

OKOLÍ OBJEKTU

K objektu přísluší zahrada, číslo parcely 1646/18 o výměře 218 m². Dle BPEJ spadá objekt do 7. klimatického regionu, který je charakterizován jako mírně teplý a vlhký, s průměrnou roční teplotou 6 °C – 7 °C s intenzivními větry a kde hloubka půdy je středně hluboká - hluboká. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2015)

Objekt je umístěn na vyvýšeném místě Havlíčkova Brodu v nadmořské výšce 462 m n. m. Jedná se o řadový dům, kde z východní strany přiléhá sousední dům. Jelikož se jedná o krajní sekci řadového domu, ze západní strany sousedící dům nepřiléhá a je oddělen 3,5 m širokou parcelou. Z jižní ani severní strany, na které je orientována střecha sedlového typu, není objekt nijak stíněn. V následující tabulce jsou shrnuty údaje o okolí objektu.

Souhrn údajů o okolí objektu

Údaje o okolí objektu					
Lokalizace	Kraj	Vysočina	Pocasi a podnebi	Větrnost	intezivní vítr
	Město	Havlíčkův Brod		Výpočtová venkovní teplota	mínus 15 °C
	Nadmořská výška	462 m n. m.		Klimatický region	7, mírně teplý a vlhký
	Výměra nezastavěné parcely	218 m ²		Průměrná roční teplota	6 °C - 7 °C
	Stíněné stěny	západní a východní	Půda	Hloubka	středně hluboká - hluboká

(Tab. č. 2) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě Průvodní technické zprávy 2010 a Tepelně-technického posouzení budovy 2010

5.2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST OBJEKTU

Pro posouzení energetické náročnosti budovy byly využity údaje z průvodní technické zprávy objektu, výpočtový software společnosti Protech, s. r. o., Nový Bor a výše zmíněné metodické postupy. Shrnutí technicko-energetických údajů je zobrazeno níže.

Energetická náročnost objektu

Energetická náročnost objektu					
Součinitel prostupu tepla	Obvodová stěna	0,243 W/m ² K	Tepelné ztráty a zisky	Vnitřní výpočtová teplota	20 °C
	Strop pod nevytápěným půdním prostorem	0,568 W/m ² K		Tepelné zisky	6641,8 kWh/rok (2,26 W/m ²)
	Podlahová konstrukce nad nevytápěným suterénem	0,588 W/m ² K		Měrná ztráta větráním	1957,3 kWh/rok (25W/K)
	Výplně - okna	1,2 W/m ² K		Měrná ztráta prostupem	28815 kWh/rok (368,05 W/K)
	Venkovní dveře do vstupní haly vytápěné zóny	1,2 W/m ² K		Měrná potřeba tepla na vytápění	143,51 kWh/m ² /rok
	Balkonové dveře	1,2 W/m ² K		Roční potřeba tepla na vytápění	24130,5 kWh/rok
	Obvodová stěna mezi řadovkami	0,424 W/m ² K		Roční potřeba tepla na ohřev vody	6278 kWh/rok
	Průměrný součinitel prostupu tepla	0,809 W/m ² K			

(Tab. č. 3) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě Tepelně-technického posouzení budovy 2010

Průměrný součinitel prostupu tepla kvantifikuje výměnu tepla mezi prostory, které jsou od sebe odděleny určitou stavební konstrukcí. K výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla bylo nejdříve potřeba vypočítat tepelný odpor každé vrstvy konstrukce dle vztahu 3.1. Následně došlo k převrácení hodnot součtu vypočtených dílčích tepelných odporů dle vztahu 3.2. Výsledná hodnota je průměrným součinitelem prostupu tepla.

Tepelné zisky dle vztahu 3.9 jsou součtem tepla vyprodukovaného vnitřními zdroji, které nepatří do otopného systému v objektu, na základě vztahu 3.7 a tepla vyprodukovaného slunečním zářením v dané lokalitě dle vztahu 3.8.

Tepelná ztráta je tok tepla, který z domu uniká. V případě objektu určeného k energetické rekonstrukci je třeba dodat 24130,5 kWh/rok, příloha č. 5. Tato roční potřeba tepla byla vypočítána za pomoci měrné potřeby tepla na vytápění dle vztahu 3.3, která byla následně vynásobena podlahovou plochou vytápěné zóny. Měrná tepelná ztráta objektu se skládá z měrné tepelné ztráty prostupem konstrukcí a měrné tepelné ztráty větráním. Měrná tepelná ztráta prostupem konstrukcí byla vypočítána pomocí vztahu 3.4, měrná tepelná ztráta větráním byla vypočtena za pomoci vztahu 3.5. Roční potřeba tepla na ohřev užitkové vody byla vypočítána na základě vztahu 3.12. Roční potřeba tepla na ohřev užitkové vody byla

dimenzována pro 6 osob, jelikož se výhledově předpokládá, že ze druhého patra domu vznikne další bytová jednotka a budou zde bydlet 3 osoby.

V letech 2006 - 2007 došlo k výměně tehdejších dřevěných oken a dveří s velkým únikem tepla za úsporná plastová zařízení s izolačním dvojsklem. V roce 2010 se investor rozhodl k realizaci zateplení budovy kontaktním zateplovacím systémem z polystyrenu se strukturovanou tenkovrstvou omítkou Kooltherm K5. V následujících letech došlo k významné výměně domácích spotřebičů za spořiče úspornější. V současnosti se investor rozhoduje o změně otopného systému a realizaci zařízení pro výrobu elektrické energie.

5.3 NÁVRH ZAŘÍZENÍ A PROVOZNÍ NÁKLADY

Jelikož v minulých letech došlo k významnému snížení energetické náročnosti domu, investor se rozhodl pokračovat v tomto trendu a rád by dosáhl dalších úspor v oblasti vytápění a elektrické energie.

V oblasti vytápění a ohřevu užitkové vody budou analyzovány solární kolektory, kotel na štípané dřevo, krbová kamna a tepelné čerpadlo. Dále bude analýze podrobena vhodnost výstavby FVE pro výrobu elektrické energie.

Solární energie bude pouze doplňkovým zdrojem energie v daném objektu, jelikož solární kolektory ani fotovoltaika nejsou schopny pokrýt celkovou potřebu energií v objektu. K těmto zdrojům bude muset být zřízen hlavní zdroj v podobě kotle, krbových kamen či tepelného čerpadla s přihlédnutím k ekonomice kombinace zařízení.

Nejdříve je potřeba nadimenzovat hlavní zdroj tepelné energie tak, aby byly pokryty tepelné ztráty při nejnižších venkovních teplotách v zimních měsících. Jelikož tato zařízení nemají 100% účinnost, je potřeba ponechat při dimenzaci určitou rezervu. Dimenzace kotle je zapotřebí provést i z důvodu následného ekonomického hodnocení, jelikož pořizovací cena kotle je odvozena především od jeho jmenovitého výkonu a účinnosti.

Jmenovitý výkon zařízení byl stanoven pro daný objekt na 15 kW. Tato hodnota byla vypočtena na základě celkové měrné tepelné ztráty domu (tedy součtu měrné tepelné ztráty větráním a měrné tepelné ztráty prostupem). Dle fyzikálně-matematického vztahu byla

celková měrná tepelná ztráta vynásobena stupni Kelvina (tedy hodnotou 35, což je rozdíl mezi vnitřní výpočtovou teplotou a nejnižší teplotou stanovenou pro danou lokalitu). Tímto postupem bylo dle teplených ztrát domu zjištěno, že je pro daný objekt potřeba zařízení s výkonem 13,757 kW a to bez ohledu na určitou rezervu. Z tohoto důvodu byl jmenovitý výkon zařízení stanoven na 15 kW.

KOTEL NA ŠTÍPANÉ DŘEVO

Kotel na štípané dřevo byl vybrán, jelikož je vhodný pro vytápění a přípravu TUV v menších objektech jako je rodinný dům. Další důvod pro zvolení tohoto typu kotle byla nižší výše počáteční investice a též i průběžné investice do palivového dřeva, která je poměrně nízká. Nevýhodou tohoto zařízení je zvýšená náročnost pravidelné obsluhy kotle.

Techničtí odborníci určují životnost zmíněného typu kotle na 10 – 13 let. Kotel je zařazen do 3. odpisové skupiny, jejíž životnost je určena na 10 let. Při výpočtech je využita životnost dle odpisové skupiny, jelikož autorka práce chtěla ukázat nejnižší možné výnosy z investice. U všech variant se investice navrátí do dvou let, což je do doby životnosti investice. Vícekriteriální analýze jsou proto podrobeny všechny varianty (viz tab. č. 5). Účinnost a dle ní vypočítaná průměrná spotřeba dřeva a též pořizovací cena je obsažena v návratnosti investice, avšak zmíněná kritéria jsou v rozhodovacím problému ponechány, a to z následujícího důvodu. Průměrnou spotřebou paliva je vyjádřena náročnost obsluhy zařízení, pořizovací náklad je důležitý z hlediska disponibilních zdrojů investora. Těmto kritériím však bude přidělena nižší váha z důvodu obsahu v kritériu návratnosti investice. Kritérium ekologické třídy nebude zohledněno, jelikož všechna zařízení jsou zařazena v ekologické třídě č. 3. Ekologické třídy č. 1 a 2 byly v roce 2012 zrušeny, kotle spadající do ekologické třídy č. 4 a 5 jsou vyráběny ve variantách s větším jmenovitým výkonem, od 17 kW. Kritéria jako jsou rozměry kotle či design nebyly brány v úvahu, jelikož nejsou pro investora důležitá a nijak výsledek rozhodnutí neovlivní.

Kritéria pro výběr kotle

Kritéria pro výběr investice - kotel				
Zařízení	Účinnost (%)/Prům. spotřeba (kg/h)	Palivo	Cena (Kč)	Návratnost investice (roky)
Moderator Unica Senzor (15 kW)	83,6 / 4,2	dřevo + štěpka	24562	1,075
Combi Atmos DC15EP (15 kW)	86,0 / 4,1	dřevo + pelety	41600	1,772
Atmos DC15E (15 kW)	81,0 / 4,3	dřevo	21984	0,99
Attack 15DPX Standard (15kW)	91,3 / 3,9	dřevo	35360	1,425

(Tab. č. 4) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Kotel Atmos D15, který spadal do ekologické skupiny č. 1, musel být po r. 2012 stažen z prodeje a byl nahrazen ekologičtější variantou Atmos DC15E. Kotel Combi Atmos DC15EP je pohodlnější a účinnější variantou předešlého zařízení. Kotel Attack 15 DPX Standard je nejúčinnější variantou z vybraných zařízení. Jeho počáteční investice je vyšší, avšak provozní náklady budou nižší než u předchozích variant. Kotel Moderator Unica Senzor lze využít pro spalování dřeva i štěpky.

Výpočet doby návratnosti investice

Aby bylo možné určit dobu návratnosti investice, jakožto hlavního kritéria (zařízení jsou stejného druhu), je potřeba nejdříve zjistit, jakých ročních úspor investor dosáhne u každého zařízení. Nejdříve je tedy potřeba určit roční platbu za vytápění a ohřev užitkové vody v objektu při využití současného kotle. Následně jsou propočítány roční náklady na provoz nového kotle. Porovnáním těchto nákladů je určena roční úspora v Kč a následně vypočítána doba návratnosti investice dle vztahu 3.19. Do pořizovacích nákladů nejsou započítány náklady na přídatná zařízení, která pro provoz nejsou nezbytně nutná, a to i v případě dalších zařízení. Důvodem jsou různé ceny dodavatelů. Podrobnými náklady se zabývá následující kapitola, ve které je ekonomicky zhodnocena varianta navržená pro investici.

Dotovány jsou kotle na biomasu, avšak se musí jednat o výměnu původního kotle na tuhá paliva či elektrokotle. Kotel Destila DPL 18 není kotlem požadovaného typu, a proto jeho výměna nebude dotována. Výpočet je znázorněn v následující tabulce.

Výpočet doby návratnosti kotle

Výpočet doby návratnosti investice kotle												
Zařízení	Potřeba tepla vytápění/rok		Potřeba tepla ohřev vody/rok		Účinnost kotle	Potřeba tepla vytápění dle účinnosti/rok		Potřeba tepla ohřev vody dle účinnosti/rok		Roční náklad provozu	Úspora vůči výchozímu stavu/rok	Doba návratnosti
	kWh	MJ	kWh	MJ		%	kWh	MJ	kWh			
Současný kotel												
Destila DPL 18, r. v. 1992	24130,5	86870	6278	22601	87	27267,5	98162,9	7094,1	25538,9	52521*	0	výchozí stav
Nové řešení kotle												
Moderator Unica Senzor	24130,5	86870	6278	22601	83,6	28087,9	101116	7307,6	26307,3	29662	22859	1,075
Combi Atmos DC15EP	24130,5	86870	6278	22601	86	27508,8	99032	7156,9	25764,9	29051	23470	1,772
Atmos DC15E	24130,5	86870	6278	22601	81	28715,3	103375	7470,8	26895	30325	22196	0,99
Attack 15DPX Standard	24130,5	86870	6278	22601	91,3	26229,9	94427	6824,2	24567,1	27700	24821	1,425

(Tab. č. 5) **Zdroj:** Vlastní zpracování

*k ceně byla připočtena roční stálá platba, kterou společnost RWE, a. s. spotřebiteli fakturuje.

