

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

Alternativní energetická koncepce domu v podobě investičního záměru

Petr Štulc

© 2015 ČZU v Praze

!!!

**Místo této strany vložíte zadání diplomové práce.
(Do jedné vazby originál a do druhé kopii)**

!!!

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 25. 3. 2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Michalovi Malému, PhD, za odborné vedení a cenné rady při psaní diplomové práce.

Alternativní energetická koncepce domu v podobě investičního záměru

Alternative energy house concept in the form of investment plan

Souhrn

Diplomová práce s názvem „Alternativní energetická koncepce domu v podobě investičního záměru“ nabízí pohled na možnou energetickou koncepci rodinného domu, nejen jako potřebu zajištění provozu a bydlení, ale zároveň jako možnost zhodnocení volných finančních prostředků, prostřednictvím energetických úspor, které budou srovnávány s výnosy z jinak zhodnocovaných volných finančních prostředků.

Existuje velké množství alternativních energetických koncepcí rodinných domů. Na tuto problematiku lze nahlížet z pohledu úspor ve vytápění nebo přípravě teplé vody.

Dále je možné řešit např. úsporu pitné vody pomocí dešťové vody, odpadové hospodářství a z něj zpětné získávání tepla, fotovoltaickou elektrárnu pro vlastní spotřebu s možností prodeje přebytku, využití energie větru, slunečního záření až po různé varianty vytápění. Tyto technologie je ještě možno vzájemně kombinovat.

Vzhledem k velkému množství kombinací těchto možností bude práce zaměřena na segment vytápění a to pouze na změnu zdroje tepla.

Pro účely této práce je použit typický rodinný dům, který byl zkolaudován v šedesátých letech 20. století a majitel stojí před rozhodnutím, zda volné finanční prostředky vložit do rekonstrukce systému vytápění tohoto objektu a úspory za vytápění tohoto domu chápat jako výnosy, či tyto prostředky použít na nějaký finanční produkt a takto je zhodnocovat.

Cílem této práce tedy je posoudit ekonomickou efektivnost investic jednotlivých variant.

Pomocí vícekritériální analýzy byla vybrána nejlepší investiční varianta – jedná se o instalaci tepelného čerpadla typu země/voda. Nejméně výhodnou variantou je pořízení státního dluhopisu ve výši investice instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda.

Summary

The thesis titled "Alternativě energy concept of the house as an investment plan" offers insight into potential energy concept of the house, not only as the need to ensure the operation of a living, but also as an investment opportunity available funds through energy savings, which will be compared with income from other evaluated available funds.

There are a multitude of Alternativě energy concepts houses. On this issue can be viewed from the perspective of savings in heating or hot water.

Furthermore, it is possible to solve such. Save drinking water by using rainwater, waste management and from the heat recovery systems, photovoltaic power plant for their own consumption with sales of excess, wind energy, solar radiation and heating variations. These technologies can still be combined.

Due to the large number of combinations of these possibilities will be aimed at heating segment and only to change heat sources.

For the purpose of this work is to use the typical family house, which was built in the sixties of the 20th century and the owner stands before deciding whether to free funds to insert into the reconstruction of the heating system of the building and saving on heating this house understood as income, or use these funds on a financial product and is thus appreciate.

The aim of this work is to assess the economic efficiency of investments of each variant.

Using multi-criteria analysis was chosen the best investment option - it is installing a heat pump type / water. The least preferred option is to purchase government bonds in the amount of investment installation of heat pump air / water.

Klíčová slova: Alternativní koncepce vytápění, tepelné čerpadlo, tepelná ztráta objektu, státní dluhopis, vícekritériální analýza, ekonomické ukazatele, zhodnocení investice.

Keywords: Alternative concepts heating, heat pump, heat loss, treasury bonds, multi-criteria analysis, economic indicators, valuation of investments.

Seznam zkratek

- RD – rodinný dům
- SO - stěna ochlazovaná – stěna oddělující vnitřní prostor od vnějšího (obvodová).
- SN - stěna neochlazovaná – stěna oddělující vnitřní vytápěný prostor od vnitřního nevytápěného prostoru. Rozdíl teplot do 5°C.
- OZ - okno zdvojené (střešní okno).
- DN - dveře neochlazované – dveře oddělující vnitřní vytápěný prostor od vnitřního nevytápěného prostoru. Rozdíl teplot do 5°C.
- SCH - střecha.
- PDL - podlaha.
- DO - dveře ochlazované – dveře oddělující vnitřní prostor od vnějšího.
Jedná se o tradiční způsob označování stavebních konstrukcí dle ČSN 730540-2.
- T_s - doba návratnosti
- IN - investiční náklady
- CF - cash flow, roční úspora nákladů (roční příjem)
- k – počet let horní hranice intervalu
- CF_n - peněžní toky v jednotlivých letech
- DDN - diskontovaná doba návratnosti
- N - doba životnosti
- P_a - příjem v roce a
- i - úrokový koeficient p/100
- K - kapitálový výdaj
- ČSH - čistá současná hodnota
- VV - vnitřní výnosové procento
- $ČSH_n$ - Čistá současná hodnota při nižší úrokové míře
- $ČSH_v$ - Čistá současná hodnota při vyšší úrokové míře
- i_n - nižší úroková míra
- i_v - vyšší úroková míra
- FV - budoucí hodnota
- PV - současná hodnota
- T_{sd} - doba návratnosti

CF_t - roční úspora nákladů (nebo roční příjem) v roce t
r - diskontní míra
IN - investiční výdaj
i - úroková míra
n - počet let
COP - coefficient of performance, topný faktor
SCOP - průměrný roční topný faktor
PE - polyetylen
TV - teplá voda
FVE - fotovoltaická elektrárna
NP - nadzemní podlaží
DF - diskontní faktor (1,03%)
DCF - diskontovaný cash flow
KDCF - kumulovaný diskontovaný cash flow
Ú - úspora, výnos za 1 rok
VV% - vnitřní výnosové procento

Obsah

Obsah	5
1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	11
3 Metodika	12
3.1 Použité metody	14
3.2 Výpočet tepelně technických vlastností objektu.....	14
3.3 Ekonomické ukazatele	15
3.3.1 Prostá ekonomická návratnost	16
3.3.2 Diskontovaná doba návratnosti.....	17
3.3.3 Čistá současná hodnota	17
3.3.4 Vnitřní výnosové procento.....	18
3.3.5 Budoucí hodnota	19
3.3.6 Reálná doba návratnosti	20
3.3 Vícekriteriální analýza variant.....	21
4 Teoretická východiska	28
4.1 Alternativní koncepce vytápění rodinného domu	28
4.2 Tepelné čerpadlo	28
4.2.1 Metodika měření topného faktoru.....	29
4.2.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda	30
4.2.2 Tepelné čerpadlo země – voda.....	32
4.2.3 Tepelné čerpadlo voda – voda	33
4.3 Solární energie	34
4.3.1 Vhodné umístění objektu	34
4.3.2 Solární kolektory.....	35
4.3.3 Fotovoltaické panely - elektrárny	36
4.4 Energie větru.....	37
4.5 Využití biomasy.....	37
4.5.1 Biomasa pro rodinný dům.....	38
4.5.2 Dřevěná peleta	38
4.5.3 Rostlinná peleta.....	38

4.5.4	Dřevěná briketa	39
4.5.5	Rostlinná briketa	39
4.5.6	Papírová briketa	40
4.5.7	Rašelinová briketa.....	40
5	Praktická část	41
5.1.	Metoda a výpočet pro stanovení tepelné ztráty objektu	41
5.1.1	Definice pojmů	41
5.1.2	Tepelně technické vlastnosti stavební konstrukce	43
5.1.3	Okrajové podmínky	44
5.1.4	Rekapitulace zadání a tepelné ztráty.....	45
5.1.5	Výpočet tepelně fyzikálních vlastností objektu	45
5.1.6	Výsledky výpočtu	46
5.1.7	Celkové tepelné ztráty objektu	48
5.1.8	Tepelná charakteristika budovy	48
5.2	Prostá ekonomická návratnost	49
5.2.1	Vstupní údaje pro výpočet prosté ekonomické návratnosti	49
5.3	Diskontovaná doba návratnosti.....	54
5.3.1	Vstupní údaje pro výpočet diskontované doby návratnosti	54
5.4	Čistá současná hodnota	56
5.5	Vnitřní výnosové procento.....	58
5.6	Budoucí hodnota	60
5.6.1	Vstupní údaje pro výpočet budoucí hodnoty	60
5.6.2	Výpočet.....	61
5.7	Reálná doba návratnosti.....	61
5.7.1	Vstupní údaje pro výpočet reálné doby návratnosti.....	62
5.7.2	Výpočet.....	62
5.8	Státní dluhopis	62
5.8.1	Úrokové sazby	63
5.8.2	Agregátní statistika spořicíh státních dluhopisů k 1. 7. 2014	64
5.9	Vícekriteriální analýza variant.....	66
5.9.1	Vstupní údaje	66
5.9.2	Výpočet výše rizika investice	67

5.9.3	Stanovení vah.....	68
5.9.4	Kriteriální matice a hodnocení variant.....	68
6	Závěr	71
7	Seznam použitých zdrojů.....	74
	Zdroje.....	74
8	Seznam tabulek, grafů a obrázků.....	77
	Seznam tabulek	77
	Seznam grafů	77
	Seznam obrázků.....	77
9	Přílohy.....	78

1 Úvod

Diplomová práce s názvem „Alternativní energetická koncepce domu v podobě investičního záměru“ má za cíl poskytnout majiteli nemovitosti určené k bydlení pomoc při rozhodování, jak naložit s volnými finančními prostředky.

Toto téma bylo vybráno s ohledem na pracovní zařazení, potřebu zpracování tohoto tématu pro další pracovní praxi a možnost uplatnění a ověření teoretických znalostí, získaných studiem předmětů zejména Ekonometrie, Finance a úvěr a Hodnocení podnikatelské činnosti.

Volné finanční prostředky je možno zhodnotit využitím některého finančního produktu, který nabízí finanční trh, nebo např. optimalizovat energetickou koncepci vytápění rodinného domu dle současných trendů a technologických možností.

Na takto provedenou rekonstrukci energetické koncepce je pak nahlíženo nejen jako na optimalizaci energetické potřeby k zajištění provozu a bydlení, ale zároveň jako výnosy z investice, které budou reprezentovány velikostí energetických úspor resp. rozdílem původních a nových provozních nákladů na tyto energie.

Výsledkem bude porovnání těchto hodnot s výnosy z jinak zhodnocovaných volných finančních prostředků a posouzení obou alternativ.

V současné době spotřeba energií neustále roste, přestože jsou na spotřebitelský trh dodávány ekologicky šetrnější výrobky a spotřebiče s nižší spotřebou. Důvodem je zvyšující se dostupnost těchto výrobků a rozvoj civilizace. Je již neoddiskutovatelně jisté, že zásoby přírodních zdrojů jsou vyčerpatelné a lidstvo si začíná uvědomovat svůj vliv na životní prostředí a nebezpečí nekontrolované těžby těchto zdrojů.

Mezi klasické zdroje energie, tzv. primární patří ty, jejichž zásoby jsou omezené a vyčerpatelné. K těmto zdrojům řadíme - fosilní paliva, černé a hnědé uhlí, ropu a zemní plyn. Dále je možno do této kategorie zařadit i jaderné palivo – uran.

Všeobecně rozšířený názor o vyčerpatelnosti primárních zdrojů narušuje stále se zvyšující těžba břidlicového plynu. Jedná se o zemní plyn, který je nahromaděný ve formacích břidlice. S jistotou lze tento zdroj zařadit mezi primární zdroje energie, ale skutečnost, že lidstvo dokáže těžít suroviny ze stále větších hloubek a lokalit, jež byly ještě nedávno nedostupné, oddaluje prognózu části odborné veřejnosti o blížícím se vyčerpání zásob.

Využití tohoto plynu se stále rozšiřuje, zejména ve Spojených státech amerických v poslední dekádě nabírá stále většího významu.

„Americké černé uhlí kvůli levnému břidlicovému zemnímu plynu zaplavilo Evropu. Za oceánem krachují doly. Jenže to neznamena, že by uhlí s plynem prohrálo. Jeho těžba se přesouvá do oblastí s nižšími náklady. Plyn navíc nedokáže v dohledné době elektrinu z uhlí ve velkém nahradit“.¹

Vzhledem ke zhoršujícím se klimatickým podmínkám, černobylské havárii a problémech ve Fokušimské jaderné elektrárně, po zásahu vlnou tsunami, klade vyspělá společnost stále větší důraz na obnovitelné zdroje energie.

Dalším důvodem pro aplikaci těchto systémů jak pro domácnosti, tak i pro průmysl, je závazek ČR jako přistupujícího člena Evropské unie, že podíl výroby elektrické energie z alternativních zdrojů bude v roce 2010 činit 8 % celkové výroby.

Stále rostoucí ceny zemního plynu a elektřiny vedou stavebníky a majitele domů k hledání nových alternativních řešení.

Alternativou primárních zdrojů jsou obnovitelné zdroje energie. V našich podmínkách se jedná zejména o energii získávanou ze slunečního záření, energie větru, vodních toků, geotermální energii a energii získanou spalováním biomasy.

Vhodným řešením pro vytápění a přípravu teplé vody v rodinných domech a menších průmyslových objektech je využití stále dostupnějších tepelných čerpadel, teplovodních solárních systémů, fotovoltaických systémů, či jejich kombinací.

„Během 5 let by měla růst i poptávka po tepelných čerpadlech. V roce 2017 by mohla být vyšší až o 33 % oproti loňským prodejm. Očekávaný podíl na prodejích je v roce 2017 podle BRG Building Solutions odhadován na 6 % z celkových prodejů všech zdrojů vytápění“.²

Ve vhodných lokalitách je možno využít i energii příboje a přílivu oceánů.

Snižování energetické náročnosti objektů bydlení je v současnosti široce diskutované téma, které nabývá na významu i v souvislosti s rostoucí cenou energie, snižujícími se náklady na pořízení materiálů a technologií, ale také s vyvíjejícím se legislativním prostředím, vytvářejícím na budovy zvýšené požadavky. Tyto požadavky lze

¹ Zprávy E 15: Byznys. STUHLÍK, Jan. E15.CZ. E15.CZ: Byznys [online]. 21.8.2013. Praha: Mladá fronta, Copyright 2015 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/>

² Enviweb: Výměna topení je dobrou investicí. KILINGER, Jiří. STAVITEL. *EnviWeb: Článek* [online]. Praha: Stavitel, 2013 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz>

shrnout do konstatování, že mnohem výhodnější je objekt vhodným způsobem zateplit a zabránit tak tepelným ztrátám, než snižovat náklady na energie pro vytápění. Optimální je kombinace obou přístupů.

Česká republika podporuje tyto iniciativy například programem Zelená úsporám, Nová Zelená úsporám³ a regionální kotlíkové dotace⁴. Takto je možné získat podporu na opatření ke snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů, náhradu neekologického zdroje tepla, instalaci solárních termických systémů či výstavbu rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností. Čerpat podporu lze také na zpracování odborného posudku nebo na zajištění technického dozoru.

Odborníci se shodují na tom, že problém vyčerpání neobnovitelných zdrojů energie, úsporami energií a jejich nahrazení je nutné řešit globálně a urychleně.

Druhou možností jak naložit s volnými finančními prostředky je jejich zhodnocení pomocí investice do vhodně zvoleného finančního instrumentu.

Aby bylo možno obě varianty porovnávat, budou zvoleny produkty, které jsou v horizontu splatnosti okolo patnácti let, tak jak se předpokládá životnost technického zhodnocení budovy a konzervativního typu pro omezení vlivu rizika.

³ NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM* [online]. 1.4.2014, 26.1.2015 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: www.novazelenausporam.cz

⁴ www.kr-ustecky.cz/kotlikova-dotace/ds-99630: www.kr-ustecky.cz/kotlikova-dotace-2014-5-vyzva-spolecneho-programu-na-podporu-vymeny-kotlu/d-1682623/p1=204744. ÚSTECKÝ KRAJ. *Www.kr-ustecky.cz/kotlikova-dotace/ds-99630: www.kr-ustecky.cz/kotlikova-dotace-2014-5-vyzva-spolecneho-programu-na-podporu-vymeny-kotlu/d-1682623/p1=204744* [online]. 2014. vyd. Ústí nad Labem, 9.5.2014, 22.5.2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://www.kr-ustecky.cz/kotlikova-dotace-2014-5-vyzva-spolecneho-programu-na-podporu-vymeny-kotlu/d-1682623/p1=204744>

2 Cíl práce

Cílem práce je navrhnout energetickou koncepci vytápění vybraného domu s využitím alternativních zdrojů energie a následně provést ekonomické vyhodnocení investičního záměru dané technologie. Výstupem je ekonomická analýza využití dané technologie, která bude srovnána s výnosy ze státního dluhopisu.

Ekonomická efektivnost energetické koncepce vytápění bude posouzena porovnáním jednotlivých alternativ způsobů vytápění vůči stávajícímu stavu. Varianty způsobu vytápění vycházejí z běžných a dostupných možností tuzemského trhu.

Pro dosažení hlavního cíle jsou stanoveny tyto dílčí cíle:

1. Stanovení tepelných ztrát jednotlivých místností stavebního objektu a vymezení tepelně technických vlastností objektu.
2. Charakteristika možných obnovitelných zdrojů tepla vhodných pro uvažovaný stavební objekt.
3. Klasifikace výhod a nevýhod vybraných druhů zdrojů tepla.
4. Pomocí ekonomických ukazatelů zjistit ekonomický efekt investice. Těmito ukazateli jsou prostá ekonomická návratnost, diskontovaná doba návratnosti, čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, budoucí hodnota a reálná doba návratnosti.
5. Ekonomický efekt investice porovnat s výnosy státního dluhopisu.
6. Vícekriteriální analýza vybraných způsobů vytápění z pohledu ekonomického a technologického.

Výsledkem práce je výběr optimální varianty investičního záměru. Pomocí vícekritériální analýzy budou posouzeny varianty instalací tepelného čerpadla, nebo nákupů státních dluhopisů.

3 Metodika

Pro zpracování teoretické části práce je nutné prostudovat odbornou literaturu, firemní podklady jednotlivých výrobců a dodavatelů technologií pro vytápění budov, odborně zaměřené diskuze, prezentace a weby.

Z těchto podkladů je třeba vyčlenit relevantní podklady pro zpracování tématu a eliminovat laické názory, nebo nepřesně formulované vlastní subjektivní názory.

Z takto rozříděných informací bude sestaven přehled jednotlivých konkurujících si řešení, včetně přehledu jejich výhod, nevýhod a stanovení jejich pořizovací ceny s ohledem na charakter a umístění objektu. Tyto podklady budou čerpány zejména z firemních materiálů výrobců, prodejců a také z podkladů realizačních firem a uživatelů jednotlivých technologií.

Alternativní zdroje energie, zejména zdroje tepla pro vytápění rodinných domů, jsou opředeny řadou mýtů a polopravd. Tyto nepřesnosti vznikly nedostatečnou informační základnou při uvádění nových technologií na trh. Vzhledem k jejich novosti a využití jiných fyzikálních principů, je i řada odborníků z oboru vytápění nedokázala odborně prezentovat a posoudit možnosti aplikací, výhody a nevýhody jednotlivých alternativních zdrojů tepla. Z těchto důvodů vznikla v řadě uživatelů přehnaná očekávání, která nebyla naplněna a vedla k chybným závěrům o efektivnosti takových investic.

Z analýzy prostudovaných dat a závěrů diskuzí odborných seminářů a webů byla eliminována nepřesná a zavádějící data. Relevantní údaje byly seříděny do kategorií a zhodnoceny jejich klady a zápory s ohledem na zamýšlenou aplikaci vytápění rodinného domu.

Dalším krokem bylo zjistit aktuální nabídku a parametry nabízených státních dluhopisů.

Ministerstvo financí ČR vydává několik typů spořicíh dluhopisů⁵. Z těchto variant je nutné vybrat takový, který nejvíce odpovídá požadavkům na konzervativní a bezpečný dluhopis s přiměřeným výnosem.

Praktická část je zaměřena na výpočet tepelných ztrát objektu, výpočet prosté a diskontované ekonomické návratnosti, čisté současné hodnoty, vnitřního výnosového procenta. Součástí této praktické části je vícekritériální analýza⁶.