V současnosti je objekt vytápěn kotlem Destila DPL 18 (18 kW) z roku 1992. Kotel je již potřeba vyměnit z technických důvodů i ekonomické náročnosti provozu. Kotel využívá zemního plynu, dodavatelem je společnost RWE, a. s. Investor využívá u zmíněné společnosti produkt Standard a distribuční území (Havlíčkův Brod) je RWE GasNet. Cena v tomto programu je 1,40572 Kč/kWh. Výsledně je společností dále fakturován stálý poplatek ve výši 351,54 Kč měsíčně.

Jelikož štípané dřevo při přirozeném provětrávání a krytí po roce značně sníží svůj obsah vody, pro vytápění bylo zvoleno dubové dřevo s obsahem vody 15 %, v délce 33 cm. Dle přílohy č. 7 je výhřevnost vybraného dřeva 14,230 MJ/kg. Prostorový metr dubového dřeva o délce 33 cm je k 1.10.2015 oceněn na 1590 Kč, příloha č. 8. Prostorový metr dubového dřeva o daném obsahu vody dle přílohy č. 7 odpovídá 480 kg/prm.

Výběr vhodného kotle

Pro výběr vhodného kotle byla využita vícekriteriální analýza variant. Pro odhad váhy kritéria byla zvolena metoda pořadí, pro výběr vhodné varianty metoda váženého součtu.

Výběr kotle – vícekritériální analýza variant

Výběr kotle								
Váhy kritérií			Kritéria pro výběr investice a jejich užitek					Výběr kritéria
Kritérium	Důležitost kritéria	Váhy	Zařízení	Účinnost	Palivo	Cena	Návratnost investice	Celkový vážený užitek
Účinnost	2	0,2	Moderator Unica Sensor	0,25	0,40	0,87	0,89	0,61
Palivo	3	0,3	Combi Atmos DC15EP	0,49	1,00	0,00	0,00	0,40
Cena	1	0,1	Atmos DC15E	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
Doba návratnosti	4	0,4	Attack 15DPX Standard	1,00	0,00	0,32	0,44	0,41
Suma	10	1	Charakter kritéria	MAX	MAX	MIN	MIN	

(Tab. č. 6) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Váhy jednotlivých kritérií byly vypočteny dle vztahu 3.22. Následně bylo potřeba určit užitek jednotlivých variant pro investora. Celkový užitek byl získán jako součet jednotlivých vážených užitek z daných kritérií dle vztahu 3.25. Hodnoty jednotlivých kritérií, mající maximalizační charakter, byly určeny dle vztahu 3.23. Hodnoty minimalizačního charakteru byly určeny podle vztahu 3.24.

Na základě posouzení důležitosti kritérií byl vybrán kotel Moderator unica sensor (15 kW).

Kotel Moderator unica sensor (15 kW)



(Obr. č. 5)

KRBOVÁ KAMNA

Nabídka krbových kamen na dřevo či pelety o vypočteném výkonu je významně rozsáhlejší než nabídka kotlů na štípané dřevo. Krbová kamna s teplovodním výměníkem jsou schopna vytopit celý dům, jelikož je lze připojit k ústředním radiátorům v domě. Teplo z krbových kamen bez teplovodního výměníku nelze rozvést po domě pomocí ústředních radiátorů a není tak možné vytopit ostatní místnosti, především 2. patro domu.

Rozhodujícím kritériem je pořizovací cena (z důvodu stejného druhu zařízení) krbových kamen, avšak je třeba zohlednit, že v případě levnější varianty kamen bez teplovodního výměníku je potřeba objekt vytápět dalším zařízením. Jelikož stav, ekologičnost a především účinnost stávajícího kotle je nevyhovující, lze uvažovat o investici pouze do krbových kamen s teplovodním výměníkem nebo do kamen bez teplovodního výměníku avšak v tomto případě je třeba investovat i do výše zmíněného kotle na štípané dřevo.

Krbová kamna jsou interiérovým doplňkem a z toho důvodu je potřeba dbát na jejich estetiku a vhodnost k interiérovému zařízení domu. Výše ceny kamen je určena z velké části i jejich vzhledem a proto bude třeba najít určitý kompromis. Dále je vhodné zhodnotit rozměry kamen z důvodu rozlohy místnosti a umístění interiérového vybavení.

Životnost je určena stejným způsobem jako u kotle na dřevo, tedy na 10 let. Kritéria účinnost a cena jsou vybrána ze stejného důvodu, jak bylo zmíněno výše u výběru kotle na dřevo. Dále byly zvoleny rozměry kamen z důvodu umístění do již stávajícího obývacího pokoje s určitým rozmístěním vybavení. Hodnocení designu je důležité, jelikož se jedná též i o okrasný interiérový prvek, kritérium bylo hodnoceno na základě názoru autorky práce i investora. Teplovodní výměník je rozhodující pro danou investici, jelikož v případě jeho neexistence je třeba vynaložit další náklady na topné zařízení v domě. Do rozhodovacího problému nebylo zohledněno palivo, jelikož u všech variant se jedná o štípané dřevo či brikety. Též se jedná o stejnou ekologickou skupinu.

Kritéria pro výběr krbových kamen

Kritéria pro výběr investice - krbová kamna							
Zařízení	Účinnost (%)/Prům. spotřeba (kg/h)	Cena	Výměník	Design	Šířka	Hloubka	Návratnost investice
Haas + sohn kalmar II 111 TV (15 kW)	83 / 4,2	23588	ano	4	68,6	62,6	1,04
Haas + sohn Nivala TV (15kW)	87 / 4,0	34903	ano	5	64	60,4	1,47
Haas + sohn Andrus TV (15kW)	87 / 4,0	38836	ano	3	62	60,4	1,64
Prity WD (15 kW)	75 / 4,5	11700	ne	2	65	55	0,57
Kratki koza Alice (15 kW)	79 / 4,3	21592	ano	1	66,2	43,8	1,00

(Tab. č. 7) **Zdroj:** vlastní zpracování

Všechna vybraná zařízení (kromě zařízení Prity WD) disponují teplovodním výměníkem a tudíž by bylo možné je zakoupit jakožto samostatný zdroj vytápění. Tato zařízení se liší především cenou a účinností, tedy provozními náklady a dále poté svým designem.

Výpočet doby návratnosti investice krbových kamen

Výpočet doby návratnosti investice krbových kamen												
Zařízení	Potřeba tepla vytápění/rok		Potřeba tepla ohřev vody/rok		Účinnost zařízení	Potřeba tepla vytápění dle účinnosti/rok		Potřeba tepla ohřev vody dle účinnosti/rok		Roční náklad provozu	Úspora vůči výchozímu stavu/rok	Doba návratnosti
	kWh	MJ	kWh	MJ		%	kWh	MJ	kWh			
Současné zařízení												
Destila DPL 18, r. v. 1992	24130,5	86869,8	6278	22600,8	87	27267,5	98162,9	7094,1	25538,9	52521*	0	výchozí stav
Nové řešení - krbová kamna												
Haas + sohn kalmar II I11 TV	24130,5	86869,8	6278	22600,8	83	28232,7	101638	7345,3	26442,9	29815	22706	1,04
Haas + sohn Nivala TV	24130,5	86869,8	6278	22600,8	87	27267,5	98162,9	7094,1	25538,9	28796	23725	1,47
Haas + sohn Andrus TV	24130,5	86869,8	6278	22600,8	87	27267,5	98162,9	7094,1	25538,9	28796	23725	1,64
Prity WD	24130,5	86869,8	6278	22600,8	75	30163,1	108587	7847,5	28251	31854	20667	0,57
Kratki koza Alice	24130,5	86869,8	6278	22600,8	79	29197,9	105112	7596,4	27347	30834	21687	1,00

(Tab. č. 8) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Hodnoty výsledků současně využívaného zařízení jsou popsány na straně 51. Volba paliva je okomentována na téže straně. Doba návratnosti investice u krbových kamen je obecně vyšší než doba návratnosti u kotle. Výjimku tvoří krbová kamna Prity WD, která nejsou vybavena teplovodním výměníkem a tudíž jimi nelze vytopit více místností, především pak 2. patro domu.

Výběr krbových kamen – vícekritériální analýza variant

Výběr krbových kamen												
Váhy kritérií			Kritéria pro výběr investice a jejich užitek									Výběr kritéria
Kritérium	Důležitost kritéria	Váhy	Zařízení	Účinnost	Cena	Výměník	Design	Šířka	Hloubka	Návratnost investice	Celkový vážený užitek	
Účinnost	4	0,14	Haas + sohn kalmar II I11 TV	0,67	0,56	1,00	0,75	0,00	0,00	0,56	0,66	
Cena	3	0,11	Haas + sohn Nivala TV	1,00	0,14	1,00	1,00	0,70	0,12	0,15	0,67	
Výměník	7	0,25	Haas + sohn Andrus TV	1,00	0,00	1,00	0,50	1,00	0,12	0,00	0,56	
Design	5	0,18	Prity WD	0,00	1,00	0,00	0,25	0,55	0,40	1,00	0,42	
Šířka	2	0,07	Kratki koza Alice	0,33	0,64	1,00	0,00	0,36	1,00	0,60	0,56	
Hloubka	1	0,04	Charakter kritéria	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MIN	MIN		
Návratnosti investice	6	0,21										
Suma	28	1,00										

(Tab. č. 9) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Nejdůležitějším kritériem pro investora byla existence teplovodního výměníku, dále návratnost investice a design krbových kamen, jelikož krbová kamna by byly umístěné v obývacím pokoji a byly by též považovány za okrasný prvek. Dle součtu dílčích užitek pro investora byla vybrána varianta Haas + sohn Nivala TV.

Krbová kamna Haas + sohn Nivala TV (15kW)



(Obr. č. 6)

TEPELNÉ ČERPADLO

Tepelná čerpadla o jmenovitém výkonu 15kW jsou poměrně nákladným zařízením. Z tohoto důvodu je vhodnější variantou tepelné čerpadlo o nižším výkonu doplněné dalším zdrojem, a to elektrokotlem. O tepelných čerpadlech typu voda-voda nelze uvažovat, jelikož v blízkosti objektu se nenachází žádný vodní zdroj. Počáteční investiční náklady na tepelné čerpadlo typu země-voda jsou příliš vysoké, z důvodu hlubokého vrtu apod. Z uvedených důvodů bylo pro investici vybráno tepelné čerpadlo typu vzduch-voda.

Určení výkonu tepelného čerpadla a elektrokotle.

Následující část se prvotně zabývá určením takového výkonu tepelného čerpadla a elektrokotle, aby byla kombinace zařízení ekonomicky vhodná. Jelikož potřebný výkon byl stanoven na 15 kW s rezervou cca 1,3 kW a výpočtová venkovní teplota je pro oblast Havlíčkův Brod stanovena na -15 °C, lze očekávat, že většinu období nebude potřeba plného výkonu tepelného čerpadla a tudíž je v případě dodatečného zařízení v podobě elektrokotle vhodné investovat do tepelného čerpadla o nižším výkonu.

Přehled zařízení – tepelná čerpadla a elektrokotle

Zařízení					Cena	
Tepelné čerpadlo	CO _{Pi}	CO _{Pr}	Elektrokotel	Účinnost	Tě.	Elkt.
Panasonic Aquarea WH-SDF05E3E5 1f (5 kW)	4,62	2,5	DAKON Daline PTE 10 e (10 kW)	99%	119191	15872
IVT Air X (7 kW)	4,84	2,5	DAKON Daline PTE 8 (8 kW)	99%	135520	13381
IVT air X (9 kW)	5,09	2,5	Dakon Daline PTE 6 (6 kW)	99%	143990	12949
AIRCON H1100SI (10 kW)	3,92	2,5	MORA-TOP ELECTRA 08 Light (5 kW)	99%	149018	12500
AquaSnap 30AW (13 kW)	3,9	2,5	MORA-TOP ELECTRA 08 Light (5 kW)	99%	155000	12500
BoxAir 37Z-2011 (15,4 kW)	4,5	2,5	X - pokryje TČ	x	197109	x
X - pokryje elektrokotel	x	x	Cosmotherm E (15 kW)	99%	x	23737

(Tab. č. 10) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Topný faktor udává, kolik jednotek tepelné energie vyrobí zařízení z jedné jednotky elektrické energie při tzv. ideálních klimatických podmínkách. Reálný topný faktor je taková hodnota, které lze v daném systému reálně dosáhnout. Dle webu (Gas komplet, s. r. o.) je reálný topný faktor pro teplotu topné vody 40 °C / 45 °C přibližně 2,5.

Elektrokotle jsou vysoce účinná zařízení, dosahují účinnosti až 99 %. Provozní náklady jsou složeny z nákladů za spotřebovanou energii, pevné platby za příkon (jistič 3x25A) a platby na úhradu nákladů spojených s podporou elektřiny. Investor v současnosti využívá produktovou řadu D Standard Comfort s distribuční sazbou D02d od společnosti ČEZ, a. s. Současné využívaný program je pouze jednotarifní a lze tedy využívat pouze vysoký tarif. V případě zřízení tepelného čerpadla by bylo nutné program změnit na program D Tepelné čerpadlo Comfort s distribuční sazbou D56d. V případě teoretické úvahy o instalaci elektrokotle jako jediného zařízení by byl vhodný program D přímotop Comfort s distribuční sazbou D45d. Náklady na provoz elektrokotle nelze přesně určit, jedná se pouze o přibližné hodnoty vypočtené na základě výkonu tepelného čerpadla a teplotních hodnot pro oblast Havlíčkův Brod v roce 2014. Elektrokotel se bude spínat pouze v určitých případech a při různém výkonu dle právě naměřených hodnot, tudíž nelze objektivně vypočíst jeho reálnou spotřebu energie dle průměrných měsíčních hodnot teploty.

Sazby elektrické energie

Program	Název sazby	Sazba za 1 MWh		Fixní Ny/rok
		VT	NT	
D Standard Comfort	D02d	4241	x	1902
Počet hodin v denním provozu		24	x	
D Tepelné čerpadlo Comfort	D56d	2660	2342	5227
Počet hodin v denním provozu		4	20	
D Přímotop Comfort	D45d	2824	2339	5227
Počet hodin v denním provozu		4	20	

(Tab č. 11) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě telefonického rozhovoru s operátorem společnosti ČEZ, a. s.

Nejprve je potřeba určit, při jakých teplotních hodnotách se bude elektrokotel spínat. Podle výkonu tepelného čerpadla byla určena hodnota, o kterou je tepelné čerpadlo daného výkonu schopné objekt vytopit. Tato hodnota je označena jako ΔT a je vypočtena jako podíl výkonu tepelného čerpadla a celkové měrné tepelné ztráty. Následně lze vypočíst do jaké maximální teploty okolí je tepelné čerpadlo schopné objekt vytopit na výpočtovou vnitřní teplotu 20°C. Hodnoty byly vypočteny jako rozdíl vnitřní výpočtové teploty a ΔT . Porovnáním teplot naměřených v roce 2014 pro oblast Havlíčkův Brod a teplot, do kterých je tepelné čerpadlo schopné objekt vytopit, byly zjištěny následující údaje. Pro tepelná čerpadla o výkonu do 9 kW bylo těchto dní velmi mnoho, a tudíž by bylo potřeba přitápět elektrokotlem poměrně často. Tepelné čerpadlo o výkonu 9 kW by nestihlo vytopit objekt za daných podmínek sedmkrát, tepelné čerpadlo o výkonu 10 kW pouze jednou. Jelikož ke každému teplenému čerpadlu musí být zakoupen elektrokotel jako záložní zdroj, tepelné čerpadlo o výkonu 15,4 kW je již ekonomicky nevýhodné. Tepelná čerpadla o výkonu 5 kW a 7 kW by vzhledem k vyšší pořizovací ceny a značně dražšího provozu nebylo efektivní zřizovat.

Porovnání výkonů tepelných čerpadel

Tepelné čerpadlo	Výkonnost TČ v °C		Datum	H. Brod	Datum	H. Brod
	ΔT (°C)	Využití TČ do °C	1.12.	-1,5	31.12.	-1,5
			2.12.	-2	7.1.	-2
Panasonic Aquarea WH-SDF05E3E5 1f (5 kW)	12,7	7,3	9.12.	-2,5	24.1.	-1,5
IVT Air X (7 kW)	17,8	2,2	26.12.	-1,5	4.2.	-3
IVT Air X (9 kW)	22,9	-2,9	27.12.	-4,5	5.2.	-3,5
AIRCON HI100SI (10 kW)	25,4	-5,4	28.12.	-6	6.2.	-3,5
AquaSnap 30AW (13 kW)	33,1	-13,1	29.12.	-5,5	7.2.	-2,5
BoxAir 37Z-2011 (15,4 kW)	39,2	-19,2	30.12.	-5,5	8.2.	-1,5

(Tab. č. 12) Zdroj: Vlastní zpracování na základě ČHMÚ.

Do investičního portfolia je navrženo tepelné čerpadlo o výkonu 9 kW doplněné elektrokotlem o výkonu 6 kW.

Tepelné čerpadlo IVT Air X (9kW)



(Obr. č. 7)

Výpočet nákladů na provoz tepelného čerpadla a doby návratnosti investice

Tepelné čerpadlo						Investice				
Zařízení	COPr.	Cena	Spotřeba energie/rok (MWh)			Provozní Ny/rok			Doba návratnosti investice	
			Vytápění	Ohřev vody	Celkem	VT	NT	Celkem	Životnost	Roky
IVT Air X (9 kW)	2,5	143990	9,6522	2,5112	12,1634	5392,4	23738,9	34611,4	10 let	8,763
Elektrokotel (Dakon Daline PTE 6 (6 kW))						Pevná platba/rok	5227,0			
Využití Tč. do	Teploty	ΔT (°C)	Spotřeba (W)	Spotřeba MWh	Spotřeba kWh	Roční úspora	17909,6			
-2,9	-4,5	1,6	628,9	0,02	15,1					
-2,9	-6	3,1	1218,5	0,03	29,2					
-2,9	-5,5	2,6	1021,9	0,02	24,5					
-2,9	-5,5	2,6	1021,9	0,02	24,5					
-2,9	-3	0,1	39,3	0,00	0,9					
-2,9	-3,5	0,6	235,8	0,01	5,7					
-2,9	-3,5	0,6	235,8	0,01	5,7					
Celkem			4402,2	0,11	105,7	46,8	206,2	253,0	10 let	x

(Tab. č. 13) Zdroj: Vlastní zpracování.

Roční náklady na provoz byly vypočteny se sazbou D56d v programu D Tepelné Čerpadlo Comfort. Spotřeba energie tepelného čerpadla byla vypočtena podle jeho reálného výkonu. Jeho provozní náklady byly rozděleny v poměru vysokého a nízkého tarifu dle nabídky společnosti ČEZ, a. s. (viz tab. č. 11). Spotřeba elektrokotle byla určena na základě tab. č. 12., dále pak součinem ΔT a celkové měrné tepelné ztráty. Provozní náklady byly vypočteny též ve výše zmíněném poměru vysokého a nízkého tarifu. Doba návratnosti investice nepřesahuje životnost (20 let) zařízení a tudíž lze toto zařízení zařadit do investičního portfolia.

V současné době však bude pravděpodobně docházet ke změnám v platbách elektrické energie, a to v podobě plateb obecně nazývaných jako plateb podle síly jističe, tedy plateb za rezervovaný příkon.

SOLÁRNÍ KOLEKTORY

K investici jsou vybrány solární kolektory s kapalinou jako teplonosnou látkou, jelikož vzduchové kolektory jsou využívány velmi málo, a to především pro předhřev vzduchu. Konstrukční varianta plochého nekrytého kolektoru nebyla vybrána z důvodu vysokých tepelných ztrát, které jsou závislé na podmínkách venkovního prostředí. Oblast kraje Vysočina není pro tento typ kolektoru vhodná. Dále byl vyřazen plochý neselektivní kolektor na základě vysokých tepelných ztrát, které jsou způsobeny sáláním absorbéru v chladných obdobích. Z pohledu tepelných ztrát lze jako vhodné konstrukční zařízení pro objekt považovat plochý selektivní kolektor se selektivním povlakem a tepelnou izolací. U tohoto typu kolektoru dochází ke značnému snížení tepelných ztrát. Lze jej využít pro celoroční ohřev vody a vytápění objektu. Dalším vhodným zařízením z pohledu tepelných ztrát je plochý vakuový kolektor. Tlak v kolektoru je nižší než atmosférický tlak v okolí kolektoru a tímto je zajištěna nízká tepelná ztráta. Je vhodné jej využít též pro celoroční ohřev vody a vytápění. Jelikož však v době vysoké sluneční aktivity lze ploché kolektory hůře odstavit, není tento typ svým technickým provedením v daném objektu vhodné realizovat (u objektu nejsou další zařízení, kam by bylo možné energii čerpat, např. bazén). Jako vhodný konstrukční typ kolektoru byl vybrán trubkový jednostěnný vakuový kolektor, který lze případně odstavit. Další výhodou je obecně vyšší účinnost vybraného typu kolektoru.

Jelikož potřeba tepla na vytápění je poměrně vysoká, vstupní investice při využití kolektorů na přitápění by byla příliš vysoká. Ze zmíněného důvodu byl pro vytápění domu zvolen alternativní zdroj.

Sestava pro chod solárního kolektoru je sestavena z několika částí. Do pořizovací ceny je potřeba zohlednit solární regulátor, výměník, zásobník TV (výměník je v určitých případech zabudován právě v zásobníku TV), řídicí jednotku, expanzní nádobu a solární čerpadlovou skupinu, která zajišťuje přenos tepla z kolektoru do zásobníku TV. Solární čerpadlová skupina je sestavena z mnoha částí, mezi nejvýznamnější části patří oběhové čerpadlo, pojistný ventil, průtokoměr, zpětné klapka či plnicí armatura.

Přehled zařízení – solární kolektory

Název zařízení	Cena	Aktivní plocha (m ²)	1 panel/rok (kWh)	Výkon	1 panel/rok dle výkonu (kWh)	Počet ks	Kč	Další komponenty	Cena
Regulus KTU 10	14833	1,01	581,76	0,7	407,232	8	118664	18180	101844
Regulus KTU 15	20449	1,49	858,24	0,78	669,427	5	102245	18180	85425
East Kolektor C01-15	14484	1,44	829,44	0,76	630,374	5	72420	18180	55600
East Kolektor C01-20	19360	1,92	1105,92	0,76	840,499	4	77440	18180	60620

(Tab. č. 14) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Byly vybrány dva typy zařízení, a to Regulus a East. Produkty Regulus jsou velice kvalitní, jejich cena je však vyšší. Kolektory East jsou též kvalitově vhodné, avšak nejsou tak známé jako typ předešlý. Jejich cena je proto nižší. Náklady potřebné pro chod solárního kolektoru, které jsou zmíněny výše, byly určeny podle nabídky od společnosti Solar Solution, s. r. o. Hodnota energie, kterou je solární kolektor schopný vyrobit v daných podmínkách, byla určena pomocí softwaru T*Sol od společnosti Valentin Software GmbH. Následně byla tato hodnota upravena podle výkonu daného solárního kolektoru. Počet kusů kolektorů byl určen na výrobu minimálně 51% celkové roční potřeby energie na ohřev vody. Hodnota 51% byla určena na základě požadavků pro čerpání dotace z oblasti C.3.1 ve výši 35000 Kč. Aby byla dotace uznána, je potřeba dodržet další požadavky, jako je měrný využitelný zisk solární soustavy nebo instalace akumulčního zásobníku tepla o určitém měrném objemu. Měrnému využitelnému zisku s požadovanou hodnotou $\geq 350 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ odpovídají všechna výše uvedená zařízení. Kritérium bylo ověřeno podílem vyrobené energie a plochou kolektoru.

Výsledná cena je vypočítána na základě výkonu solárního kolektoru, ceně potřebných komponent a dotaci ve výši 35000 Kč.

Výsledky z programu T*Sol – výroba energie 1m² kolektoru v daných podmínkách

Results	
Irradiation:	1.221 kWh/a
System yield:	576 kWh/a
Solar fraction:	28 %
CO ² savings:	116 kg/a

(Obr. č. 8)

Provozní náklady a doba návratnosti investice do solárních kolektorů

Název zařízení	Cena	Provozní náklady/ohřev	Původní provozní Ny/ohřev	Úspora	Životnost	Doba návratnosti
Regulus KTU 10	101844	8543	13044	4501	20	23
Regulus KTU 15	85425	8543	13044	4501	20	19
East Kolektor C01-15	55600	8543	13044	4501	20	12
East Kolektor C01-20	60620	8543	13044	4501	20	13

(Tab. č. 15) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Provozní roční náklady jsou u všech typů kolektorů stejné, jelikož kolektor byl dimenzován dle jeho účinnosti a následně došlo ke korigování pomocí návrhu rozdílných počtů kusů solárních kolektorů. Životnost je dle účtových skupin určena na 20 let. Doba návratnosti investice u produktu Regulus KTU 10 je vyšší než jeho životnost a tudíž je pro investici nevhodný. Jelikož lze u solárních kolektorů jako objektivní hodnotící kritéria zvolit pouze cenu či dobu návratnosti investice (šetrnost k ŽP je u všech vybraných kolektorů stejná, na vzhledu solárního kolektoru nezáleží – jako např. u krbových kamen apod.), z uvedených důvodů byl zvolen produkt East Kolektor C01-15 na základě doby návratnosti investice.

FOTOVOLTAIKA

Výroba elektrické energie pomocí fotovoltaiky se za současných a výhledových podmínek ekonomicky příliš nevyplatí. On-grid systémy v současnosti nemají smysl zavádět z takového důvodu, jelikož výkupní ceny energií i Zelený bonus se v časové řadě od r. 2006 do r. 2013 stále snižoval, příloha č. 13. V roce 2013 bylo jednáno o solární dani z výnosů elektrárny ve výši 26 %. V následujícím roce byla podpora pro výstavbu FVE ukončena a

byla zavedena daň z výnosů elektrárny ve výši 10 %, která zasáhla i FVE vystavěné od r. 2010. Jelikož stát garantoval dobu návratnosti investice do FVE do 15 let, docházelo k nárůstu soudních sporů ohledně FVE a to z důvodu nesplnění garantované doby návratnosti z důvodu zavedení daně.