⁵ Ministerstvo financí ČR. *Ministerstvo financí ČR: Spořicí dluhopisy ČR* [online]. 2013. vyd. Praha, 2013, 12.12.2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://www.sporicidluhopisy-cr.cz/>

Jednotlivé alternativy zdrojů tepla budou navrženy dle zásad pro projektování a návrhy otopných soustav rodinných domů a bude provedeno vyčíslení investičních nákladů, souvisejících nákladů a provozních výdajů. Tyto podklady budou sloužit pro stanovení roční úspory každé varianty a efektivnosti investice vůči stavu před uvažovanou rekonstrukcí.

Dále budou vypočítány výnosy z vybraného státního dluhopisu a ty budou porovnány s ročními úsporami dosaženými zavedením nové technologie vytápění objektu.

Předpokládaná doba životnosti hlavní komponenty – tepelného čerpadla činí 15 let.

Tato doba bude uvažována v ekonomických výpočtech.

Pro potřeby této práce je uvažován typický rodinný dům, který byl vybudován a zkolaudován v šedesátých letech 20. století, jehož majitel stojí před rozhodnutím, zda a v jak velkém rozsahu a s jakou technologií tento objekt rekonstruovat. Důvodem pro toto zadání je situace na trhu s nemovitostmi, stav developerské výstavby a množství stavební výroby. V současnosti, kdy developeři omezují svoje projekty⁷, stavební výroba je v poklesu⁸, se nabízí jako řešení bydlení pořízení staršího rodinného domku. Ceny těchto nemovitostí jsou příznivé⁹ a rekonstrukce při vhodném naplánování může probíhat ve vzájemně navazujících etapách. Toto řešení tedy neklade vysoké požadavky na pravidelnost splátek např. hypotéky. Zároveň snižuje riziko nesplácení úvěru. V případě nedostatku peněžních prostředků další etapa nebude zahájena.

Z těchto důvodů je tato varianta pořízení bydlení pro mladé a začínající rodiny stále populárnější a tak výsledky práce mohou posloužit pro rozhodování většího počtu potencionálních investorů.

Uvažovaný objekt je samostatně stojící rodinný dům se zahradou v příměstské části krajského města. Tato oblast nebyla plynofikována a ani zde nejsou rozvody parní, či dálkové teplovodní rozvody.

⁶ Brožová, H.; Houška, M.; Šubrt, T. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. 1. vyd. (3. dotisk) Praha: CZU v Praze, 2010. 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

⁷ CEEC RESEARCH: *Analýzy stavebnictví. CEEC RESEARCH: Analyses for decision making* [online]. 2015. vyd. Praha, 2015 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: <http://www.ceec.eu/research/filter-research-list?sCountry=CZ&sYear=2013>

⁸ Český statistický úřad: *Stavebnictví-časové řady. Český statistický úřad* [online]. 22.1.2015. Praha, 7.12.2010 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/sta_cr

⁹ FINCENTRUM. *Hypindex: http://www.hypindex.cz/csu-praha-jiz-neurcuje-trendy-ve-vyvoji-cen-nemovitosti/* [online]. 2015. vyd. Praha: Fincentrum, 2015, 2015 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: <http://www.hypindex.cz/csu-praha-jiz-neurcuje-trendy-ve-vyvoji-cen-nemovitosti/>

Bývalý majitel využil pobídky státu v devadesátých letech minulého století a původní vytápění uhelným kotlem nahradil vytápěním teplovodním elektrokotlem. Tato úprava proběhla pouze v prosté záměně kotlů a otopná plocha zůstala v původním stavu, tzn. litinové žebrové radiátory bez termostatických hlavic.

Umístění objektu a jeho dispozice umožňuje aplikaci všech uvažovaných alternativ vytápění

Parametry uvažovaného objektu jsou nastaveny univerzálně proto, aby výstup této práce bylo možno jednoduše, či s minimálními úpravami aplikovat pro různá zadání výše popsané skupiny investorů.

3.1 Použité metody

Studiem odborné literatury, odborných článků a diskuzí s projektanty v oboru vytápění, byly upřesněny vhodné technické podklady, výhody a nevýhody jednotlivých řešení vytápění objektu a eliminovány nepřesné informace.

3.2 Výpočet tepelně technických vlastností objektu

Pravidla pro výpočet tepelně technických vlastností budovy stanovuje ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov¹⁰. Tato norma se uplatňuje zejména při realizaci výstavby nových budov, stavebních úpravách a udržovacích pracích stávajících objektů a změnách v užívání objektů a dokončených budov.

Norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které zajišťují plnění základních požadavků na stavby, zejména hospodárné splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou ochranu budov podle zvláštního předpisu) a zajištění ochrany zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí. Platí pro nové budovy a pro stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončených budov.

Jako pomůcka pro výpočet nákladů na vytápění bude použit online kalkulátor na serveru TZB - info. Ve výpočtu jsou přednastaveny všechny hodnoty pro běžnou stavbu rodinného domu. Do výpočtu není uvažována příprava teplé vody.

¹⁰ ČSN 730540-2 (730540). *Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky*. 1.10.2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

Celková roční potřeba energie na vytápění $Q_{VYT,r}$ ¹¹

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \eta_r} * \frac{24 Q_C D}{(t_{is} - t_e)} 3,6 * 10^{-3} \quad 3.1.$$

3.3 Ekonomické ukazatele

Pro vyhodnocení ekonomické efektivity investice a zavedení pravidel pro její přijetí nebo zamítnutí lze použít metody, které zohledňují faktor času a dle kritérií hodnocení.

Faktor času:

- statické, hodnoty efektů jsou nominální,
- dynamické, hodnoty efektů jsou časové.

Statické metody slouží zejména pro rychlou orientaci v ekonomických výsledcích. Jsou vhodné pro situaci, kdy faktor času nemá podstatný vliv na hodnocení investice. Jsou to zejména projekty s dobou použití 1 – 2 roky (jednorázový nákup investičního majetku s krátkou dobou použití).

Dynamické metody jsou vhodné pro projekty, u kterých se předpokládá dlouhá doba životnosti tohoto projektu. Metoda důsledně respektuje časovou hodnotu peněz.

Dle kritérií hodnocení:

- nákladové,
- ziskové,
- příjmové.

Nákladové metody se používají v případě, kdy je nutno porovnat různá technická řešení projektů se stejným výsledným efektem. Tato metoda vyjadřuje jen část efektu z investice, nezohledňuje změny výnosů, proto ji nelze použít pro posouzení efektivity jednotlivých projektů.

Ziskové metody jsou vhodné pro projekty orientované na zisk. Efektem této metody je hospodářský výsledek po zdanění. Tato metoda odráží výkony jednotlivých variant a lze

¹¹ TZB-info: Potřeba tepla pro vytápění. TZB-INFO. *TZB-info* [online]. 2001, 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

jí srovnávat projekty s různými objemy a výkony. Nezahrnuje ale odpisy a jiné peněžní příjmy a nezobrazuje všechny peněžní výdaje (např. splátka úvěru). Toto může vést k nesprávnému hodnocení finančního efektu investice.

Příjmové metody vyjadřují absolutní efektivnost projektu tím, že efekt investice je souhrnem peněžních příjmů po dobu ekonomické životnosti projektu. Takto lze určit podíl příspěvku této investice na zvýšení hodnoty firmy. Touto metodou lze také porovnávat varianty projektu.

Velký důraz je kladen na reálnost vstupních údajů. Zejména očekávané výnosy (příjmy, úspory) z investice mohou výrazně ovlivnit výsledek.

Pro zhodnocení efektivnosti jednotlivých investičních variant tohoto projektu jsou navrženy tyto metody:

- prostá ekonomická návratnost,
- diskontovaná doba návratnosti,
- čistá současná hodnota,
- vnitřní výnosové procento.

3.3.1 Prostá ekonomická návratnost

Jedná se o jednoduchou statickou metodu jak zjistit, zda plánovanou investici realizovat, či nikoliv. V případě, že životnost realizované investice je kratší než její návratnost, je zřejmé že vynaložené prostředky se nikdy nevrátí.

Nevýhodou této metody je, že nebere v úvahu faktor času ani peněžní toky za dobu návratnosti, čímž zkresluje pohled na efektivnost.

Pro výpočet prosté ekonomické návratnosti je nutno znát tyto údaje:

- náklady investice,
- výši budoucích úspor energie,
- cenu ušetřené energie.

Prostá návratnost se vypočítá:

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad 3.2.$$

T_s	doba návratnosti
IN	investiční náklady
CF	roční úspora nákladů (roční příjem)

Výsledkem je počet let, za kolik se investiční výdaj splatí. Výhodnější je ta varianta, která je při stejných podmínkách kratší¹².

Vliv daní není uvažován.

3.3.2 Diskontovaná doba návratnosti

Tato dynamická metoda zohledňuje cenu peněz v průběhu let (dnes utržená koruna má jinou hodnotu než koruna utržená za pět let). Výsledek je vždy větší, než prostá ekonomická návratnost. V případě, že je delší než životnost realizované investice, nemá smysl investici realizovat.

Nevýhodou této metody je, že neuvažuje s peněžními toky po překročení doby návratnosti. Projekty s delší dobou životnosti mohou mít po překročení doby návratnosti vyšší příjmy. Z těchto důvodů může být vybrána jiná, méně výhodná varianta projektu.

Peněžní toky jsou diskontovány a porovnány s počátečními investičními náklady. Čím je tato doba kratší, tím je varianta výhodnější.

Vliv daní není uvažován.

Diskontovaná doba návratnosti se vypočítá:

$$DCF = \frac{CF}{(1+r)^2} \quad 3.3.$$

k – počet let horní hranice intervalu

IC – Investiční náklad

CF_n – peněžní toky v jednotlivých letech¹³

3.3.3 Čistá současná hodnota

Jedná se o základní příjmovou metodu. Výsledek je rozdílem mezi součtem diskontovaných peněžních příjmů z investice za dobu životnosti projektu a kapitálovým výdajem na pořízení investice.

¹² KORYTÁROVÁ, J., FRIDRICH, J. a PUCHÝŘ B. *Ekonomika investic, opora VUT FAST*. Vysoké učení technické v Brně. 2006, 227 s. ISBN 80-214-2089-8.

¹³ ŠOBA, Oldřich, Martin ŠIRŮČEK a Roman PTÁČEK. *Finanční matematika v praxi*. 1.vydání. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4636-4.

Zohledňuje faktor času.

Čistá současná hodnota se vypočítá jako součet současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků investice.

Peněžními toky ve výpočtu jsou zejména:

- změna pracovního kapitálu (pohledávky + zásoby – závazky),
- provozní zisk (rozdíl mezi výnosy a náklady),
- investiční platby či příjmy (investiční pobídky, dotace).

Je-li hodnota kladná, může být investice přijata.

$$\check{C}SH = \sum_1^N P_a \frac{P_n}{(1+i)^n} - K \quad 3.4.$$

N – doba životnosti

P_a – příjem v roce a

i – úrokový koeficient p/100

K – kapitálový výdaj

Je-li $\check{C}SH > 0$, pak diskontované peněžní příjmy převyšují kapitálový výdaj, projekt je přijatelný a zaručuje požadovanou míru výnosu.

Je-li $\check{C}SH < 0$, pak kapitálový výdaj převyšuje diskontované peněžní příjmy, projekt je nepřijatelný a nezajišťuje požadovanou míru výnosu.

Je-li $\check{C}SH = 0$, pak se diskontované peněžní příjmy rovnají kapitálovému výdaji a projekt investorovi nic nepřinese.

Jsou akceptovány takové investice, které mají kladnou, nebo nulovou čistou současnou hodnotu. Investice, které mají tuto hodnotu zápornou, jsou zamítnuty.¹⁴

3.3.4 Vnitřní výnosové procento

Tato dynamická metoda definuje takovou úrokovou míru, při které se současná hodnota peněžních příjmů z investičního projektu rovná kapitálovým výdajům investice.

¹⁴ KNÁPKOVÁ, Adriana, Drahomíra PAVELKOVÁ a Karel ŠTEKER. *Finanční analýza: Komplexní průvodce s příklady*. 2., rozšířené vydání. Praha: Grada, 2012. ISBN 9788024744568.

Výsledkem výpočtu jsou dvě úrokové sazby. Jedna je kladná a druhá záporná pro co nejmenší rozdíl od nuly.

Výpočet postupuje v následujících krocích postupné aproximace:

- volba úrokové míry, která bude použita pro diskontování očekávaných peněžních příjmů
- součet diskontovaných peněžních příjmů porovnáme s kapitálovým výdajem
- jestliže jsou diskontované peněžní příjmy vyšší než kapitálový výdaj, pak zvolíme vyšší úrokovou míru a celý výpočet provedeme znovu
- jestliže jsou diskontované peněžní příjmy nižší než kapitálový výdaj, opakujeme výpočet se zvolenou nižší úrokovou mírou

Výpočet vnitřního výnosového procenta – kapitálový výdaj se uskuteční jednorázově

$$VV\% = i_n + \left(\frac{\check{C}SH_n}{\check{C}SH_n - \check{C}SH_v} \right) (i_v - i_n) \quad 3.5.$$

$\check{C}SH_n$ – Čistá současná hodnota při nižší úrokové míře

$\check{C}SH_v$ – Čistá současná hodnota při vyšší úrokové míře

i_n – nižší úroková míra

i_v – vyšší úroková míra

Kladný výsledek nám sděluje, že se investovaný kapitál během životnosti investice vrátí a číslo udává velikost výnosu v %¹⁵.

3.3.5 Budoucí hodnota

Tato matematická metoda slouží k porovnání hodnoty peněžních částek v různých časových obdobích a umožňuje zjistit budoucí hodnotu úspor. Používá se ke všem přepočtům, kde se zachycuje růst o stejnou částku či o stejné % částky.

Určuje se pomocí úročitele $(1 + i)^n$ – akumulací faktor.

¹⁵ FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. 2005. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 8024709392.

$$FV = PV * (1 + i)^n \quad 3.6.$$

Současná hodnota peněz (PV) je takovou částkou peněz, kterou bychom museli uložit dnes v bance, abychom na konci určitého období získali částku, ze které teď tuto hodnotu vypočítáváme.

Vypočítáme jí pomocí odúročitele $(1 + i)^{-n}$

$$PV = FV_k * (1 + i)^{-n} \quad 3.7.$$

FV_k - budoucí hodnota na konci k - tého období

i - úroková míra

n - počet let

PV - současná hodnota

Časová hodnota annuity je annuita série pravidelných plateb v určité výši za určité období:

1. annuita placená dopředu - jednotlivé annuitní platby jsou placeny vždy na začátku období,
2. annuita placená pozadu – jednotlivé annuitní platby se uskutečňují na konci období¹⁶.

3.3.6 Reálná doba návratnosti

Je metodou, která bere v úvahu diskontní sazbu a tím zohledňuje vliv času na investiční projekt.

Reálná doba návratnosti by neměla být delší než cca 15 let.

Posouzení reálné návratnosti spoléhá na řadu předpokladů, zejména špatně odhadnutelného budoucího tempa růstu ceny nahrazované energie, zvláště pokud je časovým horizontem životnost investičního záměru 15 až 20 let.

$$\sum_{t=1}^{Tsd} CF_t (1 + r)^{-t} - IN = 0 \quad 3.8.$$

¹⁶ RŮČKOVÁ, Petra a Michaela ROUBÍČKOVÁ. *Finanční management*. 1. vydání. Praha: Grada, 2012. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4047-8.

T_{sd} – doba návratnosti

CF_t – roční úspora nákladů (nebo roční příjem) v roce t

r – diskontní míra

IN – investiční výdaj¹⁷

3.3 Vícekriteriální analýza variant

Tato metoda je podpůrným nástrojem v situacích, kdy se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií. Zvažovaná kritéria mohou být i protichůdná.

Existuje mnoho metod vícekriteriálního hodnocení variant, některé jsou výpočetně jednoduché, některé složitější.

Metoda umožňuje nalézt nejlepší variantu s ohledem na tato kritéria a vyloučit neefektivní variantu.

Optimální varianta je vybírána ze souboru potenciálně realizovatelných variant v dané situaci.¹⁸

Cíl rozhodování - cílem rozhodování je nově požadovaný stav stávající skutečnosti, nebo výběr nejvhodnější varianty. Tento stav může být definován kvalitativně, či kvantitativně.

Kritéria rozhodování – jejich volba umožňuje výstižné posouzení jednotlivých variant. Jsou rozlišována maximalizační – výnosová kritéria a minimalizační – nákladová kritéria. U výnosových kritérií jsou preferovány vyšší hodnoty a u nákladových nižší.

Mohou být vyjádřena kvantitativně i kvalitativně.

Subjekt rozhodování – rozhodovatel. Jedná se buď o jednotlivce, nebo skupinu lidí, kteří vybírají variantu, rozhodují.

Objekt rozhodování – je oblast, ve které dochází k rozhodování a jsou stanoveny cíle rozhodování. Tímto objektem může být např. expanze firmy na zahraniční trhy, změna výrobního programu atd.

Prvky rozhodovacího procesu uvádějí autoři Fotr, Dědina, Hružová¹⁹ tyto:

¹⁷ RADOVÁ, Jarmila, Petr DVORÁK a Jiří MÁLEK. *Finanční matematika pro každého*. 5. vydání. Praha: Grada, 2005. Osobní a rodinné finance. ISBN 80-247-1230-X.

¹⁸ BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Miroslav MIKULECKÝ. Kvantitativní podpora rozhodování: Vícekriteriální analýza variant. *Kvantitativní podpora rozhodování: Vícekriteriální analýza variant* [online]. 2015 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://pef.czu.cz/~BROZOVA/CASESTUDY/VAV3.html>

¹⁹ Fotr, J., Dědina, J., Hružová, H. *Manažerské rozhodování*. Praha : EKOPRESS, 2003. 250 s. ISBN 80-86119-69-6.

Varianta rozhodování – je množinou možných způsobů jednání rozhodovatele, které vedou ke stanovenému cíli. Příkladem pokrytí potřeby firmy vybavit pracoviště IT technologií může být nákup v hotovosti (fakturou), finanční (operativní) leasing, nebo outsourcing této technologie.

Důsledky rozhodování – jsou chápány jako dopad volby varianty do oblasti rozhodování. Tyto dopady lze vyjádřit příslušnými hodnotami kritérií.

Konečný seznam přípustných variant je úlohou **vícekritériálního hodnocení variant** a je-li tato množina vymezena souborem podmínek, které musí být splněny, pak se jedná o úlohu **vícekritériálního programování**. Tato varianta může obsahovat nekonečný počet řešení, a proto je nutné použít vhodný software.

V případě stanovení preferenčního pořadí variant lze určit dle souboru kritérií nejlepší, tzn. kompromisní variantu. Výstupem je ordinální, či kardinální informace o pořadí jednotlivých variant. Výsledné řešení je ovlivněno volbou vah jednotlivých kritérií.

Důležitým krokem k objektivnímu posouzení je volba kritérií a stanovení jejich vah, které představují významnost těchto kritérií.

Výsledné řešení je ovlivněno volbou vah a použitou metodou.

Metody volby vah se od sebe liší mj. tím, zda nám dávají ordinální či kardinální informace o pořadí jednotlivých variant nebo důležitosti jednotlivých kritérií a zda pro své použití potřebují **ordinální** či **kardinální informace** o jednotlivých variantách vůči jednotlivým kritériím, nebo o preferenci jednotlivých kritérií zadavatelem.

Ordinální informace udává pořadí jednotlivých variant, avšak neudává, o kolik se jednotlivé varianty liší. Výsledkem je pouze, která varianta je první, druhá atd. Je-li k dispozici pouze ordinální informace, nelze používat aritmetické operace.

Kardinální informace má kvantitativní rozměr. V případě preference kritérií se jedná o váhy, v případě ohodnocení variant podle kritéria o konkrétní nejčastěji číselné vyjádření tohoto hodnocení.

Nejlepší je potom ta varianta, ke které nelze dle zadaných kritérií nalézt lepší, či stejnou variantu.

Metody volby vah - stanovení vah vychází z konzultace se zadavatelem analýzy a jejich hodnota je subjektivní. Čím vyšší číslo, tím významnější kritérium pro zadavatele.

Normované váhy jsou kladná čísla a jejich součet je roven 1.

Jejich velikost je vhodné stanovit v těchto postupných krocích:

- konzultace se zadavatelem,
- stanovení velikosti vah,
- opětovná konzultace se zadavatelem a případná úprava.

V případě, že zadavatel nestanoví jednotlivé preference, použije *se metoda stejné důležitosti*. Všechna kritéria budou mít stejnou váhu, která se bude rovnat $\frac{1}{n}$, kde n je počet kritérií protože součet všech kritérií je roven 1.

Metoda pořadí přiřazuje jednotlivým kritériím body sestupně dle pravidla, že nejdůležitější kritérium má tolik bodů, kolik máme kritérií, druhé nejdůležitější má o bod méně, atd. Nejméně preferované kritérium má jeden bod. Na závěr sečteme přidělené body a tímto součtem všechny přidělené body vydělíme. Výsledkem jsou váhy jednotlivých kritérií. Takto docílíme toho, že součet vah bude roven 1.

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j} \quad 3.9.$$

Tato metoda vyžaduje od zadavatele, aby pro každé kritérium sestavil pořadí variant. Na základě tohoto pořadí se stejným způsobem jako se určovaly váhy metodou pořadí, najdou prvky kritériální matice. Dále se vytvoří vážená kritériální matice M, jejímiž prvky budou prvky původní matice vynásobené odpovídajícími vahami, tj.

$$m_{ij} = v_i * r_{ij} \quad 3.10.$$

Pro každou variantu se sečtou prvky na odpovídajícím řádku vážené kritériální matice a pořadí jednotlivých variant je určeno hodnotami těchto součtů, přičemž, čím větší součet, tím lepší varianta.

$$p_i = \sum_j r_{ij} \quad 3.11.$$

Za optimální variantu se tedy volí ta, jejíž hodnota p_i je maximální.

Metoda bodovací využívá kardinální informace o preferencích jednotlivých variant dle jednotlivých kritérií a výsledkem je také kardinální informace o preferenci jednotlivých kritérií.

Nejprve vyzveme zadavatele, aby každou variantu obodoval z hlediska každé varianty body. Tím získáme novou kritériální matici. Tu můžeme znormovat tak, že body přidělené dané variantě podle daného kritéria podělíme součtem všech bodů přidělených všem variantám podle tohoto kritéria. S touto maticí již zacházíme stejně, jako s kritériální maticí v metodě pořadí. To znamená, vynásobíme tuto matici váhami, a poté sečteme vážené body udělené jednotlivým variantám.

Je vhodné, ale velmi těžko proveditelné alokovat 100 bodů mezi jednotlivá kritéria.

Metoda váženého součtu (WSA) je v principu bodovací metodou, která odstraňuje zbytečné zatížení zadavatele převedením na body a normalizováním.

Výhodou této metody je její relativní jednoduchost a získání ordinální informace.

Metoda váženého součtu vyžaduje kardinální informace, kritériální matici a vektor vah kritérií. Konstruuje celkové hodnocení pro každou variantu, a tak ji lze použít jak pro hledání jedné nejvýhodnější varianty, tak pro uspořádání variant od nejlepší po nejhorší.

Tato metoda je speciálním případem metody funkce užitku. Vychází z principu maximalizace užitku. Postup metody váženého součtu je dán následujícími kroky:

1. Vytvoříme tabulku shrnutí hodnocení.
2. Z tabulky sestavíme kritériální matici R .
3. Pro práci s kritériální maticí je vhodné, když jsou všechna kritéria stejného typu (minimalizační nebo maximalizační). Převod kritérií na stejný typ bude proveden:

3.1 Stupnice je dána podstatou věci (například známky ve škole), v takovém případě se vezme maximální hodnota, které může být dosaženo (ve škole známka 5) a odečteme od ní kritériální hodnotu.

3.2 Stupnice dána není. V takovém případě mezi variantami vyhledáme nejvyšší (nejhorší) hodnotu a od té odečteme hodnotu kritériální. Tento krok můžeme prezentovat jako úsporu oproti nejhorší variantě.

4. Pro jednotlivé varianty vypočteme agregovanou funkci užitku:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad 3.12.$$

kde v_j jsou normované váhy jednotlivých kritérií.

5. Varianty seřadíme sestupně podle hodnot $u(a_i)$ a potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užítka považujeme za řešení problému.

Tuto metodu lze použít i pro vyhodnocení variant týmem expertů. Každý expert varianty uspořádá podle hodnot $u(a_i)$. Čím vyšší je hodnota $u(a_i)$, tím vyšší je i pořadové místo varianty. Jestliže tímto způsobem postupují všichni experti, dostaneme potom individuální preference expertů na množině variant. Pro skupinové uspořádání variant můžeme použít některou funkci společenského výběru.

Při použití Bordovy funkce společenského výběru vychází každý expert z jeho individuálního uspořádání variant. Při m projektech přiřadí první variantě v pořadí hodnota $m-1$, druhé $m-2$, až předposlední variantě připiše jedničku a poslední variantě v pořadí nulu. Skupinové ohodnocení variant se získá tím, že se sečtou body přidělené od jednotlivých expertů. Výsledné skóre představuje hodnotu Bordovy funkce pro určitou variantu. Vítězem se stává varianta s nejvyšším skóre.

Výpočet velikosti rizika jednotlivých variant. Předpokladem je investice do realizace změny zdroje tepla.

- | | | |
|----|------------------------------|-------------|
| 1. | tepelné čerpadlo vzduch/voda | 240.958 Kč. |
| 2. | tepelné čerpadlo země/voda | 425.720 Kč. |

Je předpokládáno, že veškeré identifikované závady stavby již výši nabídky realizační ceny ovlivnily, míra inflace se za uvažovanou dobu nezmění a že stavba není pojištěna proti živelní události. Tyto předpoklady reprezentují výchozí (nultý) investiční scénář.

Ostatní nebezpečí se podařilo identifikovat.

1. vzroste míra inflace,
2. po realizaci díla budou objeveny závady,
3. investice celá shoří,
4. zhotovitel neodborně zrealizuje dílo,
5. zhotovitel nebude schopen dílo dokončit,
6. nebude v dosahu servis zařízení,
7. vzroste míra inflace + budou objeveny závady + neodborná realizace + nedosažitelný servis.

Všemi vzájemně možnými kombinacemi těchto scénářů dostaneme celkem sedmou možnost vzniku dodatečných nákladů investice.

Nárůst míry inflace o 1% je předpovězen s pravděpodobností 0,1. Zvýšení původně plánovaných investičních nákladů v důsledku zjištění nových poruch je očekáváno ve výši 5% z původní plánované ceny investice, a to s pravděpodobností 0,05.

Pravděpodobnost, že do stavby udeří blesk a celá shoří, je $1 \cdot 10^{-7}$. V tom případě přijdeme o celých 240958 Kč, resp. 425720 Kč. Veškeré tyto údaje byly stanoveny na základě expertního dotazování, lépe řečeno se to předpokládá.

Neodborně zhotovené dílo zvýší náklady o 20% s pravděpodobností 10%.

Nedokončené dílo zhotovitelem zvýší náklady o 25% s pravděpodobností 5% a nepřiměřeně vzdálený, nebo nedosažitelný servis zařízení zvýší náklady na investici o 5% s 2% pravděpodobností.

V následující tabulce jsou postupně vyčísleny dodatečné náklady investora ΔC_i , pravděpodobnosti P_i a jednotlivá rizika R_i , která se spočtou jako součiny předpokládaných dodatečných nákladů ΔC_i a pravděpodobností P_i , že i -tý scénář skutečně nastane:²⁰

$$R = \sum_{i=1}^7 R_i = \sum_{i=1}^7 \Delta C_i * P_i \quad 3.13.$$

Fullerova metoda se použije v případě, kdy pro velké množství kritérií je obtížné obodovat jednotlivá kritéria. Zadavateli jsou předkládány postupně dvojice jednotlivých kritérií tak, aby mu každá možná dvojice byla předložena právě jednou, a zadavatel z této dvojice určí to kritérium, které je pro něho důležitější. V případě, že jsou obě stejně důležitá, může přiřadit například půl bodu. Na závěr se sečte počet bodů přidělených jednotlivým kritériím a normalizací získáme váhy.

Aby kritérium, které nezískalo žádný bod, nemělo nulovou hodnotu, lze provést **modifikaci Fullerovy metody**. Princip spočívá v navýšení všech kritérií o jednotku a poté provedení normalizace.

Lexikografická metoda využívá pouze ordinální informace a výstupem je také ordinální informace o preferenci jednotlivých variant. Princip této metody spočívá v nalezení nejdůležitějšího kritéria a podle něj se seřadí jednotlivé varianty. V případě shody u některých variant se vezme v úvahu druhé nejdůležitější kritérium atd.

²⁰ MAREK, Jiří. Risk-management: ANALÝZA RIZIKA A JEHO CITLIVOSTI V INVESTIČNÍM. MAREK, Jiří. *Risk-management* [online]. 2015 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.risk-management.cz/clanky/Analyza-rizika-a-jeho-citlivosti-v-investicnim-procesu.pdf>

Výhodou této metody je její jednoduchost ovšem tato metoda pro určení pořadí zohledňuje mimo případů shody pouze hodnoty v nejdůležitějším kritériu a vůbec nezohledňuje hodnoty v ostatních kritériích. Může se tedy stát, že zvolíme jako optimální variantu, která bude v nejdůležitějším kritériu nepatrně lepší, ale ve všech ostatních kritériích mnohem horší než jiná.²¹

Metodu vícekritériálního rozhodování také ovlivňuje faktor času. V případě, že se soubor variant, jejich důsledky a hodnocení těchto důsledků v čase nemění, jedná se o *statickou úlohu* a v opačném případě o *dynamickou úlohu*.

²¹ KLICNAROVÁ, Jana. Vícekritériální hodnocení variant - metody. KATEDRA APLIKOVANÉ MATEMATIKY A INFORMATIKY. *Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta: Katedra aplikované matematiky a informatiky* [online]. 2010 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: http://home.ef.jcu.cz/~janaklic/oa_zsf/VHV_II.pdf

4 Teoretická východiska

4.1 Alternativní koncepce vytápění rodinného domu

Tuto koncepci vytápění lze chápat jako systém vytápění, který pro svou činnost nevyužívá fosilní paliva, černé a hnědé uhlí, nebo teplo z jaderné reakce uranu.

Pro domácnosti lze uvažovat zejména s těmito druhy zdroje tepla.

4.2 Tepelné čerpadlo

Princip tepelného čerpadla – ze země, vody, či vzduchu je odebíráno nízkopotenciální teplo, které je pomocí chladiva, kompresoru, kondenzátoru a výparníku přeměněno v teplo s vyšším potenciálem. Toto teplo je pak předáno vzduchu, nebo vodě a dále distribuováno do odběrného místa. Popsaný princip vysvětluje, proč je možno získat teplo ze vzduchu i při minusových teplotách u vzduchových tepelných čerpadel a dokonce i z ledu u tepelných čerpadel země - voda²².

Relativní nevýhodou tepelných čerpadel je maximální výstupní teplota topné vody cca 55°C . Tato teplota je omezena více než technickými možnostmi popsaného principu ekonomickou efektivností. Technicky lze dosáhnout i vyšších teplot, ale za ekonomicky zcela nepřijatelných podmínek.

Tato nevýhoda se projevuje pouze u rekonstrukcí topných systémů, kdy původní návrh předpokládal teplotní spád 90/70°C a tomu odpovídal návrh velikosti otopných těles.

Velikost a tedy výkon těchto těles je pak nedostatečný a je nutno ji upravit dle nových parametrů, což prodražuje celou rekonstrukci.

U nové výstavby tato nevýhoda odpadá zejména a to zejména ze dvou důvodů:

1. nově budovaný objekt má mnohem menší tepelné ztráty a změna velikosti otopných těles, jejich cena minimálně ovlivňuje navýšení investice,
2. u nově budovaných objektů s aplikací tepelného čerpadla se často využívá systém podlahového vytápění, kde požadovaná teplota média nesmí přesáhnout 40°C z hygienických důvodů.

²² Mastertherm: Princip tepelných čerpadel. *Mastertherm: Princip tepelných čerpadel* [online]. 2012. vyd. Chýně, 2012 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/princip-tepelneho-čerpadla>

Dalším důvodem, který hovoří ve prospěch tepelného čerpadla, je skutečnost, že čím nižší je teplota výstupní topné vody, tím menší jsou ztráty jak při výrobě této teploty, tak při distribuci k odběrnému místu.

Důležitým pojmem, který přímo souvisí tepelným čerpadlem, je **topný faktor**.

Topný faktor tepelného čerpadla udává poměr vyprodukovaného tepla a spotřebované energie (Coefficient of performance – COP) a slouží k porovnání efektivity tepelných čerpadel.

$$COP = \frac{|\Delta Q|}{\Delta W} \quad 4.1.$$

kde $|\Delta Q|$ je změna tepla, a ΔW je mechanická práce spotřebovaná tepelným čerpadlem.

Čím vyšší je topný faktor, tím je provoz tepelného čerpadla levnější.

4.2.1 Metodika měření topného faktoru

Metodiku měření topných faktorů tepelných čerpadel stanovuje norma EN 255-2 a novější EN 14 511.

Norma EN 255-2 počítá s rozdílem teplot mezi přívodním a zpětným potrubím do topného systému 10°C a norma EN 14 511- 4 počítá s 5°C²³.

Z tohoto důvodu vychází dle staré normy vyšší výkon tepelného čerpadla a také vyšší topný faktor. Rozdíl 10°C ale více odpovídá reálnému provozu.

Proto je důležité srovnávat topné faktory naměřené při stejných podmínkách.

Při výpočtu topného faktoru u tepelných čerpadel typu **země/voda** je na jedné straně měřen topný výkon a na druhé straně elektrický příkon kompresoru tepelného čerpadla a příkon oběhových čerpadel primárního okruhu je stanoven dopočítáním.

U tepelných čerpadel typu **vzduch/voda** je měřen na jedné straně topný výkon a na druhé straně je elektrický příkon součtem příkonů kompresoru tepelného čerpadla, ventilátorů a rozvaděče regulace tepelného čerpadla.

Metodika výpočtu tepelného čerpadla typu **voda/voda** je shodná s typem země/voda.

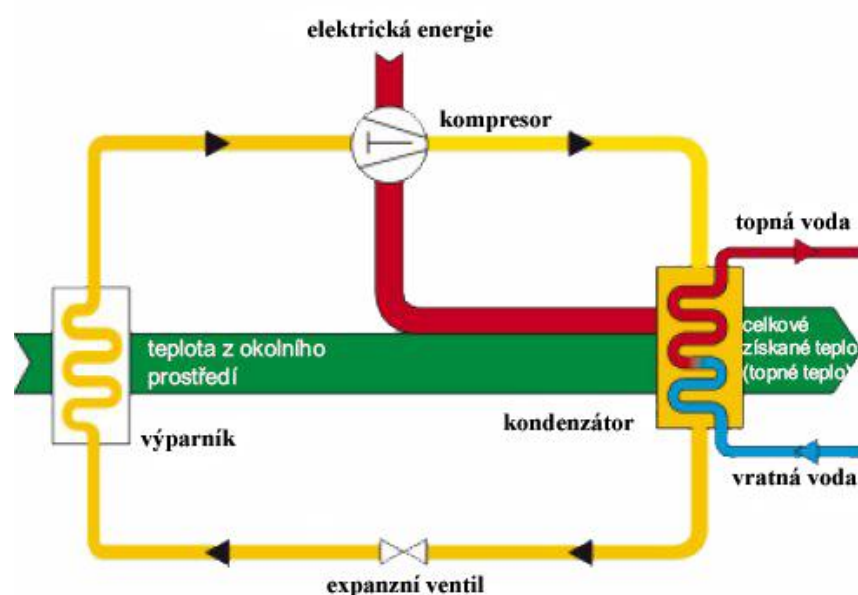
Různí výrobci tepelných čerpadel udávají různé hodnoty tohoto ukazatele, který byl naměřen při různých podmínkách. Zákazník je pak ohromován velikostí tohoto

²³ ČSN EN 14511-4. *Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru - Část 4: Provozní požadavky, značení a instrukce: 143010*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci metrologii a statní zkušebnictví, 2014.

koeficientu, který někdy přesahuje i hodnotu 5. Tato velikost je v reálných provozních podmínkách v ČR nedosažitelná. Je proto důležité při volbě tepelného čerpadla se zaměřit spíše na průměrný roční topný faktor - *SCOP*²⁴, který v sobě zahrnuje změny teplot v průběhu celého roku a zda podmínky, při kterých byl naměřen, odpovídají zamýšlené instalaci.

Zjednodušeně lze tedy říci, že topný faktor 3 představuje při dodání 1 kW elektrické energie zisk 3 kW tepelné energie. Jedná se o lineární závislost. Obdobná úměra neplatí pro schopnost tepelného čerpadla uspořit energii pro vytápění objektu. Úspora energie neroste úměrně s topným faktorem. Nejedná se o lineární závislost. Roste-li topný faktor, úspora se zvyšuje pomaleji (hyperbolická závislost).

obr. 1 Princip tepelného čerpadla



zdroj: <http://www.enerfinplus.cz/princip-tepelneho-čerpadla.html> [cit. 15. 1. 2015]

4.2.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Teplo pro vytápění je odebíráno z venkovního vzduchu a výše popsaným principem přeměněno na teplo, které je distribuováno buď do systému podlahového vytápění do radiátorů, nebo slouží k přípravě teplé vody.

²⁴ [Http://www.abeceda-čerpadel.cz](http://www.abeceda-čerpadel.cz): Topný faktor SCOP. *Abeceda tepelných čerpadel* [online]. 2012. vyd. 2012 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://generator.citace.com/dokument/L6lahRsvWMPiTzvh>

Toto tepelné čerpadlo je složitější stroj oproti ostatním typům tepelných čerpadel. Jedná se o kompaktní jednotku, většinou s integrovaným pomocným zdrojem tepla (elektrokotel), zásobníkem teplé vody a základní ekvitermní regulací.

Výhody:

- poměrně jednoduchá instalace
- nevyžaduje žádné zvláštní dodatečné náklady

Nevýhody:

- při nevhodném umístění může hluk ventilátoru rušit souseda, nebo místnost objektu, která přímo sousedí s umístěním tepelného čerpadla (ložnice),
- nutnost zajistit odtávání výparníku tepelného čerpadla. Tato podmínka snižuje velikost topného faktoru – COP.²⁵

obr. 2 Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda



zdroj: <http://www.mastertherm.cz/tepelne-cerpadlo-boxair> [cit. 20. 2. 2015].

²⁵ Mastertherm: Princip tepelných čerpadel. *Mastertherm: Princip tepelných čerpadel* [online]. 2012. vyd. Chýně, 2012 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/tepelne-cerpadla-vzduch-voda>

4.2.2 Tepelné čerpadlo země – voda

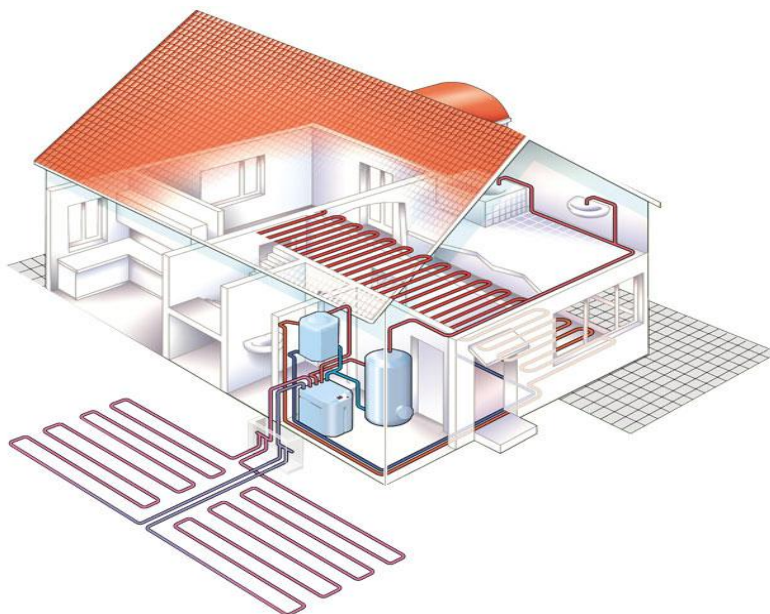
Teplo pro vytápění je odebíráno prostřednictvím kolektoru ze země buď z vrtu, nebo z plošného kolektoru a výše popsaným principem přeměněno na teplo, které je distribuováno buď do systému podlahového vytápění, do radiátorů, nebo slouží k přípravě teplé vody.

Existují dva systémy odnámání tepla ze země. Jedná se o *přímý a nepřímý odpar*.