Off-grid systémy vyrábí energii přes den, běžná domácnost však nejvíce energie spotřebuje v odpoledních a večerních hodinách. Ze zmíněného důvodu je potřeba k fotovoltaice pořídit i akumulační zařízení energie. Akumulační zařízení je obecně poměrně drahou záležitostí (pro průměrné podmínky cca 24500 Kč při využití trakčního akumulátoru) a jejich životnost je stanovena pouze na 8 let. Dotace na akumulaci jsou však od r. 2016 pouze ve výši 15000 Kč (určeno jako rozdíl dotace na FVE s akumulací a bez akumulace). Fotovoltaika pro ohřev TV je v současnosti stále dražší variantou než ohřev TV pomocí solárních kolektorů.

Z výše zmíněných důvodů, tedy dle změn, které v minulosti zasáhly např. již 3 roky vystavěné elektrárny a dále nejisté budoucnosti v tzv. energetické revoluci (platba za příkon apod.), nebyla fotovoltaika do investičního portfolia zařazena.

5.4 VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA VARIANT

V přechozích krocích byla již vybrána na základě vícekritériální analýzy variant nejvhodnější zařízení z dané oblasti. V kapitole „Vícekritériální analýza variant“ je vybrána nejvhodnější kombinace zařízení z předem vybraných nejvhodnějších typů zařízení z dané oblasti pro realizaci investice.

Celková analýza – přehled zařízení

Zařízení		Typ	Doba návratnosti i.
Současné	Kotel/plyn	Destila DPL 18	x
Navrhované	Kotel/dřevo	Moderator unica senzor 15	1,075
	Krbová kamna/dřevo	Haas + Sohn Nivala TV 15	2,21
	Tč + Elektrokotel/elektrická e.	IVT Air X 9 + Dakon Daline IVT 6	8,763
	Kotel/dřevo + solár/slunce	Moderator unica senzor 15 + East kolektor C01-15	3,085
	Krbová kamna/dřevo + solár/slunce	Haas + Sohn Nivala TV 15 + East Kolektor C01-15	3,22

(Tab. č. 16) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Hodnotící kritéria

V rámci vícekritériální analýzy byla vybrána následující kritéria.

- Cena,
- provozní náklady,
- životnost,
- šetrnost k ŽP,
- obslužnost,
- obtížnost instalace.

Hodnotící kritéria - přehled

Zařízení	Hodnotící kritéria					
	Cena	Provozní Ny	Obslužnost	Šetrnost k ŽP	Životnost	Obtížnost instalace
Kotel/dřevo	24562	29662	2	2	10	1
Krbová kamna/dřevo	34903	28796	1	3	10	2,5
Tě + Elektrokotel/elektrická energie	156939	34611,4	5	1	20	2,5
Kotel/dřevo + solární kolektor/slunce	80162	26539	4	4	15	4
Krbová kamna/dřevo + solární kolektor/slunce	90503	24417	3	5	15	5

(Tab. č. 17) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Doba návratnosti investice není mezi kritéria zahrnuta, jelikož by se spolu s cenou a provozními náklady jednalo o antagonistické kritérium (cena a provozní náklady jsou velice rozdílné – zařízení z různých oblastí). Tímto rozhodnutím lze více zdůraznit velikost provozních nákladů a počáteční investice.

Souhrnný výběr vhodné varianty

Váhy kritérií			Kritéria pro výběr investice a jejich užitek							
Kritérium	Důležitost kritéria	Váhy	Zařízení	Cena	Provozní Ny	Obslužnost	Šetrnost k ŽP	Životnost	Obtížnost instalace	Celkový výžený užitek
Cena	3	0,14	Kotel/dřevo	1,00	0,49	0,25	0,25	0,00	1,00	0,40
Provozní Ny	6	0,29	Krbová kamna/dřevo	0,92	0,57	0,00	0,50	0,00	0,63	0,37
Obslužnost	4	0,19	Tě + Elektrokotel/el. energie	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,63	0,46
Šetrnost k ŽP	2	0,10	Kotel/dřevo + solár/slunce	0,58	0,79	0,75	0,75	0,50	0,25	0,65
Životnost	5	0,24	Kamna/dřevo + solár/slunce	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,67
Obtížnost instalace	1	0,05	Charakter kritéria	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	
Suma	21	1,00								

(Tab. č. 18) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Na základě výsledků vícekritériální analýzy lze doporučit zřídit kombinaci krbových kamen na dřevo a solárního kolektoru na ohřev vody. V teplém období, kdy nebude potřeba přitápět

a z velké části bude ohřev vody zabezpečen pomocí solárního kolektoru (především letní období), se nebude muset investor příliš zabývat přípravou dřeva pro ohřev vody či vytápění.

5.5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Pro realizaci investice byla vybrána krbová kamna na dřevo pro vytápění a ohřev vody a solární kolektor pro částečný ohřev vody. V této kapitole je ověřena vhodnost výběru pomocí ekonomických metod.

VÝDAJE NA INVESTICI A PŘÍJMY Z INVESTICE

Krbová kamna na štípané dřevo

Rozpočet	
Obchod: www.kamody.cz	
Kapitálové výdaje	
Cena	34903
Doprava	1269
Montáž	12650
Komponenty a instalační materiál	10350
Spuštění a seřízení	1725
Celkem	60897
Provozní náklady	
Životnost	10
Servis	5750
Ny na spotřebu dřev	28796
Celkem	34546

(Tab. č. 19) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě www.kamody.cz

Solární kolektor

Rozpočet	
Obchod: www.solarsolution.cz	
Kapitálové výdaje	
Cena panelů	55600
Spojovací materiál a náplň	12488
Instalace vč. dopravy	9000
Celkem	77088
Provozní náklady	
Životnost	20
Servis	8000
Úspora celkem/životnost	-87580
Úspora celkem (servis)/životnost	-79580
Roční úspora	-3979

(Tab. č. 20) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě www.solarsolution.cz

Výpočet v tab. č. 19 a 20 byl proveden podle vztahu 3.14, přičemž daňové efekty a příjem z existujícího nahrazovaného majetku jsou nulové. Provoz krbových kamen je ekonomičtější, jelikož mají vyšší účinnost než vybraný kotel a též jsou vhodným interiérovým doplňkem. Provozní náklady jsou nižší, a to i s přihlédnutím k servisu. Celkovou spotřebu je vhodné dále snížit pomocí solárních kolektorů, jejichž provoz je víceméně bezplatný. Na provoz postačí energie získaná ze Slunce, servis za dobu životnosti proběhne ve většině případů 4x, přičemž cena servisních prací je 2000 Kč. Po dobu životnosti je kombinace krbových kamen a solárních kolektorů oproti provozu se samostatnými krbovými kamny schopna ušetřit až 79580 Kč, a to i s uvažovaným servisem zařízení.

Z výpočtů v tab. č. 20 je patrné, že investice do solárních kolektorů ke krbovým kamnům je vhodná. Zřízení solárních kolektorů má však i další výhody, a to například v oblasti obslužnosti či šetrnosti k ŽP.

PRŮMĚRNÉ ROČNÍ NÁKLADY

Průměrné roční náklady jsou vypočteny dle vztahu 3.15. Vztah byl modifikován o položku odpisů, jelikož investor si odpisy nemůže zařadit do nákladů. Aby bylo možné vypočítat průměrné roční náklady, je potřeba přepočíst přibližné náklady na zařízení na stejnou dobu životnosti. Náklady na pořízení krbových kamen byly určeny jako dvojnásobek pořizovací ceny. Doba životnosti je určena podle doby odepisování a to z důvodu vyčíslení střídmých výnosů. Lze předpokládat, že reálná životnost zařízení bude delší a výnosy z investice mohou být vyšší. Požadovaná výnosnost byla určena na 0,3% podle průměrné roční inflace dle ČSÚ za r. 2015. (Český statistický úřad, 2016)

Průměrné roční náklady

Položka	Krbová kamna	Krbová kamna + solár.
Životnost	20	20
Požadovaná výnosnost	0,003	0,003
Investiční náklad	121794	198882
Ostatní provozní Ny	690920	611340
Roční průměrné Ny	34546	30597

(Tab. č. 21) Zdroj: Vlastní zpracování

Výpočet průměrných ročních nákladů na investici ověřil vhodnost zřízení solárních kolektorů ke krbovým kamnům.

DISKONTOVANÉ NÁKLADY

Diskontované náklady jsou vypočteny dle vztahu 3.16.

Diskontované náklady

Položka	Krbová kamna	Krbová kamna + solár.
Životnost	20	20
Investiční náklad	121794	198882
Diskontované ost. roční provozní N_y	669329	592499
Diskontované N_y projektu	669329	592499

(Tab. č. 22) Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí výpočtu diskontovaných nákladů lze variantu krbových kamen v kombinaci se solárními kolektory oproti samostatným krbovým kamnům vyhodnotit jako vhodnou.

ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA

Čistá současná hodnota je vypočtena dle vztahu 3.17. Nejprve je určena ČSH plynoucí z rozdílu peněžních příjmů při zřízení krbových kamen v kombinaci se solárními kolektory a samostatných krbových kamen. Hodnota ČSH je při výši meziroční inflace pro r. 2015 kladná a zařízení lze doporučit.

ČSH v porovnání s krbovými kamny bez solárních kolektorů

P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979
$(1+i)^n$	1	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
Diskont	3967	3955	3943	3932	3920	3908	3896	3885	3873	3862
P	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979
$(1+i)^n$	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06
Diskont	3850	3839	3827	3816	3804	3793	3781	3770	3759	3748
Diskont CF										77127
Kapitál. výdaj										77088
ČSH										39

(Tab. č. 23) Zdroj: Vlastní zpracování

Následně je vhodné porovnat ČSH plynoucí z rozdílu peněžních příjmů při zřízení krbových kamen v kombinaci se solárními kolektory a současným zdrojem, tedy kotlem na zemní plyn.

ČSH v porovnání s kotlem na zemní plyn

P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924
(1+i) ⁿ	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
Diskont	21858	21793	21728	21663	21598	21533	21469	21405	21341	21277
P	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924
(1+i) ⁿ	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06
Diskont	21213	21150	21087	21024	20961	20898	20836	20773	20711	20649
Diskont P										424967
Kapitál. výdaj										198882
ČSH										226085

(Tab. č. 24) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Z porovnání nákladů na současné zařízení a vybrané zařízení je patrné, že investice je značně výhodná, a to s přihlédnutím k pořizovací ceně zařízení a jeho provozních nákladů vč. servisu.

Jelikož životnost zařízení je 20 let, vhodnost investice je následně analyzována pomocí ČSH podle průměrné inflace během minulých 20 let. Dle ČSÚ a přílohy č. 9 je průměrná inflace v letech 1996 – 2015 v ČR 3,34%. (Český statistický úřad, 2015)

ČSH v porovnání s kotlem na zemní plyn – průměrná inflace za 20 let

P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924
(1+i) ⁿ	1,03	1,07	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,35	1,39
Diskont	21213	20526	19860	19217	18594	17991	17408	16844	16298	15769
P	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924	21924
(1+i) ⁿ	1,44	1,48	1,53	1,59	1,64	1,69	1,75	1,81	1,87	1,93
Diskont	15258	14764	14285	13822	13374	12941	12521	12115	11723	11343
Diskont P										315865
Kapitál. výdaj										198882
ČSH										116983

(Tab. č. 25) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Jestliže dojde ke zvýšení požadované výnosnosti na základě průměrné inflace v ČR za minulých 20 let, investice je z pohledu ČSH stále vhodná, avšak nedosahuje již takových

hodnot, jako výše. V případě, že by v budoucnosti docházelo ke zvýšení inflace, bylo by z ekonomického pohledu v rámci ČSH vhodnější spíše investovat pouze do krbových kamen a prostředky investovat vhodnějším způsobem. Níže je vypočítána ČSH v případě inflace 3,34%.

ČSH v porovnání s krbovými kamny bez solárních kolektorů – průměrná inflace za 20 let

P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979
$(1+i)^n$	1,03	1,01	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,35	1,39
Diskont	3850	3725	3604	3488	3375	3265	3159	3057	2958	2862
P	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979	3979
$(1+i)^n$	1,44	1,48	1,53	1,59	1,64	1,69	1,75	1,81	1,87	1,93
Diskont	2769	2679	2593	2509	2427	2349	2272	2199	2128	2059
Diskont P										57326
Kapitál. výdaj										77088
ČSH										-19762

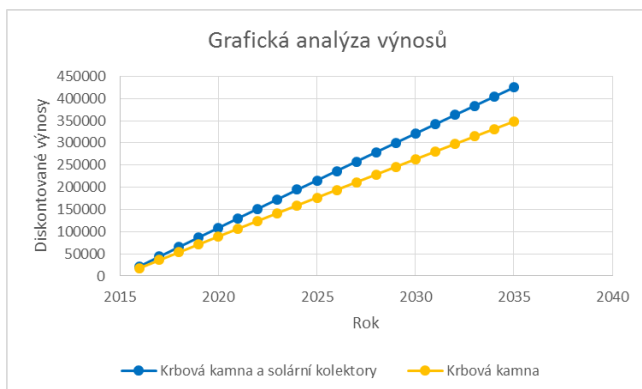
(Tab. č. 26) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Výši úrokové míry, která rozhoduje o vhodnosti zřízení solárních kolektorů, lze vyjádřit pomocí metody vnitřního výnosového procenta. Vnitřní výnosové procento bylo určeno pomocí vztahu 3.18 v přibližné výši 0,311%. Jelikož se jedná o velice nízkou inflaci, lze očekávat, že v budoucnosti dojde k jejímu zvýšení. Z hlediska inflace není příliš vhodné k investici realizovat i solární kolektory (pořizovací náklady), avšak z důvodu dalších kritérií, jako je například šetrnost k ŽP a obslužnost, kombinaci krbových kamen a solárních kolektorů lze doporučit.