Nepřímý odpar – do vrtu, nebo do plošného kolektoru je umístěna PE trubka, která je naplněna nemrznoucí kapalinou, která přenáší odebrané teplo ze země do výměníku chladivo/nemrznoucí kapalina a dále viz princip tepelného čerpadla.

Přímý odpar – do vrtu, nebo plošného kolektoru je nainstalována měděná trubička z důvodu vyššího provozního tlaku, která je potažena plastovou vrstvou, ve které cirkuluje již chladivo. Odpadá tedy jedno předávání tepla, které způsobuje ztráty.²⁶

obr. 3 Schéma plošného kolektoru a strojovny tepelného čerpadla



zdroj: <http://www.solarenavi.cz/tepelna-cerpadla/typy-tepelnych-cerpadel/zeme-voda-zemni-kolektory/> [cit. 20. 2. 2015].

²⁶ Mastertherm: Princip tepelných čerpadel. *Mastertherm: Princip tepelných čerpadel* [online]. 2012. vyd. Chýně, 2012 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/tepelne-cerpadla-zeme-voda>

Výhody:

- relativně jednoduchý stroj, ostatní technologie jsou běžné instalatérské komponenty, tzn. jednoduše nahraditelné,
- stabilní výkon tepelného čerpadla, který není ovlivněn změnami venkovní teploty.

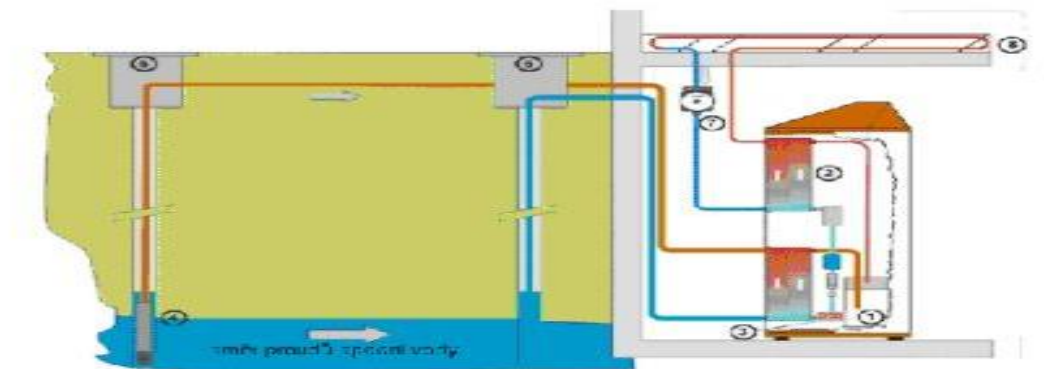
Nevýhody:

- realizovat buď finančně náročné vrty (cca 200m, cena 1.000Kč/m), nebo plošný kolektor (cca 400 m²),
- přímý odpar tyto hodnoty snižuje téměř na polovinu .

4.2.3 Tepelné čerpadlo voda – voda

Teplo pro vytápění je odebíráno přečerpáváním spodní vody přes výměník, kde je odebírán nízkoteplotní potenciál této vody a výše popsaným principem přeměněno na teplo, které je distribuováno buď do systému podlahového vytápění, do radiátorů, nebo slouží k přípravě teplé vody.

obr. 4 Schéma tepelného čerpadla voda – voda



- 1 – kompresor
- 2 – tepelný výměník
- 3 - vstřikovací ventil
- 4 – ponorné čerpadlo
- 5 – odebírací studna
- 6 – jímací studna
- 7 – oběhové čerpadlo
- 8 – podlahové topení

zdroj: <http://www.kodek.cz/kategorie/zeme-voda.aspx> [cit. 20. 2. 2015]

Výhody:

- tento princip dosahuje stabilně nejvyššího topného faktoru,
- nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty a plošným kolektorem,

- velmi výhodné je zařazení tohoto systému do výrobního procesu, kdy je nutno technologicky ohřátou vodu ochladit před vypuštěním do kanalizace, nebo vrácením zpět do výrobního procesu.

Nevýhody:

- najít vhodnou lokalitu s dostatečně vydatným pramenem spodní vody,
- větším problémem je vyčerpanou vrátit zpět do země protože ji nelze vypouštět do kanalizace. Zpravidla se vrtá jedna studna čerpací a dvě vsakovací, tzn. vyšší pořizovací náklady,
 - spodní vodu je nutno chemicky upravovat, aby nedocházelo k zanášení teplosměnných ploch výměníků,
 - častější údržba a servis.²⁷

4.3 Solární energie

V současnosti a regionu ČR přicházejí do úvahy pouze tři způsoby využití dopadu slunečního záření na zemský povrch.

4.3.1 Vhodné umístění objektu

Zvolením vhodného umístění rodinného domu a jeho konstrukcí lze pasivně přijímat a akumulovat teplo ze slunečního záření. Jedná se o pasivní domy, které pro vytápění objektu využívají pouze prosklené plochy orientované na jih a tepelné zisky od domácích spotřebičů.

Pasivní dům je objekt, který splňuje podmínku menší spotřeby než 15 kWh/m².²⁸ Tohoto parametru je dosaženo důsledným předcházením vzniku tepelných mostů a důsledným dodržováním technologických postupů při realizaci dle projektu domu, zejména použití a instalaci izolačních materiálů.

Výhody:

- minimální až nulové provozní náklady na vytápění,

²⁷ Mastertherm: Princip tepelných čerpadel. *Mastertherm: Princip tepelných čerpadel* [online]. 2012. vyd. Chýně, 2012 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/tepelne-cerpadla-voda-voda>

²⁸ TNI 73 0329 (730329). *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy: 73 - NAVRHOVÁNÍ A PROVÁDĚNÍ STAVEB*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2010.

- díky nucené výměně vnitřního vzduchu příjemné klima v každém ročním období.

Nevýhody:

- vyšší pořizovací náklady,
- nutnost provozovat a provádět servis výměny vzduchu,
- výměnu vzduchu je vhodné spojit s rekuperací tj. zpětné získávání odpadního tepla ze vzduchu např. pro ohřev teplé vody.

tab. 1 Kategorie domů dle potřeby tepla na vytápění

kategorie	potřeba energie na vytápění [kWh/(m ² a)]
nulové domy	<5
pasivní domy	<15
nízkoenergetické domy	<50
obvyklá novostavba	80-140
starší výstavba	často dvojnásobek hodnot pro obvyklé novostavby a více

zdroj: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/2.htm> [cit. 27. 10. 2014]

4.3.2 Solární kolektory

Tímto využitím slunečního záření lze podpořit vytápění objektu a ohřev TV. Většinou na střeše objektu jsou umístěny trubicové panely, které jímají teplo ze slunce, a to je teplotonosnou látkou dopraveno do akumulární nádoby. Zde je využito buď pro podporu vytápění, nebo pro ohřev teplé vody.

Výhody:

- již 4m² dokáže snížit spotřebu energie na přípravu teplé vody až o 70%,
- nižší investice než u fotovoltaických panelů,
- delší životnost než u fotovoltaických panelů cca 30 - 40 let,
- likvidace panelů nezatěžuje tolik životní prostředí jako FV.

Nevýhody:

- některé instalace lze obtížně optimálně nasměrovat proti slunci,
- různí výrobci řeší různě umoření přebytku tepla v letním období,
- dodávka tepla je nerovnoměrná,
- instalace vyžaduje strojovnu, která zabere část užitné plochy.

4.3.3 Fotovoltaické panely - elektrárny

Přímo ze slunečního záření pomocí fotovoltaického jevu je vyráběna elektrická energie ve fotovoltaických panelech. Tyto jsou spojovány ve větší celek, který tvoří fotovoltaickou elektrárnu. Takto získanou energii je možno předávat za úplatu do distribuční soustavy, nebo v případě hybridní fotovoltaické elektrárny téměř 100% získané energie spotřebovávat pro vlastní provoz rodinného domu, provozovny, či firmy²⁹.

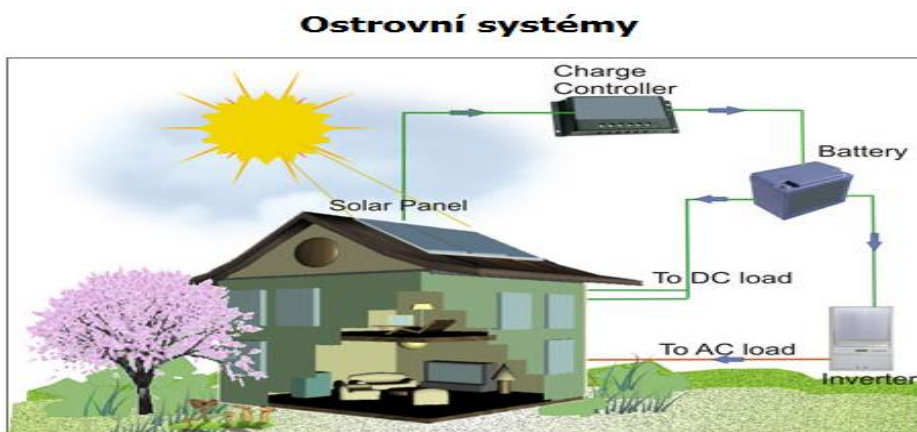
Výhody:

- nenáročná instalace a údržba,
- umístění panelů je možné na střeše a přístřešcích,
- hybridní FVE nepotřebuje udělení povolení připojení k distribuční soustavě,
- vyšší nezávislost na zvyšování cen elektřiny,
- možnost ostrovního provozu, nezávisle na přípojce el. energie.

Nevýhody:

- vyšší pořizovací náklady,
- některé instalace zabírají jinak využitelnou plochu,
- klasická FVE nutnost povolení připojení k distribuční soustavě.

obr. 5 FVE – ostrovní systém



zdroj: <http://solarni-panely.cz/layout/set/image/solarni-novinky/ostrovní-systemy> [cit. 27. 10. 2014].

²⁹ Solární panely: Solární novinky. *Solární panel*: *Solární novinky* [online]. 2007. vyd. Brno, 2007 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://solarni-panely.cz/solarni-novinky>

4.4 Energie větru

V důsledku nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu dochází ke vzniku rozdílu atmosférických tlaků, což má za následek vznik kinetické energie - větru. Tato energie je transformována pomocí turbíny na energii mechanickou a dále na elektrickou. Jak je patrné, výroba el. energie tímto způsobem netvoří žádné spaliny, či znečištění okolí a proto ji rovněž řadíme do skupiny obnovitelných zdrojů energie.

Výkony větrných elektráren se dělí na *malé*, tzn. 200W – 4kW pro domácnosti a malé firmy po *velké* – až 7,5 MW.

Výhody:

- neprodukuje žádné škodliviny,
- obnovitelný zdroj energie,
- instalace a výroba větrné elektrárny podporuje vznik nových pracovních míst.

Nevýhody:

- specifické požadavky na umístění do krajiny,
- nerovnoměrná produkce výkonu,
- ohrožení velkých ptáků,
- před výstavbou ve vytipované oblasti nutnost dlouhodobého měření rychlosti větru až 1 rok,
- vizuální znečištění.³⁰

4.5 Využití biomasy

Biomasa je hmota organického původu, rostlinná nebo živočišná. Má původ ve slunečním záření a lze ji obnovovat. Pro energetické účely je využívána zejména cíleně pěstovaná rostlinná biomasa. Dále je možno použít odpady lesní, zemědělské a potravinářské produkce.

Energii z biomasy lze využít pro výrobu elektřiny, pohonu vozidel a k výrobě tepla.

Tato energie vzniká chemickými, bio-chemickými procesy a spalováním.

³⁰ ŠKORPÍK, Jiří. Využití energie větru, *Transformační technologie*, 2006-10, [last updated 2014-05]. Brno: Jiří Škorpík, [online] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/vyuziti-energie-vetru.html>.

Spalování je považováno za základní technologii. Další technologie pro využití biomasy jsou zplynování, pyrolýza, zkapalňování, esterifikace, fermentace, lisování, kvašení aj³¹.

4.5.1 Biomasa pro rodinný dům

Převažující technologií využívanou pro rodinný dům je spalování biomasy ve speciálních kotlích pro vytápění objektu a přípravu teplé vody.

Toto palivo je nabízeno konečnému uživateli ve formě pelet, nebo briket.

Pelety jsou buď dřevěné, nebo rostlinné.

4.5.2 Dřevěná peleta

Je slisovaný dřevní prach, drť a piliny do tvaru válečku o průměru 6 nebo 8 mm.

4.5.3 Rostlinná peleta

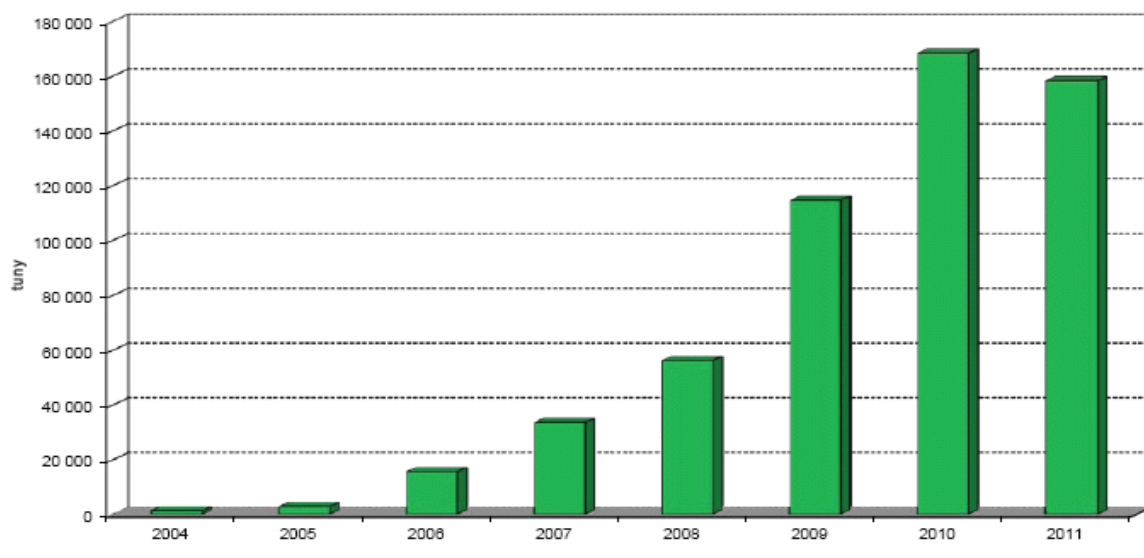
Jsou suché, drcené nebo nakrátko řezané stébelniny slisované do válečků o průměru 6 nebo 8 mm.

Oba druhy pelet, jak rostlinné, tak dřevěné jsou vhodné pro spalování v automatických kotlích, či krbech.

Jistým problémem z hlediska využití pelet v rodinných domech je stále vyšší využití pelet ve velké energetice. Tento důvod silně ovlivňuje cenu pelet pro domácnosti.

³¹ Skupina ČEZ: Informace o využívání biomasy. ČEZ. *ČEZ: Skupina ČEZ* [online]. 2015 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/biomasa/informace-o-vyuzivani-biomasy.html>

graf č. 1 Vývoj spotřeby rostlinných pelet ve velké energetice



zdroj: <http://oze.tzb-info.cz/peletky/9721-brikety-a-pelety-v-roce-2011> [cit. 30. 5. 2014]

Výhody:

- obsah škodlivých spalin při správném seřizení je minimální,
- obnovitelný zdroj energie,
- nižší provozní náklady,
- jednoduchá manipulace a uskladnění paliva,
- lze programovat topné časy a teploty (noční útlum).

Nevýhody:

- vhodné pouze pro automatické kotle,
- vyšší pořizovací náklady.

Brikety mohou být dřevěné, rostlinné, papírové, hnědouhelné a rašelinové. Hnědouhelné brikety jsou svým složením a použitím podobné spalování hnědého uhlí.

4.5.4 Dřevěná briketa

Je slisovaný dřevěný prach, drť a piliny do tvaru hranolů, nebo válečků s dírou nebo bez díry.

4.5.5 Rostlinná briketa

Jsou tlakem slisované suché, drcené nebo nakrátko řezané stébelniny do tvaru válečků, hranolů nebo šestistěnů o průměru 40 až 100 mm.

4.5.6 Papírová briketa

Je pouze slisovaný odpadní papír, nebo jsou přimísены dřevěné piliny, pak se jedná o směšnou papírovou briketu.

4.5.7 Rašelinová briketa

Je tlakem slisovaná průmyslově těžená a usušená rašelina.

Výhody:

- obsah škodlivých spalin při správném seřízení je minimální,
- obnovitelný zdroj energie,
- nižší provozní náklady,
- jednoduchá manipulace a uskladnění paliva,
- nižší pořizovací náklady oproti automatickým kotlům.

Nevýhody:

- vhodné pouze pro ruční přikládání,
- častější manipulace s palivem,
- nelze programovat časy a teploty vytápění.

5 Praktická část

5.1. Metoda a výpočet pro stanovení tepelné ztráty objektu

Pro budovy památkově chráněné nebo stávající budovy uvnitř památkových rezervací podle zvláštního předpisu a/nebo pro budovy postižené živelními katastrofami platí norma přiměřeně možnostem nejméně však tak, aby nedocházelo k poruchám a vadám při jejich užívání.

Tato norma platí i pro nevytápěné budovy nebo nevytápěné zóny budov, požaduje-li se v nich určitý stav vnitřního prostředí, např. pro skladování, provoz technického zařízení apod. Ustanovení normy se využijí přiměřeně možnostem tak, aby nedocházelo k poruchám a vadám při užívání těchto budov. Pro účely zadání této práce bude použita metodika dle ČSN 730540 Tepelná ochrana budov.

Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které zajišťují plnění základních požadavků na stavby, zejména hospodárné splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou ochranu budov podle zvláštního předpisu a zajištění ochrany zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí.

Platí pro nové budovy a pro stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončených budov.

Tato norma neplatí pro budovy převážně velkoplošně otevřené, nafukovací haly, stany, mobilní buňky, skleníky, stájové objekty, chladírny a mrazírny a pro stavby bez požadavků na stav vnitřního prostředí, na které se nevztahuje základní požadavek na ochranu zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí a základní požadavek na úsporu energie a tepelnou ochranu budov.

5.1.1 Definice pojmů

Terminologii v oblasti stavební tepelné techniky stanoví ČSN 73 0540-1:2005 „Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie“. Norma vymezuje termíny užívané v oboru stavební tepelné techniky, definice veličin, jejich značky a jednotky popisující šíření tepla, vlhkosti a vzduchu stavebními materiály a konstrukcemi a popisuje veličiny charakterizující vnitřní a venkovní prostředí a další veličiny používané v ČSN 73 0540 - 2,

3 a 4. Norma sjednocuje a zpřesňuje termíny a definice užívané v normách EN, popř. EN ISO v oboru stavební tepelné techniky Tepelná ochrana budov.

Rozhodná pro správný návrh tepelné ochrany budovy a průkazné naplnění základního požadavku č. 6 je správná interpretace a praktické užití tepelných a vlhkostních vlastností stavebních výrobků a zdiva v procesu navrhování stavebních konstrukcí a budov definovaných v EN 1745:2004 „Zdivo a výrobky pro zdivo – Metody pro stanovení návrhových tepelných hodnot“, v EN 10 456 „Stavební materiály a výrobky - Postupy stanovení deklarovaných a návrhových tepelných hodnot“ a v ČSN 73 0540-3:2005 „Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin“.³²

1. **teplota** - je veličina, která charakterizuje, zda látka při tepelném kontaktu s jinou látkou bude či nebude v tepelné rovnováze (zda bude či nebude přijímat nebo předávat teplo). Teplotu můžeme přiřazovat, jak vyplývá i z uvedené definice, jen určité látce, jinými slovy: teplota může být jen "něčeho" (vzduchu, vody, tělesa) a ne "někde". Klasický nonsens je "teplota na slunci", což je ve skutečnosti teplota teploměru vystaveného slunečnímu záření - jenže každý teploměr se v daném místě zahřeje na zcela jinou teplotu - závisí to na jeho vlastnostech (hlavně pohltivosti na sluneční záření). Teplota je snad nejdůležitější veličinou užívanou v technice prostředí. Je to základní stavová veličina (nutná pro stanovení hustoty plynu), používá se při mikroklimatickém hodnocení prostředí, při návrhu a kontrole vytápěcích a klimatizačních zařízení, atd. V technice prostředí se pro hodnocení mikroklimatu používají ještě speciálně definované veličiny odvozené z (prosté) teploty, nazývané teplotou s určitým přídomkem (např. výsledná teplota, operativní teplota, střední radiační teplota, teplota mokrého teploměru).³³

2. **Venkovní návrhová teplota (θ_e)**

2.1 pro jednotlivé oblasti (města) přímo z tabulky v ČSN 73 0032.

2.2 přesněji ze vztahu:

$$\theta_{e,100} + \theta_{e,0}(h - 100)/100 \quad 5.1.$$

kde: $\theta_{e,100}$ je základní návrhová teplota venkovního vzduchu v nadmořské výšce 100 m n. m. v dané teplotní oblasti [°C].

³² Cihlářský svaz Čech a Moravy: Tepelná ochrana budov. *Cihlářský svaz Čech a Moravy: Tepelná ochrana budov* [online]. 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.cscm.cz/lexikon/kap13.pdf>

³³ MAREŠ, Luděk. TZB-info: Teplota a její měření. *Wwww.tzb-info.cz: http://www.tzb-info.cz/3115-teplota-a-jeji-mereni* [online]. 2006, 6.3.2006 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3115-teplota-a-jeji-mereni>

$\theta_{e,100}$ je základní teplotní gradient (rozdíl teplot na 100 výškových metrů) v dané teplotní oblasti

h je nadmořská výška úrovně $\pm 0,00$ objektu v m (obvykle tedy nadmořská výška 1. NP).³⁴

5.1.2 Tepelně technické vlastnosti stavební konstrukce

tab. 2 Tepelné vlastnosti materiálů 1

označení	materiál	tloušťka	součinitel tep. vodivosti
SO	Porotherm 30 P+D	300 mm	0,23 W/mK ³⁵
	Minerální vlna	180 mm	0,040 W/mK ³⁶
součinitel prostupu tepla $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$			
1			
označení	materiál	tloušťka	součinitel tep. vodivosti
SN	Porotherm 11 P+D	115 mm	0,44 W/mK
	Omítka VC	35 mm	0,99 W/mK ³⁷
součinitel prostupu tepla $U = 3,37 \text{ W/m}^2\text{K}$			
označení	materiál	tloušťka	součinitel tep. vodivosti
SCH	Minerální vlna mezi krokvemi	200 mm	0,04 W/mK
součinitel prostupu tepla $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$			
označení	materiál	tloušťka	součinitel tep. vodivosti
PDL	Železobeton	150 mm	1,43 W/mK ³⁸
	Železobeton	100 mm	1,43 W/mK
	Extrudovaný polystyren	100 mm	0,44 W/mK ³⁹
součinitel prostupu tepla $U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$			

zdroj: autor

³⁴ Katedra konstrukcí pozemních staveb: Okrajové podmínky výpočtů 1, teploty, vlhkosti a vítr. KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE. *Katedra konstrukcí pozemních staveb: Okrajové podmínky 1* [online]. 2008, 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: http://kps.fsv.cvut.cz/file_download.php?fid=1605

³⁵ Wienerberger: Technické podklady. WIENERBERGER. *Wienerberger cihlářský průmysl* [online]. 2015. vyd. 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/ke-stažení-download/technické-podklady>

³⁶ DIVIZE ISOVER. *Isover: Produkty* [online]. 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/katalog>

³⁷ LB CEMIX. *Cemix: Produkty* [online]. 2012, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.cemix.cz/produkty/kategorie>

³⁸ TZB-info: Katalog stavebních materiálů. *TZB-info: Katalog stavebních materiálů* [online]. 2011, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/docu/tabulky/0000/000068_katalog.html

³⁹ TZB-info: Katalog stavebních materiálů. *TZB-info: Katalog stavebních materiálů* [online]. 2011, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/docu/tabulky/0000/000068_katalog.html

tab. 3 Tepelné vlastnosti materiálů 2

označení	materiál	součinitel prostupu tepla
OZ	okno zdvojené	$U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}^{40}$
součinitel prostupu tepla $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$		
označení	materiál	součinitel prostupu tepla
DN	dveře neochlazované	$U = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}^{41}$
označení	materiál	součinitel prostupu tepla
DO	dveře ochlazované	$U = 2,3 \text{ W/m}^2\text{K}^{42}$

zdroj: autor

Z výpočtů je patrné, že největší únik tepla je výplňovými konstrukcemi (okna, dveře). Další vysoké hodnoty vykazuje podlaha na terénu a vnitřní stěna. U obou však nedochází k tak velkým únikům tepla, protože rozdíl teplot je mnohem menší než u výplňových konstrukcí a stěn. U podlahy na terénu je vnější výpočtová teplota $+5^\circ\text{C}$ a u vnitřní dělicí konstrukce je rozdíl maximálně 9°C (pokud stěna odděluje koupelnu a např. chodbu).

Pro výpočet byly použity hodnoty menší nebo rovné doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla dle ČSN 730540-4.

Tyto hodnoty byly použity dle současného trendu, kde u většiny novostaveb převažuje požadavek na úsporu energie na vytápění nad ostatními.

5.1.3 Okrajové podmínky

Název objektu:	RD Žandov
Lokalita:	Žandov, Chlumeč, Ústí nad Labem
Teplotní oblast:	-13°C
Krajina:	Normální
Poloha budovy:	Nechráněná
Druh budovy:	Osamělá

⁴⁰ Internorm: Okna. INTERNORM. *Internorm: Okna* [online]. 2012, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.internorm.com/cz/produkty/studio/oknastudio.html>

⁴¹ Internorm: Dveře. INTERNORM. *Internorm: Dveře* [online]. 2012, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.internorm.com/cz/produkty/studio/dverestudio.html>

⁴² Internorm: Dveře. INTERNORM. *Internorm: Dveře* [online]. 2012, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.internorm.com/cz/produkty/studio/dverestudio.html>

Charakteristické číslo budovy B:	8
Přirážka p ₂ na urychlení zátoku p ₂ :	0,1
Součinitel typu e ₁ :	1,0
Počet podlaží:	2
Obestavěný prostor:	1369,0 m ³
Plocha vnějších konstrukcí:	943,0 m ²

Okrajové podmínky byly zvoleny dle situace, umístění a polohy objektu v krajině.

5.1.4 Rekapitulace zadání a tepelné ztráty

Číslo podlaží:	1	Název podlaží:	1. a 2.NP
Číslo místnosti:	vše	Název místnosti:	vše
Teplota t _i :	20°C	Objem V:	1883,02 m ³
Počet na podlaží:	1		
Trvalý tepelný zisk Q _z :	0,0 W		

5.1.5 Výpočet tepelně fyzikálních vlastností objektu

1. Základní tepelná ztráta prostupem tepla (W) :

$$Q_p = k_1 S_1 (\theta_i - \theta_e) + k_2 S_2 (\theta_i - \theta_e) + k_n S_n (\theta_i - \theta_e)$$

5.2.

kde: S₁, S₂, ... S_n: ochlazovaná část stavební konstrukce (m²),

k₁, k₂, ... k_n : součinitel prostupu tepla (Wm⁻² K⁻¹),

θ_i: výpočtová vnitřní teplota (°C),

θ_e: výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce (°C),

(výpočtová teplota v sousední místnosti, nebo výpočtová venkovní teplota).

Ve výše uvedeném vzorci je dále uvedena mimo teplotu vnějšího vzduchu také teplota vnitřního vzduchu. Ta je pro každou místnost jiná. Pro koupelny se používá hodnota 24°C, pro obytné místnosti 20°C, pro chodby a ostatní místnosti 18°C.

Právě rozdíl mezi vnitřní a vnější teplotou určuje množství tepla, které prostoupí konstrukcí.

Při výpočtu tepelné ztráty konstrukcí, které jsou v přímém styku se zeminou, se

teplota exteriéru upravuje na hodnotu +5 °C. Předpokládá se, že zemina má ustálenou teplotu, právě na této hodnotě.

Výše uvedeným postupem jsme získali tepelnou ztrátu prostupem jednotlivých konstrukcí. Nyní navrheme celkovou tepelnou ztrátu prostupem objektu tím, že sečteme jednotlivé vypočtené hodnoty.

Výpočet tepelné ztráty objektu zohledňuje také tepelnou ztrátu větráním. Ve zjednodušených výpočtech se uvažuje s 50% tepelné ztráty prostupem.

1. ***Tepelná ztráta větráním (W):***

$$Q_v = 1300 V_v (\theta_i - \theta_e) \quad 5.3.$$

kde: V_v : objemový tok větracího vzduchu (m³/s), za V_v se dosazuje větší z hodnot $V_s H$ a $V_v P$.

Vychází z hygienických nebo technologických požadavků. Tyto jsou dány potřebnou intenzitou výměny vzduchu n_h (h⁻¹).⁴³

Celkovou tepelnou ztrátu objektu získáme sečtením tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním. Při podrobnějším návrhu a složitějších objektech se dále uvažuje také s tepelnými zisky (např. kancelářské prostory – slunce, výpočetní technika atd.)

1. ***Celková tepelná ztráta (W):***

$$Q_{celková} = Q_p + Q_v \quad 5.3.$$

Celková tepelná ztráta objektu je tedy součtem dílčích tepelných ztrát objektu. Výsledek těchto výpočtů je podkladem pro návrh zdroje tepla.

5.1.6 Výsledky výpočtu

Dle vztahu 5.1, 5.2 a 5.3 byly vypočteny tepelné ztráty jednotlivých konstrukcí. Výsledky těchto výpočtů jsou seřazeny v tabulce č. 2 – výsledky výpočtů.

⁴³ ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov: Část 1: Terminologie*. 2005: Český normalizační institut, 2005.

tabulka č. 4 Výsledky výpočtů

Konstrukce	Plocha	k, p	i	1	Delta T	Q _o
Podlaha	291,4	0,401	0	0	15	1753 W
Stěna 965	330	0,382	0	0	33	4160 W
Stěna 320	52	0,472	0	0	33	810 W
Střecha 1.NP	140,9	0,138	0	0	33	642 W
Strop 2.NP	150,5	0,085	0	0	25	320 W
Okna	35,1	1,1	0,00012	88	33	1275 W
Dveře	7,2	1,2	0,00012	18	33	285 W

zdroj: autor výpočet viz výše

Dále jsou zakalkulovány předepsané přírážky dle charakteru místností a násobnosti výměny vzduchu.

Přirážka Delta B: 0,0
 Ch. číslo místnosti M: 0,7
 Průměrný součinitel prostupu tepla K_c : 0,246 W/m²K
 Násobnost výměny vzduchu n: 0,14 h⁻¹
 Přirážka $p = (1+p_1+p_2+p_3)$ p: 1,14

Přirážka Delta B zohledňuje vliv otvorových výplní.

Přirážka p zohledňuje rozdíl velikostí ochlazování rohových a řadových místností.

Ztráta prostupem Q_p : 10510 W, tj. 100,00 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta infiltrací Q_v : 3056 W, tj. 100,00 % z celkové ztráty infiltrací objektu
 Součet obou ztrát Q_c : 13565 W, tj. 100,00 % z celkové ztráty objektu

tabulka č. 5 Závěrečná tabulka

Označ.	Název	Teplota	Vytápěná	Objem	Celková	% z
NP/č. m.	místnosti	T_i	plocha	V	ztráta	celkové
		(°C)	S(m ²)	(m ³)	Q _c (W)	Q _c
1/1	vše	20,0	308,7	1883	13565	100,0

zdroj: autor výpočet viz výše

Suma S: 308,7 m²

Suma V: 1883,0 m³

5.1.7 Celkové tepelné ztráty objektu

Suma všech ztrát	Q_C : 13,565 kW	100%
Ztráta prostupem	Q_P : 10,510 kW	7,5%
Ztráta infiltrací	Q_V : 3,056 kW	22,5%

tabulka č. 6 Tepelná ztráta prostupem

Název	Ztráta	Podíl	Plocha	Q_p/m^2
Podlaha	1,993 kW	14,70%	291,4 m ²	0,007 kW/m ²
Stěna 965	4,729 kW	34,90%	330,0 m ²	0,014 kW/m ²
Stěna 320	0,921 kW	6,80%	52,0 m ²	0,018 kW/m ²
Střecha 1.NP	0,729 kW	5,40%	140,9 m ²	0,005 kW/m ²
Strop 2.NP	0,364 kW	2,70%	150,5 m ²	0,002 kW/m ²
Okna	1,450 kW	10,70%	35,1 m ²	0,041 kW/m ²
Dveře	0,324 kW	2,40%	7,2 m ²	0,045 kW/m ²

zdroj: autor výpočet viz výše

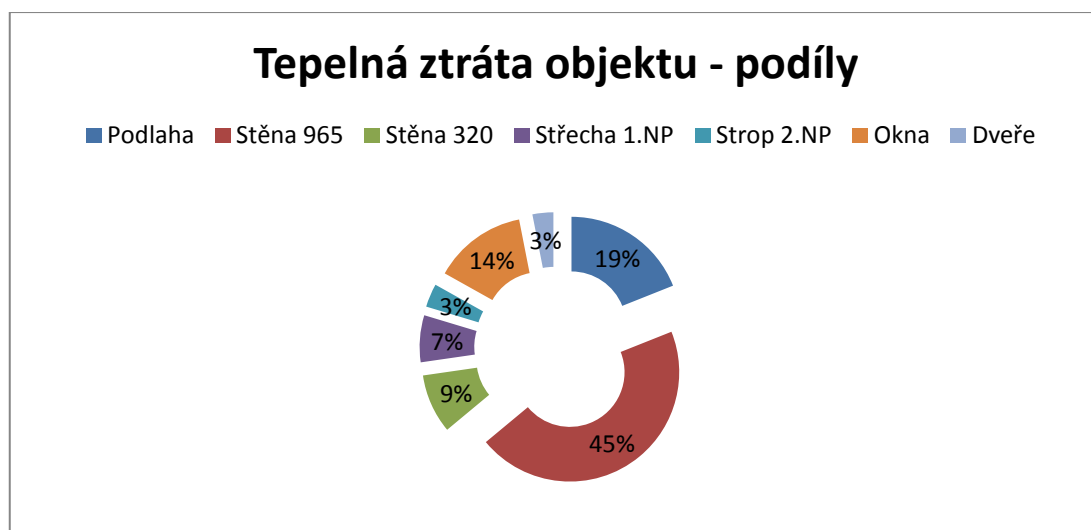
5.1.8 Tepelná charakteristika budovy

Dle ČSN 730540 jsou tyto požadavky: doporučená hodnota: $q, cN = 0,53 \text{ W/m}^3\text{K}$
 požadovaná hodnota $q, cN = 0,66 \text{ W/m}^3\text{K}$
 pro rekonstrukce: $q, cN = 0,93 \text{ W/m}^3\text{K}$

Vypočtená hodnota $q, c = 0,30 \text{ W/m}^3\text{K}$

Měrné tepelné ztráty Q_V , skut: 0,22 W/m³K

Graf č. 2 Podíly na celkové ztrátě objektu



zdroj: autor výpočty viz výše

Z výpočtu a grafu je patrné, že největší ztráty způsobují stěny o tloušťce 965 mm, dále podlaha a pak okna. Celkem tvoří 78% tepelné ztráty.

Jedná se o typický podíl na tepelných ztrátách takovéto konstrukce. Tento přehled může posloužit do budoucna jako návod k dalšímu zlepšení tepelně-izolačních vlastností objektu.

Ostatní části konstrukce se podílejí na celkové ztrátě 22% a jejich jednotlivé vylepšení by vzhledem k vynaloženému úsilí a finančním prostředkům nebylo účelné.

5.2 Prostá ekonomická návratnost

Tato jednoduchá statická metoda umožní v 1. etapě rozhodování zda plánovanou investici realizovat, či nikoliv. V případě, že životnost realizované investice je kratší než její návratnost, je zřejmé že vynaložené prostředky se nikdy nevrátí.

5.2.1 Vstupní údaje pro výpočet prosté ekonomické návratnosti

Pro výpočet prosté ekonomické návratnosti bude použit rozdíl mezi původní roční spotřebou tepla objektu, který byl vytápěn teplovodním elektrokotlem a nově navrženým řešením – tepelné čerpadlo typu vzduch/voda a tepelné čerpadlo země/voda.

Pro účely této práce jsou uvažovány pouze změny na straně zdroje tepla. Žádné změny sekundární strany systému vytápění nebudou kalkulovány, protože nemají přímý vliv na účinnost zdroje tepla. Úpravou sekundární strany je sice možno dosáhnout dalších úspor ve spotřebě energie, ale na výběr varianty zdroje vytápění nemají žádný vliv.

Tyto hodnoty jsou:

- Venkovní výpočtová teplota: -13°C
- Průměrná vnitřní teplota 19°C
- Průměrná venkovní teplota: 3,8°C
- Délka otopného období: 248 dní
- Výpočtová tepelná ztráta: 13565 W
- Typ provozu objektu: rodina s dětmi
- Podlahová plocha: 308,7 m²
- Objem budovy: 1883 m³
- Intenzita výměny vzduchu: 0,4
- Sazba D56d, jistič nad 3x20A do 3x25A včetně

Nejprve jsou nutné vypočítat vytápěcí denostupně.

Vytápěcí denostupně:
$$D = d(t_{is} - t_{es}) \quad 5.4$$

Stanovit opravné součinitele.

e_i - nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem

Protože tepelná ztráta infiltrací v běžných případech tvoří 10-20 % celkové tepelné ztráty, volí se součinitel v rozmezí 0,8 až 0,9.

$$e_i = 0,85$$

e_t - snížení teploty v místnosti během dne respektive noci

V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určité části dne.

Volí se v rozmezí 0,8 např. pro školy s polodenním vyučováním až po 1,0 pro nemocnice, kde vyžadujeme 100 % výkon otopné soustavy po celých 24 hodin.

$$e_t = 0,90$$

e_d - zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu

Podle využití budov v průběhu týdne se volí součinitel e_d v rozmezí od 1,0 pro budovy se sedmidenním provozem, přes 0,9 pro budovy se šestidenním a 0,8 pro budovy s pětidenním provozem.

Π_o - účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy

Volí se v rozmezí 0,9 pro kotelnu na pevná paliva bez rozdělení kotelny na sekce až po 1,0 pro plynovou kotelnu s otopnou soustavou rozdělenou do sekcí např. podle světových stran s automatickou regulací.

$$\Pi_o = 0,95$$

Π_r - účinnost rozvodu vytápění

Volí se v rozmezí 0,95 až 0,98 podle provedení.

$$\Pi_r = 0,95$$

ε - podle typu staveb a jejich provozu

Nepřetržité vytápění $\varepsilon = 1.00$.

Stavby zcela lehké s častými a delšími otopnými přestávkami $\varepsilon = 0,90$.

Stavby lehké (z tvárniceového zdiva) a pro stavby střední, s otopnými přestávkami o nedělich a svátcích $\varepsilon = 0,80$.

Stavby střední s krátkými otopnými přestávkami (noční útlum), nebo pro stavby těžké bez otopných přestávek $\varepsilon = 0,75$.

Stavby těžké, s kratšími otopnými přestávkami (neděle a svátky) $\varepsilon = 0,65$.

Těžké kamenné stavby, občasné vytápěné $\varepsilon = 0,60$.

Lze užít i následující hodnoty, pouze je nutné uvažovat účinnost obsluhy $\eta_o = 1$.

Také je možno použít tyto hodnoty, s podmínkou započítání účinnosti obsluhy.

Vícepodlažní objekty:

- centrální regulace $\varepsilon = 0,80$,
- centrální regulace zónová $\varepsilon = 0,75$,
- centrální regulace a ventily s termostatickou hlavicí $\varepsilon = 0,70$,
- rodinné domy, případně samostatně provozované byty v nájemních bytech a regulace prostorovým termostatem $\varepsilon = 0,71$,
- ekvitermní regulace teploty otopné vody $\varepsilon = 0,67$,
- regulace ventily s termostatickými hlavicemi $\varepsilon = 0,63$.

Celková roční potřeba energie na vytápění $Q_{VYT,r}$ ⁴⁴

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \eta_r} * \frac{24 Q_C D}{(t_{iS} - t_e)} 3,6 * 10^{-3} \quad 3.1.$$

Dle vztahu 5. 4. a 3. 1. bylo vypočteno:

Náklady na vytápění tepelným čerpadlem typu vzduch/voda činí 28487 Kč za rok.

Náklady na vytápění tepelným čerpadlem typu země/voda činí 19569 Kč za rok.