GRAFICKÁ ANALÝZA

Grafická analýza diskontovaných výnosů

Pomocí grafické analýzy lze doložit rozdíly mezi uvažovanými variantami. Jelikož jsou rozdíly v celkovém kumulovaném zisku poměrně nízké, nejdříve je zobrazena rozdílná úspora v provozních výnosech.



(Graf č. 1) Zdroj: Vlastní zpracování

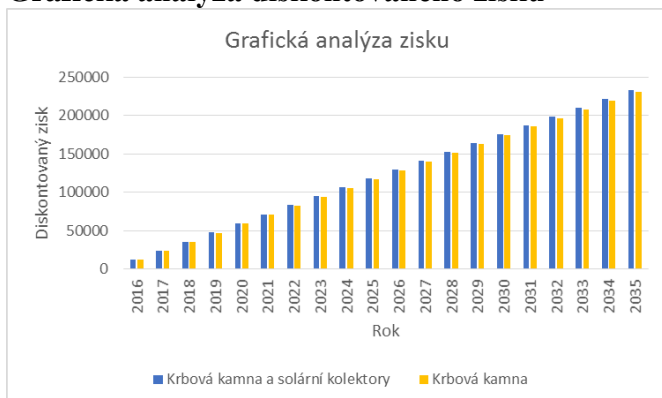
Diskontované kumulované výnosy v jednotlivých letech

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
K. kamna a solární kolektory	21858	43651	65379	87042	108640	130174	151643	173048	194389	215666
Krbová kamna	17921	35789	53603	71364	89072	106727	124329	141878	159375	176819
Rok	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
K. kamna a solární kolektory	236879	258029	279115	300139	321100	341998	362833	383606	404317	424967
Krbová kamna	194212	211552	228841	246077	263263	280396	297479	314510	331491	348421

(Tab. č. 27) Zdroj: Vlastní zpracování

Rozdíl diskontovaných zisků je velice nízký, jelikož již v předešlé kapitole došlo k výběru vhodné varianty, kde vyšší váhy kritérií měly právě provozní náklady a cena zařízení.

Grafická analýza diskontovaného zisku



(Graf č. 2) Zdroj: Vlastní zpracování

Diskontované kumulované zisky v jednotlivých letech

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
K. kamna a solární kolektory	11944	23852	35725	47562	59364	71131	82862	94558	106219	117846
Krbová kamna	11850	23664	35443	47187	58895	70569	82208	93812	105381	116915
Rok	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
K. kamna a solární kolektory	129437	140994	152517	164005	175458	186877	198262	209614	220931	232214
Krbová kamna	128415	139881	151312	162709	174073	185402	196697	207958	219186	230380

(Tab. č. 28) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Celkové porovnání z hlediska ekonomické vhodnosti

Oblast	Krbová kamna a solární kolektory	Krbová kamna
Průměrné roční náklady	30 597	34 546
Diskontované náklady	592 499	669 329
ČSH	226 666	226 627
Diskontované kumulované výnosy	424 967	348 421
Diskontovaný kumulovaný zisk	232 214	230 380

(Tab. č. 29) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Dle celkového ekonomického hodnocení a vícekritériální analýzy byla ověřena vhodnost zřízení solárních kolektorů na ohřev vody ke krbovým kamnům.

5.6 PREDIKCE

V kapitole „Predikce“ je ověřena vhodnost výběru zařízení pomocí odhadu vývoje cen energií a inflace. Predikováno je na základě trendové funkce, a to na dobu 10 let, dle životnosti kotle.

ODHAD VÝVOJE CENY ZEMNÍHO PLYNU

Podkladová data byla získána z webu www.kurzy.cz. Dané ceny odpovídají průměru cen jednotlivých programů energetických společností ve světě. Cena na českém trhu se od těchto dat však vyvíjí v podobném trendu. Podkladová data jsou uvedena v příloze č. 10.



(Graf č. 3) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě www.kurzy.cz

ODHAD VÝVOJE CENY PALIVOVÉHO DŘEVA

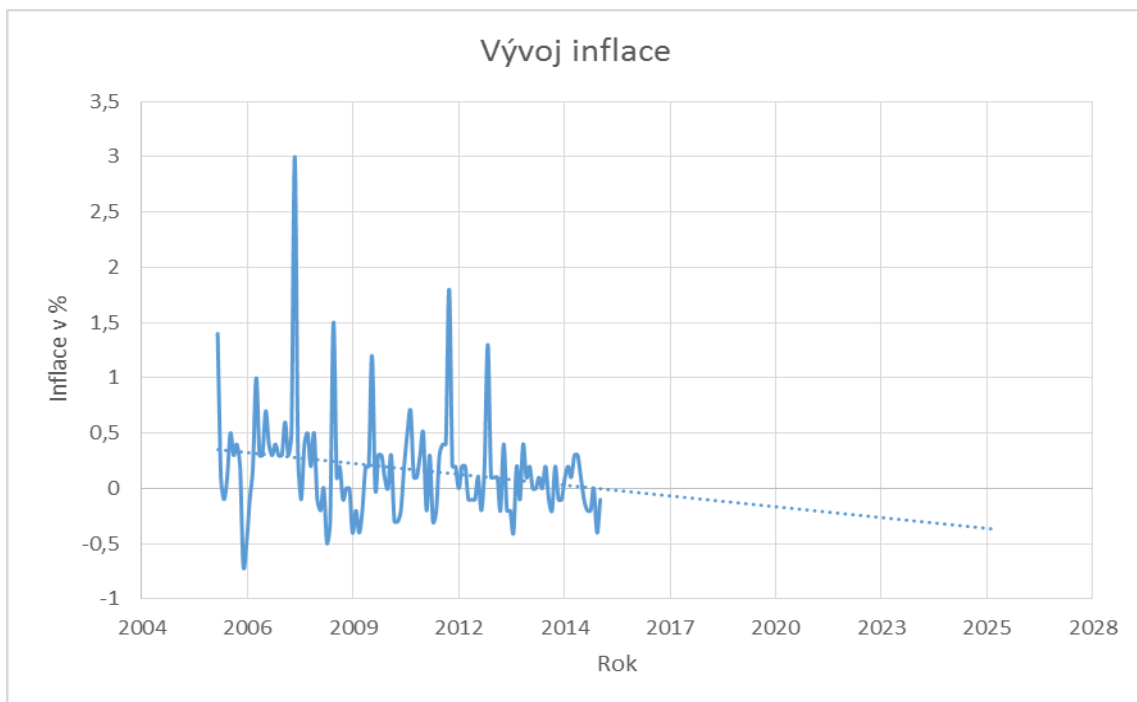
Odhad vývoje ceny dřeva byl proveden na základě podkladových dat v příloze č. 11, dle webu www.ceska-peleta.cz. Ceny jsou určeny pro Českou republiku, je však možné sehnat levnější i dražší varianty. Časová řada je sestavena z ročních údajů.



(Graf č. 3) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě www.ceska-peleta.cz

ODHAD VÝVOJE INFLACE

Odhad vývoje trendu inflace byl proveden pomocí dat meziměsíční inflace, časová řada je tedy měsíční, příloha č. 12. Meziměsíční inflace byla vybrána, jelikož je pro zobrazení trendu nejvhodnější.



(Graf č. 5) **Zdroj:** Vlastní zpracování na základě www.kurzy.cz

SCÉNÁŘ PRO ROK 2025

Scénář je sestaven na základě predikce pomocí lineární trendové funkce. Při predikci jsou uvažovány neměnné podmínky u ostatních vlivů. Cena jednotlivých komodit však závisí na mnoha faktorech, které se v čase mění, a tudíž se jedná jen o přiblížení možného reálného vývoje. Lze předpokládat, že vývoj inflace bude dle zásahů ČNB a vývoje kurzů na nízké kladné úrovni. Použitá investiční strategie maximalizace ročních výnosů by byla při nízké inflaci efektivní.

Vývoj ceny komodit do r. 2025

Rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Cena ZP (Kč/GJ)	54,84	53,97	53,10	52,23	51,36	50,48	49,61	48,74	47,87	47,00
Rok	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Cena dřevo (Kč/t)	3400	3550	3700	3850	4000	4150	4300	4450	4600	4750

(Tab č. 30) **Zdroj:** Vlastní zpracování

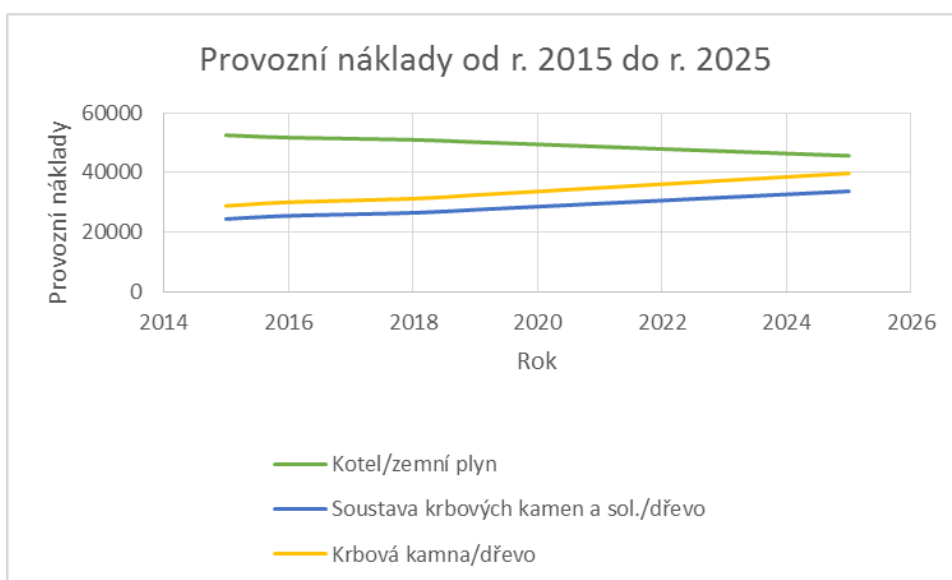
Cena zemního plynu dle trendové funkce ročně klesne přibližně o 1,586%, cena dřeva ročně stoupne přibližně o 4,225%.

Vývoj provozních nákladů pro určité druhy zařízení do r. 2025

Rok	Kotel/zemní plyn	Soustava krbových kamen a sol./dřevo	Krbová kamna/dřevo
2015	52521	24417	28796
2016	51755	25449	30013
2018	50988	26480	31229
2019	50222	27512	32446
2020	49456	28544	33663
2021	48690	29576	34880
2022	47923	30607	36096
2023	47157	31639	37313
2024	46391	32671	38530
2025	45624	33702	39747

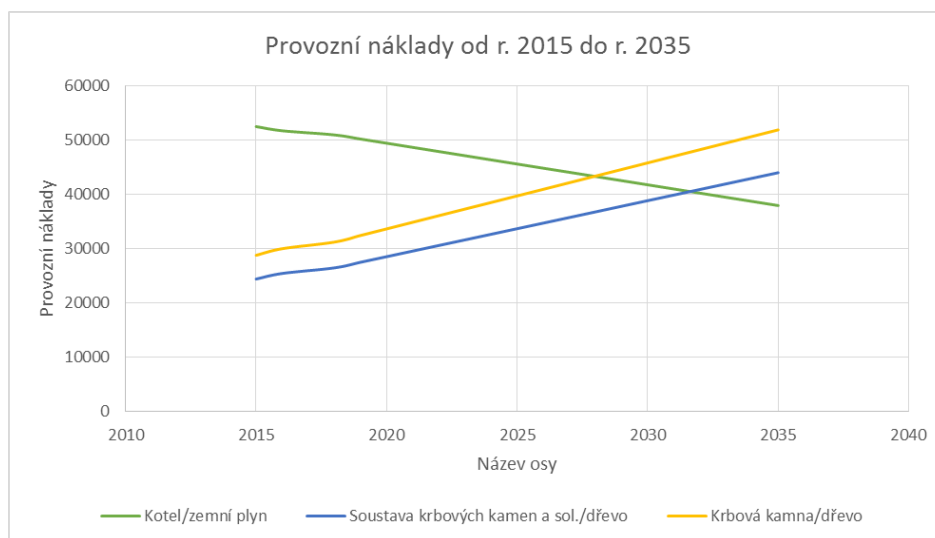
(Tab č. 31) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Při výpočtu predikovaných provozních nákladů u kotle na zemní plyn (výchozí stav) nejdříve došlo k odečtení pevné roční platby ve výši 4218,48 Kč. Následně byl predikován vývoj provozních nákladů na základě určeného procentního poklesu ceny zemního plynu dle trendové funkce. V závěru byly přičteny roční pevné platby jako neměnné částky. Vývoj provozních nákladů na zařízení spalující dřevo byl vypočten na základě procentního zvýšení ceny, určeného dle trendové funkce.



(Graf č. 6) **Zdroj:** Vlastní zpracování

Z grafu je patrné, že nejvhodnější variantou z pohledu provozních nákladů je za předpokladu lineárního trendu změny ceny komodity a dalších neměnných podmínek, stále kombinace krbových kamen a solárních kolektorů. Varianta je za podmínek ceteris paribus vhodná pouze do r. 2032 dle grafu níže.



(Graf č. 7) Zdroj: Vlastní zpracování

V případě stálého poklesu ceny zemního plynu dle současného trendu by byl kotel na zemní plyn z hlediska provozních nákladů opět vhodným zařízením v roce 2032. V této době však kamna na štípané dřevo budou sloužit již 17 let a je možné, že je bude potřeba nahradit z důvodu špatné funkčnosti v rámci fyzického opotřebení nebo případně jiné změny vývoje ceny paliv, než té, která byla určena dle trendu (např. z důvodu vládních rozhodnutí, polomů, výskytu škůdců dřeva apod.). Dle trendové analýzy vývoje cen lze krbová kamna v kombinaci se solárními kolektory doporučit.

6 ZÁVĚR

Hlavní náplní práce bylo nalézt vhodné zařízení pro vytápění domu, ohřev vody a případně výrobu elektrické energie za využití alternativních energetických zdrojů. Prvotní úvahy autorky práce při zadání tématu směřovaly ke zřízení FVE a dalšího vhodného zdroje pro vytápění.

Pro výzkum byl vybrán rodinný dům po částečné rekonstrukci. Záměr ocenil i investor, který se reálně zajímá o další zhodnocení domu v podobě snížení jeho provozních nákladů. Jelikož se standardy pro stavbu domů v čase mění a dochází k vývoji technologie i změně cen, je třeba neustále vývoj sledovat a přicházet s konstruktivním řešením, neboť bez potřebných reakcí se může stát provoz domu značně nákladným.

Problematika určení vhodného zařízení o vhodném výkonu, s přijatelnou pořizovací cenou a nízkými provozními náklady, přičemž je potřeba přihlídnout k negativním vlivům na životnímu prostředí, ale i prostorovému řešení či otázce obslužnosti, je problematikou multidisciplinární a je potřeba přicházet s řešením komplexním. Ne vždy je možné zřídit takové zařízení, které by bylo ve všech ohledech optimální a je třeba udělat určité kompromisy. Jako objektivní metodu posouzení vhodnosti zařízení v jednotlivých oblastech lze považovat vícekritériální analýzu variant, avšak je třeba brát v potaz, že tato metoda je částečně subjektivní. V případě výběru vhodné varianty pro svoji potřebu lze metodu považovat za vhodnou. V případě výběru vhodné varianty pro další osobu autorka práce doporučuje intenzivní konzultaci jednotlivých kritérií a jejich vah právě s touto osobou.

Praktická část diplomové práce byla zpracována pro rodinný dům v obci Havlíčkův Brod. Nejdříve bylo nutné vymezit základní charakteristiky objektu i jeho prostředí a poté určit energetickou náročnost domu. Následně byl nadimenzován optimální výkon zařízení tak, aby zařízení bylo spolehlivé a zároveň ekonomicky vhodné. Výkon zařízení byl nadimenzován na 15 kW. Při výběru zařízení byla zohledněna lokalita a umístění objektu. Na základě posouzení nabytých znalostí z teoretické části práce a obecných znalostí, byl do rozhodovacího problému zařazen kotel na štípané dřevo, krbová kamna s teplovodním výměníkem, tepelné čerpadlo doplněné elektrokotlem, solární kolektory a fotovoltaika.

Po bližším zkoumání problematiky zřízení fotovoltaiky bylo od tohoto řešení ustoupeno, jelikož v současné době je budoucnost FVE nejistá. V samotném rozmachu FVE byla na počátku období jejich výstavba hojně dotována. V důsledku špatného nastavení výše dotací a výkupních cen docházelo následně k jejich poklesu. V roce 2014 byly dotace pro výstavbu FVE ukončeny a byla zřízena daň z výnosů elektrárny, která zasáhla i zřizovatele od r. 2010, čímž došlo ke zvýšení doby návratnosti investice a následným soudním sporům. Jelikož v současnosti dochází k projednávání změny platby za rezervovaný příkon, přičemž konečná verze výpočtu zatím není známa, autorka práce se rozhodla oproti svému prvotnímu předpokladu fotovoltaiku nerealizovat. Ač v současnosti dochází k podpoře výstavby FVE ze strany státu, mnoho zájemců může být skeptických z důvodu nejisté budoucnosti a obav ohledně postupů ERÚ apod., které proběhly v minulosti.

K možnému uspokojení strany spotřebitelů elektrické energie i výrobců elektrické energie a zároveň výrobců FVE a nízkoenergetických spotřebičů by bylo vhodné zřídit tzv. bezplatný výkup přebytků energie od majitelů FVE a následně zpětné potřebné dodávky energie maximálně v objemu dodané přebytečné energie, tzn. že by spotřebitelé nemuseli investovat do akumulace. Jelikož jsou energetické společnosti zavázány rezervovat požadovaný příkon na základě velikosti jističe domácností, v tomto případě by bylo možné zvýšit fixní platbu u majitelů FVE, avšak pouze v opodstatněné výši. Výši fixní platby by bylo vhodné sestavit na základě statistických výpočtů spotřeby energie domácností v průběhu minulých let s příplatkem za údržbu, jelikož argumentace v podobě nutnosti rezervace daného příkonu není příliš opodstatněná. Pravděpodobnost 100% odběru všech domácností ve stejnou dobu je velice nízká, resp. nikdy nenastane. Navrženým řešením by byla pravděpodobně uspokojena i strana výrobců FVE a nízkoenergetických spotřebičů, jelikož v případě současných návrhů výše fixní platby až 90 % by pravděpodobně došlo k výraznému poklesu jejich tržeb. Lze předpokládat, že v takovém případě by docházelo k dalším soudním sporům z důvodu ušlého zisku. Též by navržené řešení podporovalo trvale udržitelný rozvoj.

Po zhodnocení jednotlivých zařízení pomocí vícekriteriální analýzy byla jako nejvhodnější vybrána kombinace krbových kamen a solárních kolektorů. Vybraná varianta byla následně ekonomicky analyzována pomocí dynamických metod hodnocení investic, čímž bylo prokázáno, že je vhodné navrhouvanou variantu realizovat.

Vybraná varianta byla porovnáována s očekávaným vývojem cen paliv. Analýzou trendové funkce bylo zjištěno, že vybraná varianta kombinace kamen na štípané dřevo a solárních kolektorů nemusí být v následujících letech ekonomicky tolik výhodná, jako v roce 2015. Zlomový bod by měl nastat v roce 2032, kdy by měl být zemní plyn pro provoz domu levnější variantou než vytápění a částečný ohřev vody dřevem. Nelze však předpokládat, že cena zemního plynu bude klesat po celou dobu dvaceti let, zvláště když je v současnosti na dlouhodobém minimu. Autorka práce též nepředpokládá, že by docházelo k neustálému růstu ceny dřeva v rámci zvětšování poptávky, jelikož je zde potřeba vynaložení práce při obsluze krbových kamen a též nelze předpokládat, že tímto způsobem budou v budoucnosti vytápěny bytové domy. Naopak většina bytových domů je vytápěna pomocí zemního plynu. Pokles cen zemního plynu na světových trzích může v současnosti přispět k výstavbě zařízení na zemní plyn a v rámci poptávky je tedy v budoucnosti pravděpodobný opětovný nárůst jeho ceny.

Na statistické predikci však nelze stavět hlavní závěry, zvláště jedná-li se o predikci ekonomickou, jelikož chování lidí je v určitých situacích chaotické. Cena je ovlivněna rozmanitými faktory, které se během poměrně krátké chvíle mohou měnit. Typickým příkladem mohou být změny ve výnosnosti FVE. Zmíněné rozhodnutí nebylo příliš správným příkladem vhodných vládních zásahů do ekonomiky, ačkoliv právě toto rozhodnutí ovlivnilo další poptávku po FVE i částečný vývoj cen energií. V současnosti stojí otázka vývoje energetiky opět před významným a zásadním rozhodnutím, kdy nevhodná volba může znamenat řadu komplikací mnoha subjektů.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aubrecht, Vladimír. 2010.** Průvodní technická zpráva. Havlíčkův Brod : Projekt centrum HB, s. r. o., 2010.
- Belica, Petr a Hlaváč, Josef. 2006.** *Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie.* Lanškroun : Regionální energetické centrum, 2006. 80-903680-1-8.
- Brotánková, Klára a Brotánek, Aleš. 2012.** *Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech.* Praha : Grada Publishing, 2012. 978-80-247-3969-4.
- Český hydrometeorologický ústav. 2015.** Počasí. *Meteorologie.* [Online] 2015. [Citace: 2015. 12 3.] <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data-hbr#>.
- Český statistický úřad. 2015.** Průměrná roční míra inflace. *Český statistický úřad.* [Online] 17. 2 2015. [Citace: 18. 2 2016.] https://www.czso.cz/csu/czso/2-inflace_1994_.
- Český statistický úřad. 2016.** Inflace, spotřebitelské ceny. *Český statistický úřad.* [Online] 12. 1 2016. [Citace: 18. 2 2016.] https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebitelske_ceny.
- Dahlsveen a kol., Trond. 2003.** *Energetický audit budov.* Bratislava : Jaga group, 2003. 80-88905-86-9.
- Deríková, Martina. 2011.** *Vše o úsporách energie.* Bratislava : Jaga, 2011. 2001- 1335-9177.
- Dlouhý, Martin a Jablonský, David. 2004.** *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek.* Praha : Professional Publishing, 2004. 9788086419497.
- Dostál, Petr, Rais, Karel a Sojka, Zdeněk. 2005.** *Pokročilé metody manažerského rozhodování.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2005. 80-247-1338-1.
- Dvořák, František. 2010.** Tepelně-technické posouzení budovy. Havlíčkův Brod : Dvořák František, 2010.
- Eurostat. 2013.** Konečná spotřeba energie, v členění podle odvětví. *Český statistický úřad.* [Online] 28. 12 2013. [Citace: 4. 5 2015.] <http://apl.czso.cz/pll/eutab/html.h?ptabkod=tsdpc320>.
- Fotr, Jiří, a další. 2012.** *Tvorba strategie a strategické plánování.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2012. 978-80-247-3985-4.
- Gabriel, Ingo a Ladener, Heinz. 2013.** *Od staré stavby k nízkoenergetickému a pasivnímu domu.* Ostrava-Plesná : Hel, 2013. 978-80-86167-30-5.
- Gas komplet, s. r. o.** Je topný faktor tepelného čerpadla (COP) důležitý? *Mojecerpadlo.cz.* [Online] [Citace: 22. 12 2015.] <http://www.mojecerpadlo.cz/je-topny-faktor-tepelneho-čerpadla-cop-dulezity/>.
- Gладиш, Daniel. 2004.** *Naučte se investovat.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2004. 80-247-0709-8.
- Hájek, Vladimír, a další. 1987.** *Ekonomika a řízení stavebnictví a investiční činnosti.* Praha : ALFA, 1987. 33.00.
- Hallenga, Uwe. 1998.** *Malá větrná elektrárna.* Ostrava : HEL, 1998. 80-86167-00-3.
- Hrdý, Milan. 2006.** *Hodnocení ekonomické efektivnosti investičních projektů EU.* Praha : ASPI, 2006. 80-7357-137-4.
- Hudec, Mojmir. 2008.** *Pasivní rodinný dům.* Praha : Grada, 2008. 978-80-247-2555-0.
- Isofen Energy, s. r. o. 2009.** Fotovoltaika v podmínkách České republiky. *Isofen energy.* [Online] 2009. [Citace: 22. 9 2015.] <http://www.isofenenergy.cz/Slunecni-zareni-v-CR.aspx>.

- Jakubíková, Dagmar. 2008.** *Strategický marketing: Strategie a trendy.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2008. 978-80-247-4670-8.
- Karlík, Robert. 2009.** *Tepelné čerpadlo pro Váš dům.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2009. 978-80-247-2720-2 .
- Kašparová, Monika. 2008.** Úspory elektřiny v domácnosti. *Energetika.* [Online] 14. 1 2008. [Citace: 12. 6 2015.] <http://www.energetika.cz/?id=71&cl=356>.
- Kočenda, Evžen a Černý, Alexandr. 2014.** *Elements of time series econometrics: An applied approach.* Praha : Karolinum Press, 2014. 9788024623535.
- Kucharčíková, Alžběta, a další. 2011.** *Efektivní výroba.* Brno : Computer Press, a. s., 2011. 978-80-251-2524-3.
- Máče, Miroslav. 2006.** *Finanční analýza investičních projektů.* Praha : GRADA, 2006. 80-247-1557-0.
- Murtinger, Karel. 2013.** *Úsporný rodinný dům.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2013. 978-80-247-4559-6.
- Musil, Petr. 2009.** *Globální energetický problém a hospodářská politika - se zaměřením na obnovitelné zdroje.* Praha : C. H. Beck, 2009. 978-80-7400-112-3.
- Nazeleno. 2008.** *Nazeleno.cz. Obnovitelné zdroje energie.* [Online] 2008. <http://www.nazeleno.cz/obnovitelne-zdroje-energie.dic>.
- Nová zelená úsporám. 2015.** 2. výzva pro rodinné domy - obecné informace. *Novazelenausporam.cz.* [Online] 2015. <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/2-vyzva-rodinne-domy/>.
- Novák, Jan. 1999.** *Úspory energie v rodinných domech a bytech.* Praha : Grada Publishing, 1999. 80-7169-283-2.
- Nývtová, Romana a Marinič, Pavel. 2010.** *Finanční řízení podniku, moderní metody a trendy.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2010. 978-80-247-3158-2.
- Petráš, Dušan a kol. 2005.** *Vytápění rodinných a bytových domů.* Bratislava : Jaga, 2005. 80-8076-020-9.
- Polách, Jiří, Drábek, Josef a Merková, Martina. 2012.** *Reálné a finanční investice.* Praha : C. H. Beck, 2012. 978-80-7400-436-0.
- Potměšil. 2010.** Časové řady. *Úvod do časových řad.* [Online] 27. 11 2010. [Citace: 4. 5 2015.] http://home.zcu.cz/~potmesil/Z_OLD_2010-11_Net/!_Denni-2010-11/AD-2010-10-27/CasoveRady/UvodDoCasovychRad-BR.doc..
- Pregizer, Dieter. 2009.** *Zásady pro stavbu pasivního domu.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2009. 978-80-247-2431-7.
- Profisolar. 2014.** Kolektory Apricus - tepelné zisky v ČR. *Profisolar.cz.* [Online] 2014. <http://www.profisolar.com/kolektory-apricus-tepelne-zisky-v-cr.html>.
- Quaschnig, Volker. 2010.** *Obnovitelné zdroje energií.* Praha : Grada Publishing, a. s., 2010. 978-80-247-3250-3.
- Tetřevová, Liběna. 2006.** *Financování projektů.* Praha : Professional Publishing, 2006. 80-86946-09-6.
- Tichý, Milík. 2006.** *Ovládání rizika: Analýza a management.* Praha : C. H. Beck, 2006. 80-7179-415-5.
- . 2008. *Projekty a zakázky ve výstavbě.* Praha : C. H. Beck, 2008. 978-80-7400-009-6.
- Tlustá, Jana. 2015.** *Vize dotačního programu NZÚ pro výstavbu FVE.* Praha : Státní fond životního prostředí, 2015.
- Topinfo. 2015.** *Nová zelená úsporám. tzbinfo.* [Online] 2015. <http://stavba.tzb-info.cz/zelena-usporam-na-tzb-info>.