Náklady na vytápění teplovodním elektrokotlem činí 60271 Kč za rok.

Rozdíly v nákladech na vytápění jsou zapříčiněny účinností jednotlivých systémů strojů na výrobu tepla, způsobem přeměny el. energie na teplo a podílem využití nízkého a vysokého tarifu dodavatele elektrické energie.

⁴⁴ TZB-info: Potřeba tepla pro vytápění. TZB-INFO. *TZB-info* [online]. 2001, 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

Jako pomůcka pro výpočet nákladů na vytápění bude použit online kalkulátor na serveru TZB - info. Ve výpočtu jsou přednastaveny všechny hodnoty pro běžnou stavbu rodinného domu. Do výpočtu není uvažována příprava teplé vody.

obr. č. 6 Náklady na vytápění tepelným čerpadlem vzduch/voda

Tepelné čerpadlo <input checked="" type="checkbox"/>	NT 2.2221 /kWh		
Vzduch/voda Top. faktor: 3.2	VT 2.59483 /kWh	12 820 kWh	28 487
D56d jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	2.59483 /měsíc		

zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info> [cit. 20. 2. 2015]

Roční náklady na vytápění objektu činí 28487 Kč

obr. č. 7 Náklady na vytápění tepelným čerpadlem země/voda

Tepelné čerpadlo <input checked="" type="checkbox"/>	NT 2.2221 /kWh		
Země/voda Top. faktor: 4.3	VT 2.59483 /kWh	8 806 kWh	19 569
D56d jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	2.59483 /měsíc		

zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info> [cit. 20. 2. 2015]

Roční náklady na vytápění objektu činí 19569 Kč

Rozdíl nákladů na vytápění mezi těmito druhy tepelných čerpadel je způsoben účinností celého systému, což ve zjednodušené podobě představuje velikost topného faktoru.

obr. č. 8 Náklady na vytápění teplovodním elektrokotlem

Elektřina přímotop <input type="checkbox"/>	NT 2.22452 /kWh		
Teplovodní elektrokotel 95 %	VT 2.71099 /kWh	27 094 kWh	60 271
D45d jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	2.71099 /měsíc		

zdroj: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info> [cit. 20. 2. 2015]

Roční náklady na vytápění objektu činí 60271 Kč

Náklady na pořízení, instalaci a související dodávky a montáže varianty vytápění objektu tepelným čerpadlem typu vzduch/voda činí 240958 vč. DPH, které je pro rodinné domy 15%.

Položkový rozpočet na dodávku, montáž a související dodávky a montáže je v příloze.

Náklady na pořízení, instalaci a související dodávky a montáže varianty vytápění objektu tepelným čerpadlem typu země/voda činí 368748 Kč vč. DPH, které je pro rodinné domy 15%.

Položkový rozpočet na dodávku, montáž a související dodávky a montáže je v příloze.

Vzhledem k instalaci teplovodního kotle v devadesátých letech 20. století lze předpokládat, že jeho životnost je téměř na konci a proto se pro porovnávání variant a výpočtu prosté ekonomické návratnosti a dále bude uvažovat rovněž s pořízením a instalací nového teplovodního elektrokotle.

Náklady na pořízení, instalaci a související dodávky a montáže varianty vytápění objektu teplovodním elektrokotlem činí 30395 Kč vč. DPH, které je pro rodinné domy 15%. Položkový rozpočet na dodávku, montáž a související dodávky a montáže je v příloze.

Celkové náklady na vytápění je možno ještě dále snížit instalaci a vhodným nastavením ekvitermní regulace a doplněním otopné soustavy ventily s termostatickými hlavice, které jsou schopny šetřit energii na vytápění v případě ostatních tepelných zisků. Jedná se např. o tepelný zisk ze slunečního záření a z domácích spotřebičů.

tabulka č. 7 Přehled zdrojů tepla, investičních, ročních nákladů a úspory

	Typ zdroje tepla	Investiční náklady-pořízení (Kč)	Provozní náklady (Kč/rok)	Úspora (Kč/rok)
1.	T.č. vzduch/voda	240958	28487	31784
2.	T.č. země/voda	368748	19569	40702
3.	Teplovodní elektrokotel	30395	60271	-

zdroj: autor

Dle vztahu 3.1 bylo kvantifikováno: $T_{s1} = 7,6$ let

$T_{s2} = 9,1$ let

Prostá ekonomická návratnost varianty 1 – záměna teplovodního elektrokotle za tepelné čerpadlo vzduch/voda činí cca 7,6 let.

Prostá ekonomická návratnost varianty 2 – záměna teplovodního elektrokotle za tepelné čerpadlo země/voda činí cca 9 let.

Výhodnější je varianta 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda, protože je kratší než varianta 2 – tepelné čerpadlo země/voda. Obě varianty jsou v intervalu předpokládané životnosti investice.

5.3 Diskontovaná doba návratnosti

Touto dynamickou metodou bude zohledněna cena peněz v posuzovaném období, tj. životnosti investice. Výsledek je vyšší než u prosté ekonomické návratnosti a nesmí být delší než je životnost posuzované investice.

Jednotlivé peněžní toky jsou diskontovány buď sazbou finanční, nebo sociální pro veřejné projekty. Jelikož se v našem případě jedná o projekt finanční pro výpočet doby návratnosti jsou peněžní toky diskontovány pomocí *finanční diskontní sazby*.

5.3.1 Vstupní údaje pro výpočet diskontované doby návratnosti

Finanční diskontní sazba - bývá většinou shodná s výší nákladů příležitosti na pořízení kapitálu. Jestliže jsou finanční prostředky použité na realizaci určitého projektu, nelze pak tuto částku vložit dále do realizace projektu jiného.

Ačkoliv přítomnost finančních prostředků v jednom projektu způsobí výnosy, jejich absence v jiném projektu přinese právě náklady obětované příležitosti neboli ztrátu příjmu.

Základní možnosti stanovení finanční diskontní sazby:

- úroková sazba státních dluhopisů
- dlouhodobá reálná úroková sazba komerčních úvěrů
- mezní výnos portfolia cenných papírů na kapitálovém trhu
- specifická úroková sazba⁴⁵

Úroková sazba odvozená od výnosu státních dluhopisů činí k 27. 2. 2015 pro splatnost 15 let 1, 03%.⁴⁶

Tento údaj vyhovuje zadání práce vzhledem k předpokládané životnosti investice 15 let a bude použita ve výpočtu diskontované doby návratnosti.

⁴⁵ KORYTÁROVÁ, Jana, HROMÁDKA, Vít, Veřejné investice I, VUT FAST Brno, 2007, 226 str.

⁴⁶ Wuestenrot: Úrokové sazby odvozené od výnosu státních dluhopisů. *Wuestenrot: Úrokové sazby odvozené od výnosu státních dluhopisů* [online]. 2015, 27.2.2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <https://www.wuestenrot.cz/o-nas/stavebni-sporitelna/aktualni-urokove-sazby/urokove-sazby-odvozene-od-vynosu-statnich-dluhopisu/>

Výsledky pro jednotlivé roky a varianty jsou v tabulce č. 6 a č. 7.

IC – Investiční náklad

CF – Cash flow, peněžní tok (roční úspora)

DF – Diskontní faktor (1,03%)

DCF – Diskontovaný cash flow

KDCF – Kumulovaný diskontovaný cash flow

tabulka č. 8 Diskontovaná doba návratnosti t. č. vzduch/voda

rok	IN	CF	DF	DCF	KDCF
0	240958			-240958	-240958
1		31784	0,9897	31456,62	-209501
2		31784	0,979506	31132,62	-178369
3		31784	0,969417	30811,96	-147557
4		31784	0,959432	30494,59	-117062
5		31784	0,94955	30180,5	-86881,7
6		31784	0,93977	29869,64	-57012,1
7		31784	0,93009	29561,98	-27450,1
8		31784	0,92051	29257,49	1807,406
9		31784	0,911029	28956,14	30763,55
10		31784	0,901645	28657,89	59421,44
11		31784	0,892358	28362,72	87784,16
12		31784	0,883167	28070,58	115854,7
13		31784	0,87407	27781,45	143636,2
14		31784	0,865067	27495,3	171131,5
15		31784	0,856157	27212,1	198343,6

zdroj: autor

Dle vztahu 3.2 bylo vypočteno:

Diskontovaná doba návratnosti varianty tepelné čerpadlo vzduch/voda je v horizontu 7 - 8 let.

tabulka č. 9 Diskontovaná doba návratnosti t. č. země/voda

rok	IN	CF	DF	DCF	KDCF
0	368748			-368748	-368748
1		40702	0,9897	40282,8	-328465,2306
2		40702	0,97950609	39867,9	-288597,3737
3		40702	0,969417177	39457,2	-249140,1558
4		40702	0,95943218	39050,8	-210089,3472
5		40702	0,949550029	38648,6	-171440,7619
6		40702	0,939769664	38250,5	-133190,257
7		40702	0,930090036	37856,5	-95333,7324
8		40702	0,920510109	37466,6	-57867,12996
9		40702	0,911028855	37080,7	-20786,43352
10		40702	0,901645257	36698,8	15912,33175
11		40702	0,892358311	36320,8	52233,09973
12		40702	0,883167021	35946,7	88179,7638
13		40702	0,8740704	35576,4	123756,1772
14		40702	0,865067475	35210	158966,1536
15		40702	0,85615728	34847,3	193813,4672

zdroj: autor

Dle vztahu 3.2 bylo vypočteno:

Diskontovaná doba návratnosti varianty tepelné čerpadlo země/voda je v horizontu 9 – 10 let.

Výhodnější je varianta 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda, protože je kratší než varianta 2 – tepelné čerpadlo země/voda. Obě varianty jsou v intervalu předpokládané životnosti investice.

5.4 Čistá současná hodnota

Tato metoda je vhodná jako kritérium pro hodnocení investičních záměrů. Umožňuje jejich srovnání mezi sebou.

Vliv daní není uvažován.

$$\check{C}SH = \sum_1^N P_a \frac{P_n}{(1+i)^n} - K \quad 3.3.$$

N – doba životnosti,

P_a – příjem v roce,

i – úrokový koeficient $p/100$,

K – kapitálový výdaj.

Výsledky pro jednotlivé roky a varianty jsou v tabulce č. 7 a č. 8.

tabulka č. 10 ČSH varianty t. č. vzduch/voda

rok	K	P _n	(1+i) ⁿ	P/(1+i) ⁿ	ČSH
0	240958			0	240958
1		31784	1,0103	31459,96	31459,96
2		31784	1,020706	31139,23	62599,19
3		31784	1,031219	30821,76	93420,95
4		31784	1,041841	30507,54	123928,5
5		31784	1,052572	30196,51	154125
6		31784	1,063413	29888,66	184013,7
7		31784	1,074367	29583,94	213597,6
8		31784	1,085433	29282,34	242879,9
9		31784	1,096612	28983,8	271863,7
10		31784	1,107908	28688,31	300552,1
11		31784	1,119319	28395,84	328947,9
12		31784	1,130848	28106,34	357054,2
13		31784	1,142496	27819,8	384874
14		31784	1,154263	27536,17	412410,2
15		31784	1,166152	27255,44	439665,7

zdroj: autor

Dle vztahu 3.4 bylo vypočteno:

$$\underline{\underline{\text{ČSH}_1 = 439.665,7 - 240.958 = 198.707,7 \text{ Kč.}}}$$

ČSH₁ je vyšší než 0, tzn. variantu lze přijmout.

Suma peněžních příjmů za dobu životnosti projektu zajistí požadovanou míru výnosu.

tabulka č. 11 Diskontovaná doba návratnosti t. č. země/voda

rok	K	Pn	(1+i) ⁿ	K	ČSH
0	368748			0	368748
1		40702	1,0103	40287	40287,04345
2		40702	1,02070609	39876,3	80163,36084
3		40702	1,031219363	39469,8	119633,1395
4		40702	1,041840922	39067,4	158700,5241
5		40702	1,052571884	38669,1	197369,617
6		40702	1,063413374	38274,9	235644,4789
7		40702	1,074366532	37884,6	273529,1289
8		40702	1,085432507	37498,4	311027,5452
9		40702	1,096612462	37116,1	348143,6654
10		40702	1,10790757	36737,7	384881,3871
11		40702	1,119319018	36363,2	421244,5681
12		40702	1,130848004	35992,5	457237,0267
13		40702	1,142495739	35625,5	492862,5425
14		40702	1,154263445	35262,3	528124,8565
15		40702	1,166152358	34902,8	563027,6715

zdroj: autor

Dle vztahu 3.4 bylo vypočteno:

$$\underline{\text{ČSH}}_2 = 563.027,7 - 368.748 = 194.279,7 \text{ Kč.}$$

ČSH₂ je vyšší než 0, tzn. variantu lze přijmout.

Suma peněžních příjmů za dobu životnosti projektu zajistí požadovanou míru výnosu.

$$\underline{\text{ČSH}}_1 > \underline{\text{ČSH}}_2.$$

Výhodnější je varianta č.1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda, protože Čistá současná hodnota je vyšší než u varianty č.2 – tepelné čerpadlo země/voda. Obě varianty jsou v intervalu předpokládané životnosti investice.

5.5 Vnitřní výnosové procento

Varianta 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda

Úroková míra základní – viz výpočet výše, činí 1,03%.

Porovnání součtu diskontovaných příjmů s kapitálovým výdajem viz tabulka č. 10.

**tabulka č. 12 Porovnání součtu diskontovaných příjmů s kapitálovým výdajem
varianta 1 tepelné čerpadlo vzduch/voda**

rok	K	Pn	$(1+i)^n$; $i=1,03\%$	$P/(1+i)^n$	$(1+i)^n$; $i=10,055\%$	$P/(1+i)^n$
0	240958			0	0	
1		31784	1,0103	31459,96	1,10055	28880,1054
2		31784	1,02070609	31139,23	1,211210303	26241,5205
3		31784	1,031219363	30821,76	1,332997498	23844,0057
4		31784	1,041840922	30507,54	1,467030397	21665,5361
5		31784	1,052571884	30196,51	1,614540303	19686,0988
6		31784	1,063413374	29888,66	1,776882331	17887,5097
7		31784	1,074366532	29583,94	1,955547849	16253,2459
8		31784	1,085432507	29282,34	2,152178185	14768,2939
9		31784	1,096612462	28983,8	2,368579702	13419,0122
10		31784	1,10790757	28688,31	2,606740391	12193,0055
11		31784	1,119319018	28395,84	2,868848137	11079,011
12		31784	1,130848004	28106,34	3,157310817	10066,7948
13		31784	1,142495739	27819,8	3,47477842	9147,05807
14		31784	1,154263445	27536,17	3,82416739	8311,35166
15		31784	1,166152358	27255,44	4,208687421	7551,99824

zdroj: autor

Nižší úroková míra varianty tepelného čerpadla vzduch/voda činí 1,03% a vyšší úroková míra varianty tepelného čerpadla vzduch/voda činí 10,06%.

$$i_{n1} = 0,0103$$

$$i_{v1} = 0,1006$$

Varianta 2 – tepelné čerpadlo země/voda

Úroková míra základní – viz výpočet výše, činí 1,03%.

Porovnání součtu diskontovaných příjmů s kapitálovým výdajem viz tabulka č. 11.

**tabulka č. 13 Porovnání součtu diskontovaných příjmů s kapitálovým výdajem
varianta 2 tepelné čerpadlo země/voda**

rok	K	Pn	$(1+i)^n$; $i=1,03\%$	$P/(1+i)^n$	$(1+i)^n$; $i=10\%$	$P/(1+i)^n$
0	368748			0		
1		40702	1,0103	40287,04	1,1	37001,82
2		40702	1,02070609	39876,32	1,21	33638,02
3		40702	1,031219363	39469,78	1,331	30580,02
4		40702	1,041840922	39067,38	1,4641	27800,01
5		40702	1,052571884	38669,09	1,61051	25272,74
6		40702	1,063413374	38274,86	1,771561	22975,22
7		40702	1,074366532	37884,65	1,9487171	20886,56
8		40702	1,085432507	37498,42	2,14358881	18987,78
9		40702	1,096612462	37116,12	2,357947691	17261,62
10		40702	1,10790757	36737,72	2,59374246	15692,38
11		40702	1,119319018	36363,18	2,853116706	14265,8
12		40702	1,130848004	35992,46	3,138428377	12968,91
13		40702	1,142495739	35625,52	3,452271214	11789,92
14		40702	1,154263445	35262,31	3,797498336	10718,11
15		40702	1,166152358	34902,81	4,177248169	9743,735

zdroj: autor

Nižší úroková míra varianty tepelného čerpadla země/voda činí 1,03% a vyšší úroková míra varianty tepelného čerpadla země/voda činí 10%.

$$\underline{i_{n1} = 0,0103}$$

$$\underline{i_{v1} = 0,1}$$

Dle vztahu 3.5 bylo vypočteno:

$$\underline{VV_1 = 10\%}$$

$$\underline{VV_2 = 7\%}$$

Obě investiční varianty jsou přijatelné, vhodnější je varianta č. 1, tepelné čerpadlo vzduch/voda.

5.6 Budoucí hodnota

5.6.1 Vstupní údaje pro výpočet budoucí hodnoty

Varianta 1 – tepelné čerpadlo vzduch voda.

Současná hodnota kapitálu: 240.958 Kč

Úroková sazba 1,03%

Doba splatnosti 5.400 dní

Úrokové období 360 dní

Varianta 2 – tepelné čerpadlo země/voda

Současná hodnota kapitálu	368.748 Kč
Úroková sazba	1,03%
Doba splatnosti ve dnech	5400 dní
Úrokové období	360 dní

5.6.2 Výpočet

Dle vztahu 3. 6. bylo vypočteno:

Budoucí hodnota kapitálu varianty č. 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda činí 278186 Kč.

Investice provedená v současnosti do realizace záměny zdroje tepla za tepelné čerpadlo typu vzduch/voda bude mít za 15 let hodnotu 278186 Kč.⁴⁷

Budoucí hodnota kapitálu varianty č. 2 – tepelné čerpadlo země/voda činí 425720 Kč.

Investice provedená v současnosti do realizace záměny zdroje tepla za tepelné čerpadlo typu země/voda bude mít za 15 let hodnotu 425720 Kč.⁴⁸

5.7 Reálná doba návratnosti

Oproti ukazateli prosté doby návratnosti, který je v běžné praxi stále používán pro svoji jednoduchost, zohledňuje ukazatel diskontované doby návratnosti časovou hodnotu peněz. Ukazuje, za jak dlouho dojde k úhradě celkových investičních nákladů čistými příjmy projektu, při respektování časové hodnoty peněz⁴⁹. Diskontovaná doba návratnosti reprezentuje časový úsek, pro který je čistá současná hodnota projektu nulová.

Čím je diskontovaná doba návratnosti kratší, tím spíše lze projekt doporučit k realizaci.

⁴⁷ CHADIM, Tomáš. TZB - info: Finanční kalkulator pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. *TZB - info*: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic> [online]. 2005 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

⁴⁸ CHADIM, Tomáš. TZB - info: Finanční kalkulator pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. *TZB - info*: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic> [online]. 2005 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

⁴⁹ Příručka OZE, *Hospodářská komora České republiky* [online], [cit. 2015-03-07].

5.7.1 Vstupní údaje pro výpočet reálné doby návratnosti

Varianta 1 – tepelné čerpadlo vzduch voda.

Současná hodnota kapitálu: 240958 Kč

Úroková sazba 1,03%

Varianta 2 – tepelné čerpadlo země/voda

Současná hodnota kapitálu 368748 Kč

Úroková sazba 1,03%

5.7.2 Výpočet

Dle vztahu 3. 8. bylo vypočteno:

Reálná doba návratnosti varianty č. 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda činí 8 let⁵⁰

Reálná doba návratnosti varianty č. 2 – tepelné čerpadlo země/voda činí 9 let.⁵¹

5.8 Státní dluhopis

Spořicí státní dluhopisy jsou určeny pro drobné investory, jejichž cílem je dlouhodobé a bezpečné spoření, prostřednictvím konzervativních investičních nástrojů.

Tyto dluhopisy patří mezi nejbezpečnější, konzervativní způsoby spoření, neboť představují nástroj s garantovaným výnosem dluhopisu a garancí splacení dlužné částky.

Ministerstvo financí vydává několik typů spořicích státních dluhopisů. Každý investor si tak může vybrat investiční variantu, která nejlépe vyhovuje jeho investičnímu záměru.