Valach, Josef. 2006. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování.* Praha : Ekopress, 2006. 80-86929-01-9.

Valach, Josef, a další. 1999. *Finanční řízení podniku.* Praha : EKOPRESS, s. r. o., 1999. 80-86119-21-1.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. 2015. Informace k BPEJ. *eKatalog BPEJ.* [Online] 2015. [Citace: 11. 10 2015.] <http://bpej.vumop.cz/72901>.

Zelená úsporám. 2009. Aktuality. *Zelenausporam.cz.* [Online] 2009. [Citace: 12. 11 2015.] <http://www.zelenausporam.cz/sekce/193/aktuality/>.

8 SEZNAM PROMĚNNÝCH

a	Doba návratnosti
A_{snj}	solární účinná kolekční plocha povrchu A_n s orientací j
b	zmenšující součinitel podle EN ISO 13789 (-)
c	měrná tepelná kapacita
d	tloušťka materiálu
D	daňové efekty
D_j	nejnižší hodnota varianty
e_0, e_1	neznámé parametry
F	diskontované náklady investičního projektu
H	měrná tepelná ztráta domu
H_j	nejvyšší hodnota varianty
H_T	měrná tepelná ztráta prostupem tepla
H_v	měrná tepelná ztráta větráním
I	výdaj na pořízení dlouhodobého majetku
i	požadovaná výnosnost, úroková míra
I_{sj}	celková energie globálního záření vztažená na jednotku plochy s orientací j během výpočtového období
J	investiční náklad
k	počet kritérií
K	kapitálový výdaj
L	roční průměrné náklady
n	období
N	doba životnosti
O	roční odpis
O_n	roční odpisy z investice v jednotlivých letech životnosti
P	příjem z prodeje existujícího nahrazovaného dlouhodobého majetku
P	peněžní příjem z investice
p_i	hodnota přiřazená i-tému kritériu
Q_1	tepelná ztráta budovy
Q_c	přídavná tepelná ztráta jako důsledek nikoli optimální teploty místnosti a nikoli optimální regulace rozvodného systému
Q_d	tepelná ztráta systému rozvodu tepla, která nepřispívá k pokrytí potřeby tepla pro otápění
Q_e	přídavná tepelná ztráta jako důsledek nerovnoměrného rozdělení teplot
Q_g	celkový tepelný zisk
Q_{gc}	přídavná tepelná ztráta jako důsledek nikoli optimální regulace zdroje tepla

Q_{ge}	ztráta při výrobě tepla během provozu a pohotovosti
Q_h	potřeba tepla pro vytápění
Q_{hn}	potřeba tepla v měsíci, v němž je průměrná venkovní teplota nižší než požadovaná teplota
Q_i	vnitřní tepelný zisk
Q_r	teplo zpětně získané z přídatných zařízení, otopné soustavy z okolí
Q_s	tepelný zisk z oslunění
Q_t	celková tepelná ztráta otopné soustavy
Q_w	potřeba tepla pro ohřev vody
R	tepelný odpor
t	délka výpočtového období, časová proměnná
T_t	trend časové řady
U	součinitel prostupu tepla
$u(X_i)$	celkový užitek X_i
V	ostatní roční provozní náklady
v_i	váha kritéria
V_n	diskontované ostatní roční provozní náklady
V_w	množství teplé vody, které se vyžaduje během výpočtového období
y_{ij}	hodnota varianty
y_{ij}'	hodnota užitku z varianty
y_t	hodnota modelovaného ukazatele v čase t
Z_n	roční zisk z investice v jednotlivých letech životnosti
\varnothing_{ih}	průměrná tepelná energie vnitřních tepelných zisků
\varnothing_{iu}	průměrná energie vnitřních tepelných zisků
ε_t	hodnota náhodné složky v čase t
θ_0	teplota vody na vstupu do zásobovacího systému
θ_e	průměrná venkovní teplota ve výpočtovém období ve vytápěných prostorech
θ_i	výpočtová vnitřní teplota
θ_w	teplota dodávané teplé vody
λ	součinitel tepelné vodivosti
ρ	hustota vody

9 SEZNAM VZTAHŮ

- 3.1 tepelný odpor vrstvy
- 3.2 součinitel prostupu tepla konstrukcí
- 3.3 měrná tepelná ztráta domu
- 3.4 měrná tepelná ztráta prostupem
- 3.5 měrná tepelná ztráta větráním
- 3.6 tepelná ztráta domu
- 3.7 vnitřní tepelné zisky
- 3.8 tepelné zisky z oslunění
- 3.9 celkové tepelné zisky
- 3.10 potřeba energie pro vytápění
- 3.11 potřeba tepla pro vytápění
- 3.12 potřeba energie pro ořev vody
- 3.13 tepelné ztráty otopné soustavy
- 3.14 kapitálové výdaje
- 3.15 průměrné roční náklady
- 3.16 diskontované náklady
- 3.17 čistá současná hodnota
- 3.18 vnitřní výnosové procento
- 3.19 doba návratnosti investice
- 3.20 odúročitel
- 3.21 kritériální matice
- 3.22 váha kritéria
- 3.23 hodnoty představující užitek varianty – maximalizační charakter
- 3.24 hodnoty představující užitek varianty – minimalizační charakter
- 3.25 vážený součet dílčích užiteků
- 3.26 jednorozměrný model časové řady
- 3.27 trend časové řady
- 3.28 neznámý parametr a_0
- 3.29 neznámý parametr a_1

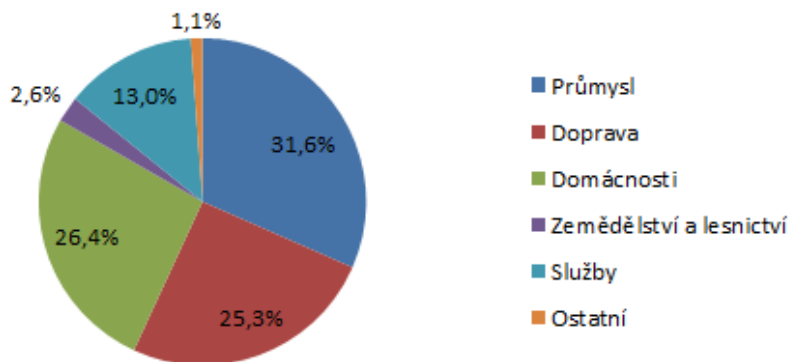
10 PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha č. 1	Podíl jednotlivých odvětví na spotřebě energie v ČR
Příloha č. 2	Půdorys sklepních prostor
Příloha č. 3	Půdorys přízemí
Příloha č. 4	Půdorys nadzemního patra
Příloha č. 5	Výpočet potřeby tepla
Příloha č. 6	Ceník RWE Standard - plyn
Příloha č. 7	Vliv vlhkosti dřeva na výhřevnost a měrnou hmotnost
Příloha č. 8	Ceník dřeva za prostorový metr
Příloha č. 9	Průměrná inflace v ČR v letech 1996 – 2015
Příloha č. 10	Vývoj ceny zemního plynu v období 2010 – 2016
Příloha č. 11	Vývoj ceny palivového dřeva v období 2006 – 2015
Příloha č. 12	Vývoj inflace v období 2006 – 2015
Příloha č. 13	Vývoj výkupních cen a Zeleného bonusu

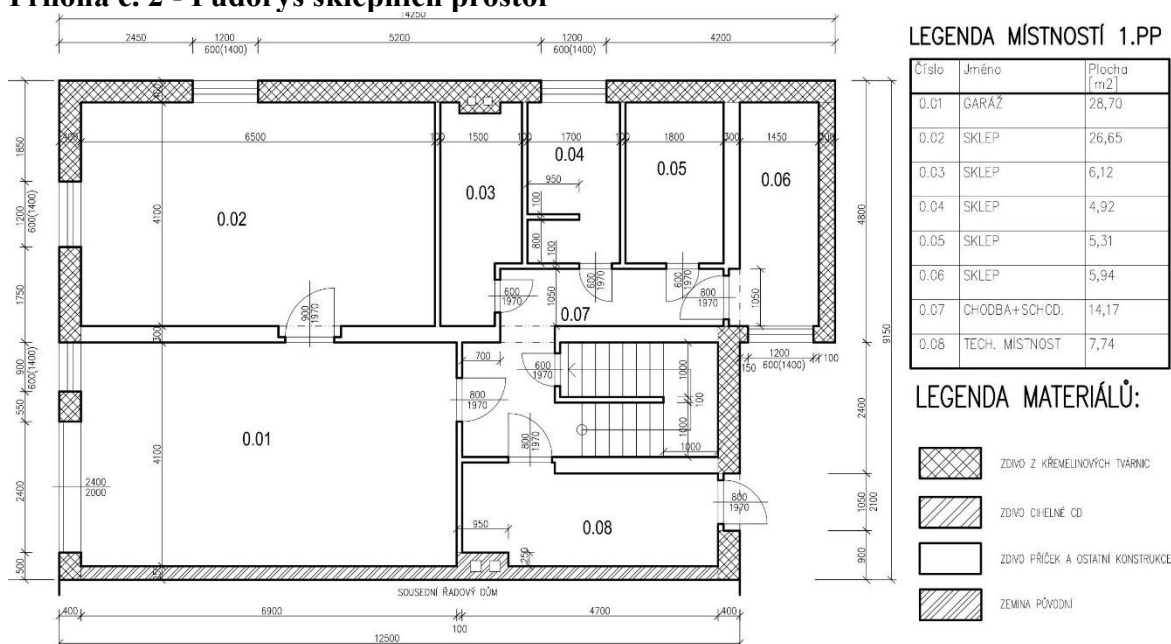
Příloha č. 1 - Podíl jednotlivých odvětví na spotřebě energie v ČR

Podíl jednotlivých odvětví na spotřebě energie v ČR



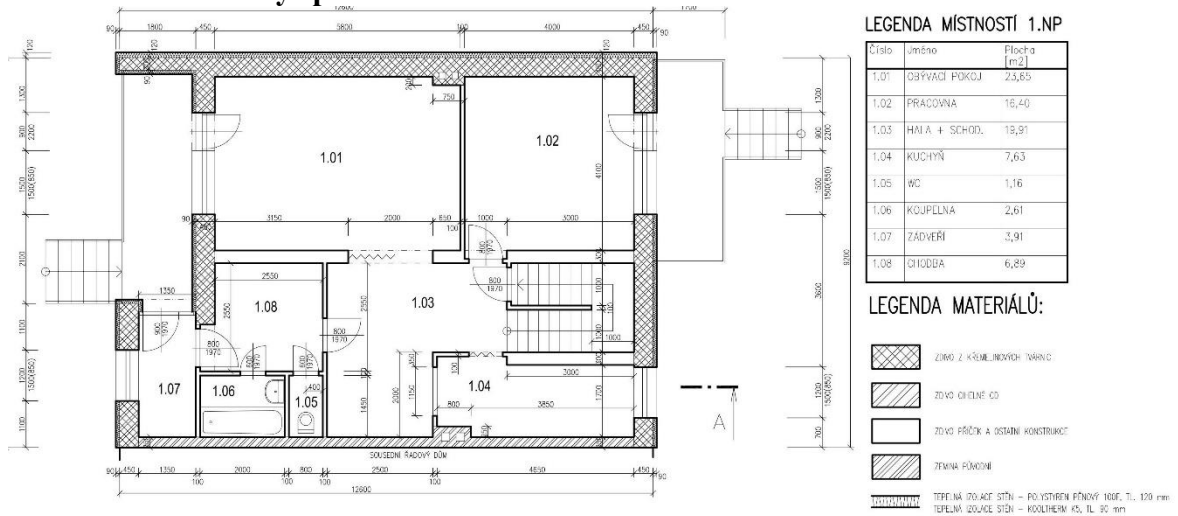
Zdroj: Vlastní zpracování na základě údajů z ČSÚ.

Příloha č. 2 - Půdorys sklepních prostor



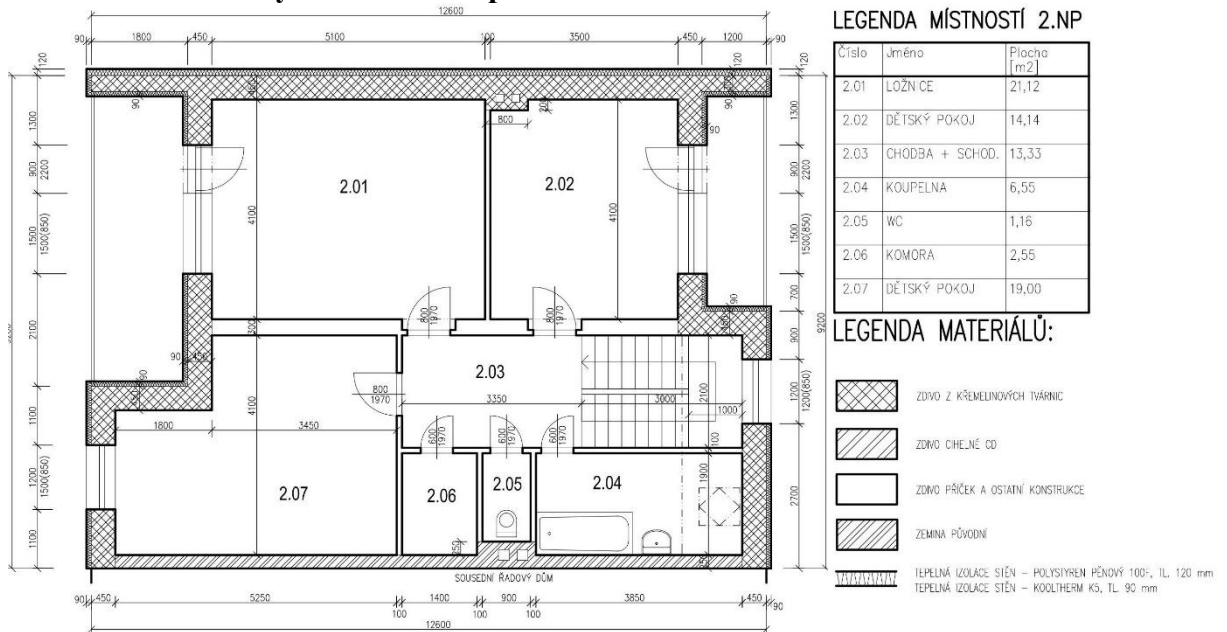
Zdroj: Aubrecht Vladimír, Projekt centrum HB, s. r. o., Průvodní technická zpráva 2010

Příloha č. 3 - Půdorys přízemí



Zdroj: Aubrecht Vladimír, Projekt centrum HB, s. r. o., Průvodní technická zpráva 2010

Příloha č. 4 - Půdorys nadzemního patra






Zdroj: Aubrecht Vladimír, Projekt centrum HB, s. r. o., Průvodní technická zpráva 2010

Příloha č. 5 – Výpočet potřeby tepla

Výpočet/měsíc	Jednotka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
HT	kWh	5206,9	4208	3836,7	2386,9	931,8	265,2	-54,8	-219,2	1113,9	2356,8	3712,9	5069,9
HV	kWh	353,7	285,8	260,6	162,1	63,3	18	-3,7	-14,9	75,7	160,1	252,2	344,4
Q ₁	kWh	5560,6	4493,8	4097,3	2549	995,1	283,2	-58,5	-234,1	1189,6	2516,9	3965,1	5414,3
ηH	kWh	1	1	0,998	0,984	0,739	0,254	0	0	0,872	0,992	1	1
Q ₁	kWh	282,9	255,6	282,9	273,8	282,9	273,8	282,9	282,9	273,8	282,9	273,8	282,9
Q _s	kWh	322,1	396,2	609,1	744,6	859	837,2	837,3	814,6	689,5	528,6	258,5	199,9
Q _g	kWh	605	651,8	892	1018,4	1141,9	1111	1120,2	1097,5	963,3	811,5	532,3	482,8
Q _{dem}	kWh	4955,7	3842,3	3207	1547,4	151,1	1	0	0	349,8	1711,8	3432,9	4931,5
Qcelkem	kWh												24130,5

Příloha č. 6 - Ceník RWE Standard – plyn

I. PRODEJNÍ CENY ZEMNÍHO PLYNU KONEČNÝM ZÁKAZNÍKŮM (DOMÁCNOST/MALOodbĚRATEL)

Roční odběr v odběrném místě	cena distribuce bez DPH ¹⁾			cena za odebraný zemní plyn a ostatní služby dodávky bez DPH		celková konečná cena bez DPH			celková konečná cena s DPH ²⁾		
	pevná cena za odebraný zemní plyn	stálý mísiční plat za kapacitu	pevná roční cena za kapacitu	cena za odebraný zemní plyn	stálý mísiční plat	součet cen za odebraný zemní plyn	součet stálých mís. platů	součet cen za kapacitu	součet cen za odebraný zemní plyn	součet stálých mís. platů	součet cen za kapacitu
kWh/rok	KZ/kWh	KZ/měsíc	KZ/m ³	KZ/kWh	KZ/měsíc	KZ/kWh	KZ/měsíc	KZ/m ³	KZ/kWh	KZ/měsíc	KZ/m ³
 valík do 1 890	0,41277	65,05		1,29165	6,30	1,70442	71,35		2,06235	86,33	
 ohřívák voda nad 1 890 do 7 560	0,23474	93,09		1,02644	24,70	1,26118	117,79		1,52603	142,53	
 topán nad 7 560 do 15 000	0,21185	107,51		0,99401	106,20	1,20586	213,71		1,45909	258,59	
nad 15 000 do 25 000	0,19375	130,14		0,99401	106,20	1,18776	236,34		1,43719	285,97	
nad 25 000 do 45 000	0,16774	184,33		0,99401	106,20	1,16175	290,53		1,40572	351,54	
nad 45 000 do 63 000	0,13738	298,16		0,99401	106,20	1,13139	404,36		1,36898	489,28	
nad 63 000 do 630 000 ³⁾	0,11755		108,07516	0,99089	150,00	1,10844	150,00	108,07516	1,34121	181,50	130,77094

Zdroj: www.rwe.cz

Příloha č. 7 - Vliv vlhkosti dřeva na výhřevnost a měrnou hmotnost

Druh paliva	Obsah vody	Výhřevnost	Objemová hmotnost		
	[%]	[MJ/kg]	[]	[]	[]
Dřevo obecně	20	14,230			
Buk	15		670	469	275
Buk	50		1116	781	458
Dub	15		695	480	281
Dub	50		1242	799	468
Borovice	15		517	362	212
Smrk	15		455	319	187
Smrk	50		758	531	311
Listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
Listnaté dřevo	50	7,585	1130	791	463
Jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
Jehličnaté dřevo	50	8,161	810	567	332
Polena (měkké dřevo)	0	18,560		355	
Polena (měkké dřevo)	0	16,400		375	
Polena (měkké dřevo)	20	14,280		400	
Polena (měkké dřevo)	30	12,180		425	
Polena (měkké dřevo)	40	10,100		450	
Polena (měkké dřevo)	50	8,100		530	
Dřevní štěpka	10	16,400			170
Dřevní štěpka	20	14,280			190
Dřevní štěpka	30	12,180			210
Dřevní štěpka	40	10,100			225
Smrková kůra	15	15,470			
Smrková kůra	60	8,400			
Sláma obilovin	10	15,490		120	(balíky)
Sláma kukuřice	10	14,400		100	(balíky)
Lněné stonky	10	16,900		140	(balíky)
Sláma řepky	10	16,000		100	(balíky)

Zdroj: www.tzb-info.cz

Příloha č. 8 - Ceník dřeva za prostorový metr

	délka 1 m	50 cm	33 cm	25 cm
buk	1450,- Kč	1600,- Kč	1640,- Kč	1700,- Kč
dub	1400,- Kč	1550,- Kč	1590,- Kč	1650,- Kč
bříza	1330,- Kč	1480,- Kč	1520,- Kč	1580,- Kč
javor, jasan	1380,- Kč	1530,- Kč	1570,- Kč	1630,- Kč
olše	1240,- Kč	1390,- Kč	1430,- Kč	1490,- Kč
jehličnaté	1200,- Kč	1350,- Kč	1390,- Kč	1450,- Kč
odřezky	1100-1300,- Kč			
třísky - pytel	80,- Kč			
podpalovač - ks	40,- Kč			
mulčovací kůra (borovice)	770,- Kč/1m3			

Zdroj: www.krbovedrevo.cz

Příloha č. 9 - Průměrná inflace v ČR v letech 1996 – 2015

Rok	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Celkem %
Míra inflace	8,8	8,5	10,7	2,1	3,9	4,7	1,8	0,1	2,8	1,9	45,3
Rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Míra inflace	2,5	2,8	6,3	1	1,5	1,9	3,3	1,4	0,4	0,3	21,4
Celkem %											66,7
Průměr											3,335

Zdroj: Vlastní zpracování na základě údajů z ČSÚ.

Příloha č. 10 – Vývoj ceny zemního plynu v období 2010 – 2016

Rok/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	54,84											
2015	53,56	52,63	56,12	61,32	63,57	64,5	63,25	63,55	63,26	62,67	62,35	64,56
2014	84,42	81,38	83,17	81,51	74,35	84,37	88,24	88,04	80,79	84,58	94,34	80,17
2013	76,21	63,7	64,77	67,49	63,04	67,83	74,79	74,88	75,67	64,79	58,78	58,26
2012	66,02	67,71	64,04	52,32	61,91	54,46	46,17	40,63	37,93	43,83	43,05	55,95
2011	64,83	65,72	63,74	64,77	66,6	68,72	74,57	72,53	71,19	64,62	72,28	78,39
2010	77,31	64,08	64,09	69,06	84,4	95,71	84,67	71,51	73,11	85,06	96,16	101,72

Zdroj: Vlastní zpracování na základě údajů z www.kurzy.cz

Příloha č. 11 – Vývoj ceny palivového dřeva v období 2006 – 2015

Rok	2006	2007	2008	2009	2010
Kč/t	1850	2400	1780	2190	2290
Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Kč/t	2390	2750	3310	2300	3250

Zdroj: Vlastní zpracování na základě www.ceska-peleta.cz

Příloha č. 12 – Vývoj inflace v období 2006 – 2015

Rok/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2006	1,4	0,1	-0,1	0,1	0,5	0,3	0,4	0,2	-0,7	-0,5	-0,1	0,2
2007	1	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,3	0,5
2008	3	0,3	-0,1	0,4	0,5	0,2	0,5	-0,1	-0,2	0	-0,5	-0,3
2009	1,5	0,1	0,2	-0,1	0	0	-0,4	-0,2	-0,4	-0,2	0,2	0,2
2010	1,2	0	0,3	0,3	0,1	0	0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,2	0,5
2011	0,7	0,1	0,1	0,3	0,5	-0,2	0,3	-0,3	-0,2	0,3	0,4	0,4
2012	1,8	0,2	0,2	0	0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,2	0,2
2013	1,3	0,1	0,1	0,1	-0,2	0,4	-0,2	-0,2	-0,4	0,2	-0,1	0,4
2014	0,1	0,2	0	0	0,1	0	0,2	-0,1	-0,2	0,2	-0,1	-0,1
2015	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,4	-0,1

Zdroj: Vlastní zpracování na základě www.kurzy.cz

Příloha č 13 - Vývoj výkupních cen a Zeleného bonusu

(1.10.) Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření:

ř./sl.	Podporovaný druh energie a	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně) b	do (včetně) c	od d	do (včetně) e	Výkupní ceny [Kč/MWh] l	Zelené bonusy [Kč/MWh] m
500	Výroba elektřiny využitím slunečního záření	-	31. 12. 2005	-	-	7 566	6 836
501		1. 1. 2006	31. 12. 2007	-	-	15 876	15 146
502		1. 1. 2008	31. 12. 2008	-	-	15 484	14 754
503		1. 1. 2009	31. 12. 2009	0	30	14 528	13 878
504		1. 1. 2009	31. 12. 2009	30	-	14 422	13 692
505		1. 1. 2010	31. 12. 2010	0	30	13 530	12 880
506		1. 1. 2010	31. 12. 2010	30	-	13 424	12 694
507		1. 1. 2011	31. 12. 2011	0	30	8 118	7 468
508		1. 1. 2011	31. 12. 2011	30	100	6 389	5 659
509		1. 1. 2011	31. 12. 2011	100	-	5 954	5 224
510		1. 1. 2012	31. 12. 2012	0	30	6 538	5 888
511		1. 1. 2013	30.6.2013	0	5	3 548	2 898
512		1. 1. 2013	30.6.2013	5	30	2 945	2 295
513		1.7.2013	31. 12. 2013	0	5	3 111	2 461
514	1.7.2013	31. 12. 2013	5	30	2 529	1 879	

Zdroj: www.tzb-info.cz