Do spořicích státních dluhopisů je možné investovat libovolnou částku. Podmínkou je si pořídit alespoň 1 000 kusů spořicích státních dluhopisů v celkové jmenovité hodnotě 1 000 Kč.

⁵⁰ CHADIM, Tomáš. TZB - info: Finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. *TZB - info*: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic> [online]. 2005 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

⁵¹ CHADIM, Tomáš. TZB - info: Finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic. *TZB - info*: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic> [online]. 2005 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>

Na rozdíl od některých běžně nabízených spořicíh produktů není výše výnosu dluhopisu odvozena od celkové hodnoty pořízených spořicíh státních dluhopisů. Například vlastník 5 000 kusů spořicíh státních dluhopisů obdrží stejné procento úroku, jako vlastník, který drží 500 000 kusů spořicíh státních dluhopisů.

Pro pořízení a následné služby ke spořicíh státním dluhopisům lze využít rozsáhlou síť distribučních míst. Prostřednictvím zabezpečeného přístupu lze z pohodlí domova podávat požadavky na úpis, reinvestici jmenovité hodnoty či předčasné splacení spořicíh státních dluhopisů.

Investované finanční prostředky je možné získat zpět formou předčasného splacení, a to bez jakékoli finanční penalizace.

Pořízení spořicíh státních dluhopisů není zatíženo žádným poplatkem, je třeba uhradit pouze cenu pořizovaných dluhopisů.

Stejně tak není zpoplatněna většina dalších služeb jako například zřízení a vedení majetkového účtu, na kterém budou evidovány dluhopisy, elektronický přístup ke správě majetkového účtu či předčasné splacení dluhopisů. Zpoplatněny jsou pouze nadstandardní služby.⁵²

Protože Ministerstvo financí ČR nenabízí dluhopis s dobou splatnosti odpovídající době životnosti investice, bude pro účely této práce použit proti-inflační státní dluhopis s dobou splatnosti 7 let.

Tento produkt umožní srovnání variant přibližně v polovině životnosti investičního záměru, takže již bude možno posoudit výhodnost jednotlivých variant také s ohledem na skutečnost, že z předchozích výpočtů vyplývá prostá ekonomická návratnost varianty 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda 7,6 let, varianty 2 – tepelné čerpadlo země/voda cca 9 let.

Diskontovaná doba návratnosti těchto variant činí 8, resp. 12 let.

5.8.1 Úrokové sazby

Spořicí státní dluhopisy nabízejí investici s garantovaným výnosem. Výnos se vypočítává za stanovené výnosové období a je určen pevnou úrokovou sazbou, případně rozdílem mezi jmenovitou hodnotou spořicího státního dluhopisu a jeho nižším emisním kurzem.

⁵² MINISTERSTVO FINANCÍ ČR. *Spořicí dluhopisy: O dluhopisech* [online]. 2013, 2015 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.sporicidluhopisy.cz/cs/o-dluhopisech>

Proti-inflační spořicí státní dluhopis je zaknihovaný cenný papír se splatností 7 až 8 let (dle příslušných emisních podmínek), jehož jmenovitá hodnota je 1 Kč.

Výnos dluhopisu založený na procentní změně indexu spotřebitelských cen není pravidelně vyplácen, nýbrž bude dvakrát ročně ke stanovenému datu automaticky reinvestován formou připsání dalších proti-inflačních spořicí státních dluhopisů na majetkový účet. Počet kusů spořicí státních dluhopisů se tedy každoročně zvyšuje.

Reinvestované výnosy dluhopisu budou vyplaceny ke dni splatnosti dluhopisu.

tabulka č. 14 Výnosy proti-inflačního spořicího státního dluhopisu vydávaného dne 12. 6. 2014

Období	7 Proti-inflační
12. 6. 2014 – 12. 12. 2014	0,41247% p. s.

zdroj: <http://www.sporicidluhopisycr.cz/cs/o-dluhopisech/urokove-sazby/jarni-emise-12-6-2014-631> ze dne 7. 3. 2015

5.8.2 Agregátní statistika spořicí státních dluhopisů k 1. 7. 2014

Ministerstvo financí uveřejňuje konečnou a podrobnou agregátní statistiku ke dni 1. 7. 2014 pro všechny doposud vydané spořicí státní dluhopisy. Naleznete zde například strukturu typů spořicí státních dluhopisů dle počtu držitelů a kusů v oběhu, členění domácích fyzických osob dle věku či pohlaví držitelů, srovnání jednotlivých sérií emisí dle typu dluhopisu a jiné.

obr. č. 9 Souhrnná statistika

Název SSD	SSD-diskontovaný	SSD-prémiový	SSD-kuponový	SSD-reinvestiční	SSD-proti-inflační	SSD-variabilní	SSD souhrn
Počet SSD v oběhu (ks)	3 131 797 586	29 875 083 240	7 023 623 344	36 053 585 447	4 537 397 261	32 566 811	80 654 053 689
Získané peněžní prostředky (v Kč)	3 053 502 646	29 875 083 240	7 023 623 344	36 053 585 447	4 537 397 261	32 566 811	80 575 758 749
Počet držitelů SSD v oběhu	4 585	39 013	6 484	54 707	5 391	127	94 111
Median počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	205 128	200 850	200 000	204 726	204 639	100 000	206 040
Průměrný počet SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	683 053	765 773	1 083 224	659 031	841 662	256 432	857 010
Modus počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	102 564	100 000	100 000	102 363	102 320	100 000	100 000
25% kvantil počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	102 564	100 000	100 000	100 425	100 699	10 000	100 425
75% kvantil počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	512 820	500 000	500 000	502 125	511 596	300 000	511 596

zdroj: <http://www.sporicidluhopisycr.cz/cs/o-dluhopisech/grafy-a-statistiky/souhrnne-statistiky/agregatni-statistika-sporicich-statnich-662> ze dne 7. 3. 2015

Z tabulky je patrné, že o tento dlouhodobý produkt je oproti ostatním státním dluhopisům nejmenší zájem.

obr. č. 10 Domáci fyzické osoby

Název SSD	SSD-diskontovaný	SSD-prémiový	SSD-kuponový	SSD-reinvestiční	SSD-proti-inflační	SSD-variabilní	SSD souhrn
Počet SSD v oběhu (ks)	2 630 477 408	27 366 271 830	5 979 796 279	33 699 935 436	4 255 509 887	30 566 811	73 962 557 651
Počet držitelů SSD v oběhu	4 507	38 705	6 404	54 412	5 332	125	93 429
Median počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	205 128	200 850	200 000	204 726	204 639	100 000	206 040
Průměrný počet SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	583 643	707 047	933 760	619 347	798 108	244 534	791 645
Modus počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	102 564	100 000	100 000	102 363	102 320	100 000	100 000
25% kvantil počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	102 564	100 000	100 000	100 425	100 699	10 000	100 425
75% kvantil počtu SSD v oběhu drženíh jedním držitelem (ks)	512 800	500 000	500 000	502 125	511 596	300 000	508 407

zdroj: <http://www.sporicidluhopisycr.cz/cs/o-dluhopisech/grafy-a-statistiky/souhrnne-statistiky/agregatni-statistika-sporicich-statnich-662> ze dne 7. 3. 2015

Jedná se o základní popisné statistiky SSD v oběhu dle jednotlivých typů dluhopisů.

Dle vztahu 3. 6. bylo vypočteno:

Budoucí hodnota spořicíh státních dluhopisů dle varianty č. 1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda činí 256 138 Kč.

Budoucí hodnota spořicíh státních dluhopisů dle varianty č. 2 – tepelné čerpadlo vzduch/voda činí 391 979 Kč.

5.9 Vícekriteriální analýza variant

5.9.1 Vstupní údaje

Cílem této analýzy je dosažení výběru jedné optimální varianty investičního záměru. Jedná se o to, zda volné finanční prostředky investovat do alternativní energetické koncepce vytápění rodinného domu a takto získané úspory ekonomicky zhodnotit, nebo pořídit nějaký finanční produkt a jeho výnosy porovnat s úsporami z realizace alternativní koncepce vytápění domu.

Subjektem neboli rozhodovatelem je fyzická osoba, jednatel, majitel rodinného domu, který bude volit variantu.

Kritéria hodnocení jsou zvolena tak, aby sloužila k výstižnému posouzení jednotlivých variant a jsou seřazena podle preferencí rozhodovatele.

Kritéria jsou označena K_j , kde $j = 1, 2, \dots, n$ a n je počet kritérií.

K_1 – dosažení maximální úspory, nebo výnosu.

K_2 – nízká míra rizika.

K_3 – vysoká budoucí hodnota

K_4 – vysoké vnitřní výnosové %

Varianta rozhodování představuje možný způsob jednání rozhodovatele, který má vést ke splnění stanovených cílů. Varianty se označují V_i , kde $i = 1, 2, \dots, m$ a m je počet variant.

Na výběr jsou čtyři možnosti:

- V_1 instalace tepelného čerpadla vzduch/voda,
- V_2 instalace tepelného čerpadla země/voda,

- V_3 pořízení státního dluhopisu ve výši investice instalace tepelného čerpadla vzduch/voda,
- V_4 pořízení státního dluhopisu ve výši investice instalace tepelného čerpadla země/voda.

5.9.2 Výpočet výše rizika investice

Dle vzorce 3.14 byla zhotovena tabulka č. 13.

tabulka č. 15 Výpočet rizika varianty tepelné čerpadlo vzduch/voda

Scénář vzduch/voda	ΔC_i	P_i	Riziko R_i v tis. Kč
1	$241 * 0,01 = 2,41$	0,1	$2,41 * 0,1 = 0,241$
2	$241 * 0,05 = 12,05$	0,05	$12,05 * 0,05 = 0,6025$
3	241	$1 * 10^{-7}$	$241 * 10^{-7} = 0,241 * 10^{-4}$
4	$241 * 0,2 = 48,2$	0,1	$48,2 * 0,1 = 4,82$
5	$241 * 0,25 = 60,25$	0,05	$60,25 * 0,05 = 3,0125$
6	$241 * 0,05 = 12,05$	0,02	$12,05 * 0,02 = 0,241$
7	$2,41 + 12,05 + 48,2 + 12,05 = 74,71$	$0,1 * 0,05 * 0,1 * 0,02 = 0,00001$	$74,71 * 0,00001 = 0,0007471$
Riziko			8,9179881 \approx 8,92

zdroj: autor

Celkové riziko varianty tepelné čerpadlo vzduch/voda činí 8 920 Kč.

Dle vzorce 3.13 byla zhotovena tabulka č. 16.

tabulka č. 16 Výpočet rizika varianty tepelné čerpadlo země/voda

Scénář země/voda	ΔC_i	P_i	Riziko R_i v tis. Kč
1	$369 \cdot 0,01 = 3,69$	0,1	$3,69 \cdot 0,1 = 0,369$
2	$369 \cdot 0,05 = 18,45$	0,05	$18,45 \cdot 0,05 = 0,9225$
3	369	$1 \cdot 10^{-7}$	$369 \cdot 10^{-7} = 0,369 \cdot 10^{-4}$
4	$369 \cdot 0,2 = 73,8$	0,1	$73,8 \cdot 0,1 = 7,38$
5	$369 \cdot 0,25 = 92,25$	0,05	$92,25 \cdot 0,05 = 4,6125$
6	$369 \cdot 0,05 = 18,45$	0,02	$18,45 \cdot 0,02 = 0,369$
7	$3,69 + 18,45 + 73,8 + 18,45 = 114,39$	$0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot 0,02 = 0,00001$	$114,39 \cdot 0,00001 = 0,0011439$
Riziko			13,6541808 \approx 13,65

zdroj: autor

Celkové riziko varianty tepelné čerpadlo země/voda činí 13 650 Kč.

5.9.3 Stanovení vah

Pro stanovení velikosti váhy jednotlivých kritérií bude použita metoda pořadí.

Kritéria jsou seřazena podle preferencí, přičemž každému kritériu je přiřazeno b_j bodů podle vztahu $b_j = n + 1 - j$

kde n je počet kritérií a $j = 1, 2, \dots, n$.

Dle vztahu 3.9. bylo vypočteno:

$$\underline{v_1 = 0,4}$$

$$\underline{v_2 = 0,3}$$

$$\underline{v_3 = 0,2}$$

$$\underline{v_4 = 0,1}$$

5.9.4 Kriteriaální matice a hodnocení variant

- 1 instalace tepelného čerpadla vzduch/voda
- 2 instalace tepelného čerpadla země/voda
- 3 zhodnocený státní dluhopis ve výši investice instalace tepelného čerpadla vzduch/voda

4 zhodnocený státní dluhopis ve výši investice instalace tepelného čerpadla země/voda

Ú úspora, nebo výnos za 1rok – maximalizovat

R riziko - minimalizovat

FV budoucí hodnota – maximalizovat

VV% vnitřní výnosové % - maximalizovat

tabulka č. 17 Shrnutí hodnocení

Kritéria	Ú	R	FV	VV%
typ krit.	max.	min.	max.	max.
1	31 784	8 920	278 186	10
2	40 702	13 650	425 720	7
3	1 476	0	256 138	0,41247
4	2 259	0	391 979	0,41247

zdroj: autor

Kriteriální matice R

$$R = \begin{bmatrix} 31784 & 8920 & 278186 & 10 \\ 40702 & 13650 & 425720 & 7 \\ 1476 & 0 & 256138 & 0,41247 \\ 2259 & 0 & 391979 & 0,41247 \end{bmatrix}$$

Upravená kriteriální matice R_U – převod min. kritéria na max.

$$R_U = \begin{bmatrix} 31874 & 4730 & 278186 & 10 \\ 40702 & 0 & 425720 & 7 \\ 1476 & 13650 & 256138 & 0,41247 \\ 2259 & 13650 & 391979 & 0,41247 \end{bmatrix}$$

WSA – metoda váženého součtu

Použité váhy – viz výpočet výše.

$$v_1 = 0,4$$

$$v_2 = 0,3$$

$$v_3 = 0,2$$

$$v_4 = 0,1$$

Dle vztahu 3.12. bylo vypočteno:

$$V1 = 69\,807 \text{ bodů}$$

$$V2 = 101\,425 \text{ bodů}$$

$$V3 = 55\,913 \text{ bodů}$$

$$V4 = 83\,394 \text{ bodů}$$

tabulka č. 18 Výsledky metody WSA

Varianta	WSA	Pořadí
V1	69 807	3.
V2	101 425	1.
V3	70 403	4.
V4	105 568	2.

zdroj: autor

Nejvýhodnější variantou dle metody WSA je varianta V2 instalace tepelného čerpadla typu země/voda.

Následuje varianta V4 nákup státních dluhopisů ve výši instalace tepelného čerpadla typu země/voda., pak varianta V1 – instalace tepelného čerpadla typu vzduch voda a nejméně výhodnou variantou je V3 - pořízení státního dluhopisu ve výši investice instalace tepelného čerpadla vzduch/voda.

6 Závěr

Diplomová práce byla zpracována z důvodu propojení předmětů studia, pracovního zařazení a poptávky investorů po realizaci ekologických, alternativních a obnovitelných zdrojů tepla pro vytápění rodinných domů. Výstupy z této práce mohou dále posloužit jako podklad a návod pro rozhodování investorů, projektantů a developerů. Ve firemní praxi realizačních firem pak jako argument pro podporu návrhu řešení zdroje tepla pro stavební objekt.

Stanovení tepelných ztrát jednotlivých místností a vymezení tepelně technických vlastností objektu byl vypočítán dle ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov. Pro objektivní porovnání byl definován výchozí stav stavebního objektu. Dále provedena identifikace jednotlivých místností, použitých materiálů a jejich fyzikálních vlastností. Celková tepelná ztráta objektu činí 13,6 kW. Z výsledku je patrné, že se jedná o běžný rodinný dům, který byl dokončen koncem minulého století. Velikost této tepelné ztráty již neodpovídá současným technologickým možnostem a rozhodně stojí za zvážení celkové zateplení objektu, které by snížilo náklady na vytápění.

Z možných variant zdrojů tepla pro vytápění objektu byly vybrány dva vhodné typy zdrojů tepla. Pro definovaný objekt je vhodné tepelné čerpadlo typu vzduch/voda a tepelné čerpadlo typu země/voda. Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda získává nízkopotenciální teplo ze vzduchu, které je pomocí chladiva a práce kompresoru převedeno na vysokou teplotu vhodnou pro teplovodní systém vytápění. Jedná se o poměrně jednoduše instalovatelný stroj s nenáročnou obsluhou a minimální údržbou a bývá většinou umístěn vně objektu. Druhá varianta je tepelné čerpadlo typu země/voda. Zde je nízkopotenciální teplo odebíráno buď z plošného zemního kolektoru, nebo zemního vrtu. Pomocí plastové trubky, ve které je nemrznoucí směs, je teplo přivedeno do výměníku a dále předáno chladivu jako u tepelného čerpadla typu vzduch/voda. Stroj je ve většině případů umístěn uvnitř budovy.

Fotovoltaické panely, solární energie a energie větru byly zmíněny pouze okrajově. Pokrýt tepelnou ztrátu objektu pouze těmito technologiemi, nebo jejich kombinacemi je investičně velmi náročné a výstup z vícekritériální analýzy by nebylo možno dále objektivně využívat v praxi. Protože tato řešení jsou výjimečná a vyžadují další technologické úpravy stavebního objektu, investice by se navýšila a znevýhodnila by v závěrečném posouzení variantu obnovitelných zdrojů tepla. Na základě těchto podkladů

byly vybrány varianty tepelného čerpadla typu vzduch/voda a typu země /voda. Dále byly vyhotoveny položkové rozpočty na dodávku a montáž stavebních prací a dodávek materiálů. Pořizovací náklady varianty instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda jsou nižší, přestože samotný stroj je dražší než varianta instalace tepelného čerpadla typu země/voda. Důvodem je zejména nutnost zhotovení vrtu, nebo zemního kolektoru, což celkovou cenu instalace navyšuje.

Z těchto důvodů se posuzovaly pouze úspory za vytápění z varianty instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda a typu země/voda s výnosy z varianty nákupu státních dluhopisů. Jedná se o rozšířené typy zdroje tepla zejména u novostaveb rodinných domů, ale i pro rekonstrukce objektů. Trh s těmito výrobky je přesycen. Existuje velké množství zastoupení domácích i zahraničních výrobců po celé ČR. Tato situace stlačuje prodejní ceny dolů a je tedy možné pořídit kvalitní tepelné čerpadlo včetně instalace za přijatelnou cenu a s dobrým servisním zázemím.

Pro ekonomické zhodnocení variant investic bylo použito několik ekonomických ukazatelů. Dle ukazatele prosté ekonomické návratnosti je výhodnější varianta instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda, jejíž prostá ekonomická návratnost činí 7,6 let. Prostá ekonomická návratnost varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda je 9,1 let. Důvodem jsou vyšší pořizovací náklady varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda. Diskontovaná doba návratnosti u varianty instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda je v rozmezí 7-8 let, což je výhodnější, než u varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda, kde diskontovaná doba návratnosti je v rozmezí 9-10 let. Důvodem tohoto rozdílu jsou rovněž vyšší pořizovací náklady varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda. Z pohledu ukazatele čisté současné hodnoty lze obě varianty přijmout. Varianta instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda je výhodnější, ale rozdíl mezi variantami již není veliký a obě varianty jsou téměř shodné. Vnitřní výnosové procento varianty instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda je 10%. Tato hodnota je vyšší než u varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda, kde je tato hodnota 7%. Důvodem tohoto rozdílu jsou také vyšší pořizovací náklady varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda. Vyšší budoucí hodnotu má varianta instalace tepelného čerpadla typu země/voda, protože vyšší pořizovací náklady jsou základem pro výpočet úroku. Reálná doba návratnosti ukazuje, za jak dlouho dojde k úhradě celkových investičních nákladů čistými příjmy projektu při respektování časové hodnoty peněz. U varianty

instalace tepelného čerpadla typu vzduch/voda je tato doba 8 let a u varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda je tato doba 9 let. Rozdíl způsobily vyšší pořizovací náklady varianty instalace tepelného čerpadla typu země/voda.

Pro řešení rozhodovacího procesu a vyhodnocení optimální varianty s ohledem na několik možných, byla vybrána metoda vícekriteriální analýza variant. Cílem rozhodování bylo vybrat variantu, která je podle daných kritérií ohodnocena nejlépe. Dle stanovených kritérií a vypočtených vah byla sestavena matice, která byla podkladem metody WSA – metoda váženého součtu. Nejvýhodnější variantou dle metody WSA je varianta V2 instalace tepelného čerpadla typu země/voda. Déle pak varianta V4 nákup státních dluhopisů ve výši instalace tepelného čerpadla typu země/voda. Následuje varianta V1 – instalace tepelného čerpadla typu vzduch voda a nejméně výhodnou variantou je V3 - pořízení státního dluhopisu ve výši investice instalace tepelného čerpadla vzduch/voda. Tyto výsledky nejvíce ovlivňují zvolená kritéria pro výpočet dle metody váženého součtu. Je pravděpodobné, že jiný investor bude mít jiný vztah k riziku, či bude preferovat jiné pořadí variant (váhy) a proto lze očekávat i jiné výsledky.

Výsledkem práce je konstatování, že za stejných podmínek vztahu k riziku, preferencí kritérií rozhodovatele, realizačních nákladů a úrokové sazby státních dluhopisů, lze doporučit výměnu současného zdroje vytápění – teplovodního elektrokotle za tepelné čerpadlo typu země/voda.

Stát prostřednictvím Ministerstva životního prostředí podporuje tyto aktivity různými programy. Jedná se o např. program Zelená úsporám, Nová zelená úsporám a prostřednictvím regionů a krajů Kotlíková dotace, která přímo a ve zjednodušené formě podporuje výměnu zastaralých kotlů na spalování fosilních paliv za účinnější automatické kotle s vyšší účinností a nižšími hodnotami spalin. Tato podpora investorů ještě více zvýhodní nejlepší variantu.

Alternativní zdroje vytápění jsou správným krokem. Sledují technický pokrok a zároveň zvyšují ochranu přírody pro budoucí generace.

7 Seznam použitých zdrojů

Zdroje

- [1] Brožová, H.; Houška, M.; Šubrt, T. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vyd. (3. dotisk) Praha: CZU v Praze, 2010. 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [2] KNÁPKOVÁ, Adriana, Drahomíra PAVELKOVÁ a Karel ŠTEKER. *Finanční analýza: Komplexní průvodce s příklady*. 2., rozšířené vydání. Praha: Grada, 2012. ISBN 9788024744568.
- [3] SMOLA, J. Ing. arch. *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů*. Praha: Grada Publishing, 2011. 352s. ISBN 978-80-247-2995-4.
- [4] TYWONIAK, J. *Nízkoenergetické domy. Principy a příklady*. Praha: Grada Publishing, 2005. 193s. ISBN 80-247-1101-X (váz.)
- [5] ŠUBRT, R. Ing. a kolektiv. *Tepelné mosty pro nízkoenergetické a pasivní domy*. Praha: Grada Publishing, 2011. 222s. ISBN 978-80-247-4059-1
- [6] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*, Praha: Grada Publishing, a.s., 2009, ISBN 978-80-247-2720-2
- [7] BROŽOVÁ, Helena, Tomáš ŠUBRT a Miroslav MIKULECKÝ. *Kvantitativní podpora rozhodování: Vícekriteriální analýza variant. Kvantitativní podpora rozhodování: Vícekriteriální analýza variant* [online]. 2015 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://pef.czu.cz/~BROZOVA/CASESTUDY/VAV3.html>
- [8] JFOTR, J., Dědina, J., Hružová, H. *Manažerské rozhodování*. Praha : EKOPRESS, 2003. 250 s. ISBN 80-86119-69-6.
- [9] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*, Praha: Grada Publishing, a.s., 2010, ISBN 978-80-247-3250-3
- [10] *Energetické a ekologické systémy budov 1. Zdravotní technika. Vytápění* 2008 ISBN: 978-80-01-03327-2
- [11] KORYTÁROVÁ, J., FRIDRICH, J. a PUCHÝŘ B. *Ekonomika investic, opora VUT FAST*. Vysoké učení technické v Brně. 2006, 227 s. ISBN 80-214-2089-8.
- [12] ŠOBA, Oldřich, Martin ŠIRŮČEK a Roman PTÁČEK. *Finanční matematika v praxi*. 1.vydání. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4636-4.
- [13] RADOVÁ, Jarmila, Petr DVOŘÁK a Jiří MÁLEK. *Finanční matematika pro každého*. 5. vydání. Praha: Grada, 2005. Osobní a rodinné finance. ISBN 80-247-1230-X.

- [14] FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. 2005. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 8024709392.
- [15] RŮČKOVÁ, Petra a Michaela ROUBÍČKOVÁ. *Finanční management*. 1. vydání. Praha: Grada, 2012. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4047-8.
- [16] Vyhláška č.78/2013Sb. O energetické náročnosti budov
- [17] TNI 730331 Energetická náročnost budov
- [18] 31/2010/EU. Směrnice o energetické náročnosti budov. 2010
- [19] KABELE, Karel. Energetické a ekologické systémy budov 1. Zdravotní technika.
- [20] MOTLÍK, Jan a kol. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich využití v České republice. Dostupné online: http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_cr.pdf [cit. 30. 9. 2014].
- [21] Mastertherm: Princip tepelných čerpadel. *Mastertherm: Princip tepelných čerpadel* [online]. 2012. vyd. Chýně, 2012 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.mastertherm.cz/princip-tepelneho-cerpadla>
- [22] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení*. ČSN EN ISO 13790 (730317), 2008, 56 s.
- [23] MAREK, Jiří. Risk-management: ANALÝZA RIZIKA A JEHO CITLIVOSTI V INVESTIČNÍM. MAREK, Jiří. *Risk-management* [online]. 2015 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.risk-management.cz/clanky/Analyza-rizika-a-jeho-citlivosti-v-investicnim-procesu.pdf>
- [24] KLICNAROVÁ, Jana. Vícekriteriální hodnocení variant - metody. KATEDRA APLIKOVANÉ MATEMATIKY A INFORMATIKY. *Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta: Katedra aplikované matematiky a informatiky* [online]. 2010 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: http://home.ef.jcu.cz/~janaklic/oa_zsf/VHV_II.pdf
- [25] *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. Hobby: Hobby, 6647. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [26] KORYTÁROVÁ, Jana, HROMÁDKA, Vít, Veřejné investice I, VUT FAST Brno, 2007, 226 str.
- [27] Zákon o hospodaření energií č. 318/2012 Sb.

- [28] Enviweb: Výměna topení je dobrou investicí. KILINGER, Jiří. STAVITEL. *EnviWeb: Článek* [online]. Praha: Stavitel, 2013 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz>
- [29] ČSN 730540-2 (730540). *Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky*. 1.10.2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [30] ČSN EN 14511-4. *Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru - Část 4: Provozní požadavky, značení a instrukce: 143010*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [31] TNI 73 0329 (730329). *Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy: 73 - NAVRHOVÁNÍ A PROVÁDĚNÍ STAVEB*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2010.
- [32] TZB-info: Potřeba tepla pro vytápění. TZB-INFO. *TZB-info* [online]. 2001, 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [33] ŠKORPÍK, Jiří. Využití energie větru, *Transformační technologie*, 2006-10, [last updated 2014-05]. Brno: Jiří Škorpík, [online] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/vyuziti-energie-vetru.html>.
- [34] MAREŠ, Luděk. TZB-info: Teplota a její měření. *Www.tzb-info.cz: http://www.tzb-info.cz/3115-teplota-a-jeji-mereni* [online]. 2006, 6.3.2006 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3115-teplota-a-jeji-mereni>.
- [35] Internorm: Dveře. INTERNORM. *Internorm: Dveře* [online]. 2012, 2015 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.internorm.com/cz/produkty/studio/dverestudio.html>
- [36] CHADIM, Tomáš. TZB - info: Finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. *TZB - info: http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic* [online]. 2005 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonom>
- [37] MINISTERSTVO FINANCÍ ČR. *Sporicí dluhopisy: O dluhopisech* [online]. 2013, 2015 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.sporicidluhopisycr.cz/cs/o-dluhopisech-efektivnosti-investic>

8 Seznam tabulek, grafů a obrázků

Seznam tabulek

- Tab. č. 1 - Kategorie domů dle potřeby tepla na vytápění
- Tab. č. 2 - Tepelné vlastnosti materiálů 1
- Tab. č. 3 - Tepelné vlastnosti materiálů 2
- Tab. č. 4 - Výsledky výpočtů
- Tab. č. 5 - Závěrečná tabulka
- Tab. č. 6 - Tepelná ztráta prostupem
- Tab. č. 7 - Přehled zdrojů tepla, investičních, ročních nákladů a úspory
- Tab. č. 8 - Diskontovaná doba návratnosti t. č. vzduch/voda
- Tab. č. 9 - Diskontovaná doba návratnosti t. č. země/voda
- Tab. č. 10 - ČSH varianty t. č. vzduch/voda
- Tab. č. 11 - Diskontovaná doba návratnosti t. č. země/voda
- Tab. č. 12 - Porovnání součtu diskontovaných příjmů s kapitálovým výdajem varianta 1
tepelné čerpadlo vzduch/voda
- Tab. č. 13 - Porovnání součtu diskontovaných příjmů s kapitálovým výdajem varianta 2
tepelné čerpadlo země/voda
- Tab. č. 14 - Výnosy proti-inflačního spořicího státního dluhopisu vydávaného dne 12. 6.
2014
- Tab. č. 15 - Výpočet rizika varianty tepelné čerpadlo vzduch/voda
- Tab. č. 16 - Výpočet rizika varianty tepelné čerpadlo země/voda
- Tab. č. 17 - Shrnutí hodnocení
- Tab. č. 18 - Výsledky metody WSA

Seznam grafů

- Graf č. 1 - Vývoj spotřeby rostlinných pelet ve velké energetice
- Graf č. 2 - Podíly na celkové ztrátě objektu

Seznam obrázků

- Obr. č. 1 - Princip tepelného čerpadla
- Obr. č. 2 - Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda

Obr. č. 3 - Schéma plošného kolektoru a strojovny tepelného čerpadla

Obr. č. 4 - Schéma tepelného čerpadla voda – voda

Obr. č. 5 - FVE – ostrovní systém

Obr. č. 6 - Náklady na vytápění t. č. vzduch/voda

Obr. č. 7 - Náklady na vytápění t. č. země/voda

Obr. č. 8 - Náklady na vytápění teplovodním elektrokotlem

9 Přílohy

Příloha č. 1 - Položkový rozpočet tepelné čerpadlo vzduch/voda

Příloha č. 2 - Položkový rozpočet tepelné čerpadlo země/voda

Příloha č. 3 - Položkový rozpočet teplovodní elektrokotel

Příloha č. 4 - Půdorys 1.NP

Příloha č. 5 - Půdorys 2. NP

Příloha č. 1 Položkový rozpočet tepelné čerpadlo vzduch/voda

Č.	Objekt	Kód	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
14		734235184R00	Kohout kubový šroubení, GIACOMINI R259D DN20 x DN25	kus	2	403,01	873,38	132,84	806,02	0,0005	0,0010
15		734215131R00	Ventil odvzdušňovací automat, GIACOMINI R99 DN 8	kus	2	174,00	308,28	39,72	348,00	0,0001	0,0001
16		734221672RT3	Hlavice ovládání ventilů termostat, RD 80 R	kus	2	330,49	814,88	48,12	860,98	0,0003	0,0005
17		734261213RM1	Šroubení V 4300 přímé, G 1/2	kus	2	278,80	504,70	52,90	557,60	0,0002	0,0003
18		734264712R00	Šroubení svěrné Herz na PEX, PE-RT 16x2 mm - EK	kus	4	98,20	301,52	83,28	384,80	0,0000	0,0000
19		734291113R00	Kohouty přídi a vypouštěcí G 1/2	kus	2	120,50	188,48	52,54	241,00	0,0005	0,0009
20		734215133R00	Ventil odvzdušňovací automat, GIACOMINI R99 DN 15	kus	2	170,50	301,28	39,72	341,00	0,0001	0,0002
21		734253116R00	Ventil pojistný IVAR, PV 1234 DN 20 FF x 3,0 bar	kus	1	485,01	399,01	68,00	465,01	0,0002	0,0002
22		734261215R00	Šroubení V 4300 přímé, G 1	kus	7	139,45	743,61	232,54	976,15	0,0005	0,0034
23		734235133R00	Kohout kubový s vypouštěním, GIACOMINI R250DS DN 25	kus	8	475,49	3 222,24	581,88	3 803,92	0,0008	0,0048
24		734235132R00	Kohout kubový s vypouštěním, GIACOMINI R250DS DN 20	kus	4	352,51	1 144,78	285,28	1 410,04	0,0004	0,0018
25		734295122R00	Směšovací armatury s pohonem, DN 25	kus	1	1 744,00	1 435,81	308,19	1 744,00	0,0028	0,0028
		90	Hodinové účtovací sazby (HZS)				0,00	1 838,00	1 838,00		0,0000
26	900	RD1	HZS - stavební práce	h	4	238,50	0,00	948,00	948,00	0,0000	0,0000
27	900	RT1	Hzs - nezmeřitelné práce čl. 17-1a	h	4	223,00	0,00	892,00	892,00	0,0000	0,0000
			Ostatní materiál				143 830,20	0,00	143 830,20		0,1646
28		551278007	Havice ochranná černá R985N 25x20 Giacom	m	20	14,13	282,60	0,00	282,60	0,0001	0,0014
29		28800784.A	Páska dilatační K369 Giacomini 150x8 mm	m	80	24,72	1 977,60	0,00	1 977,60	0,0000	0,0032
30		42810721	Čerpadlo tepelné vzduch voda BA 17Z.2012 7,2kW	kus	1	135 900,00	135 900,00	0,00	135 900,00	0,1380	0,1380
31		484720180	Kapalina nemrzoucí	kus	3	1 890,00	5 670,00	0,00	5 670,00	0,0080	0,0240

Celkové náklady: 240 958,36 Kč

Příloha č. 2 Položkový rozpočet tepelné čerpadlo země/voda

VERLAG
DASHÖFER

Stavební rozpočet

Název stavby: RD Žandov	Doba výstavby:	Objednatel:
Druh stavby: Tepelné čerpadlo země voda	Začátek výstavby: 20.5.2013	Projektant:
Lokalita: Žandov Ústí nad Labem	Konec výstavby:	Zhotovitel: KESPO GAS spol. s r. o.
JKSO:	Datum zpracování: 13.5.2013	Zpracoval: Štulc Petr

Č.	Objekt	Kód	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
		721	Vnitřní kanalizace				81,48	152,80	234,28		0,0004
1		721176102R00	Potrubí HT přípojovací DN 40 x 1,8 mm	m	1	183,99	81,48	102,51	183,99	0,0004	0,0004
2		721194104R00	Vývedení odpadních výpusťek D 40 x 1,8	kus	1	50,29	0,00	50,29	50,29	0,0000	0,0000
		722	Vnitřní vodovod				1 493,10	1 078,20	2 571,30		0,0012
3		722181233RT9	Izolace návléková MIRELON PET tl. stěny 13 mm	m	30	85,71	1 493,10	1 078,20	2 571,30	0,0000	0,0012
		725	Zařizovací předměty				261,19	78,81	340,00		0,0002
4		725860188R00	Sifon pračkový HL440, DN 40/50	kus	1	340,00	261,19	78,81	340,00	0,0002	0,0002
		732	Strojovny				54 745,19	4 282,79	59 027,98		0,4421
5		732219115R00	Montáž tepelného čerpadla	soubor	1	9 135,00	7 117,76	2 017,24	9 135,00	0,1222	0,1222
6		732339105R00	Montáž nádoby expanzní tlakové 80 l	soubor	1	357,99	122,14	235,85	357,99	0,0047	0,0047
7		732331516R00	Nádoby expanzní tlak.s memb. Expansomat I, 80 l	soubor	1	2 864,99	2 629,14	235,85	2 864,99	0,0194	0,0194
8		732421312R00	Čerpadlo oběhové Grundfos UPS 25-40	soubor	2	4 345,00	8 337,60	352,40	8 690,00	0,0067	0,0134
9		732342416R00	Nádoby válcové tlak.stoj., 600/150 l NADO	soubor	1	37 980,00	36 538,55	1 441,45	37 980,00	0,2823	0,2823
		733	Rozvod potrubí				13 578,78	7 799,30	21 378,08		0,2454
10		733161107R00	Potrubí měděné Supersan 22 x 1 mm, polotvrdé	m	10	385,00	2 383,50	1 466,50	3 850,00	0,0066	0,0662
11		733161108R00	Potrubí měděné Supersan 28 x 1,5 mm, tvrdé	m	20	585,00	8 670,00	3 030,00	11 700,00	0,0062	0,1242
12		733161106R00	Potrubí měděné Supersan 18 x 1 mm, polotvrdé	m	8	340,01	1 576,00	1 144,08	2 720,08	0,0065	0,0519
13		733184103RT1	Montáž předizolovaného potrubí DN 32 mm	m	8	388,50	949,28	2 158,72	3 108,00	0,0004	0,0031
		734	Armatury				9 837,60	1 900,56	11 738,16		0,0156

Č.	Objekt	Kód	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
14		734235164R00	Kohout kulový šroubení GIACOMINI R2590 DN20 x DN25	kus	2	403,01	673,38	132,64	806,02	0,0005	0,0010
15		734215131R00	Ventil odvzdušňovací automat GIACOMINI R99 DN 8	kus	2	174,00	308,28	39,72	348,00	0,0001	0,0001
16		734221672RT3	Hlavice ovládání ventilů termostat. RD 80 R	kus	2	330,49	614,86	46,12	660,98	0,0003	0,0005
17		734261213RM1	Šroubení V 4300 přímé, G 1/2	kus	2	278,80	504,70	52,90	557,60	0,0002	0,0003
18		734264712R00	Šroubení svěrné Herz na PEX, PE-RT 16x2 mm - EK	kus	4	96,20	301,52	83,28	384,80	0,0000	0,0000
19		734291113R00	Kohouty plnicí a vypouštěcí G 1/2	kus	2	120,50	188,46	52,54	241,00	0,0005	0,0009
20		734215133R00	Ventil odvzdušňovací automat GIACOMINI R99 DN 15	kus	2	170,50	301,28	39,72	341,00	0,0001	0,0002
21		734253116R00	Ventil pojistný IVAR.PV 1234 DN 20 FF x 3,0 bar	kus	1	464,65	398,70	65,95	464,65	0,0002	0,0002
22		734261215R00	Šroubení V 4300 přímé, G 1	kus	7	139,45	743,61	232,54	976,15	0,0005	0,0034
23		734235133R00	Kohout kulový s vypouštěním GIACOMINI R250DS DN 25	kus	8	475,49	3 222,24	581,68	3 803,92	0,0006	0,0046
24		734235132R00	Kohout kulový s vypouštěním GIACOMINI R250DS DN 20	kus	4	352,51	1 144,76	265,28	1 410,04	0,0004	0,0016
25		734295122R00	Směšovací armatury s pohonem, DN 25	kus	1	1 744,00	1 435,81	308,19	1 744,00	0,0028	0,0028
		90	Hodinové zúčtovací sazby (HZS)				0,00	1 838,00	1 838,00		0,0000
26		900 R01	HZS - stavební práce	h	4	236,50	0,00	946,00	946,00	0,0000	0,0000
27		900 RT1	Hzs - nezmetitelné práce čl.17-1a	h	4	223,00	0,00	892,00	892,00	0,0000	0,0000
		97	Prorážení otvorů a ostatní bourací práce				50 218,56	90 901,44	141 120,00		0,0994
28		970041020R00	Vrtání studny bez pažení d 200 mm	m	144	980,00	50 218,56	90 901,44	141 120,00	0,0007	0,0994
		Ostatní materiál					130 500,20	0,00	130 500,20		0,1886
29		551278007	Hadice ochranná černá R98N 25x20 Giacom	m	20	14,13	282,60	0,00	282,60	0,0001	0,0014
30		28600764.A	Peska dilatační K369 Giacomini 150x8 mm	m	80	24,72	1 977,60	0,00	1 977,60	0,0000	0,0032
31		42610721	Čerpadlo tepelné vzduch voda BA 17Z 2012 7,2kW	kus	1	116 900,00	116 900,00	0,00	116 900,00	0,1360	0,1360
32		484720160	Kapalina nemrznoucí	kus	6	1 890,00	11 340,00	0,00	11 340,00	0,0080	0,0480

Celkové náklady: **368 748,00 Kč**

Příloha č. 3 Položkový rozpočet teplovodní elektrokotel

VERLAG
DASHÖFER

Stavební rozpočet

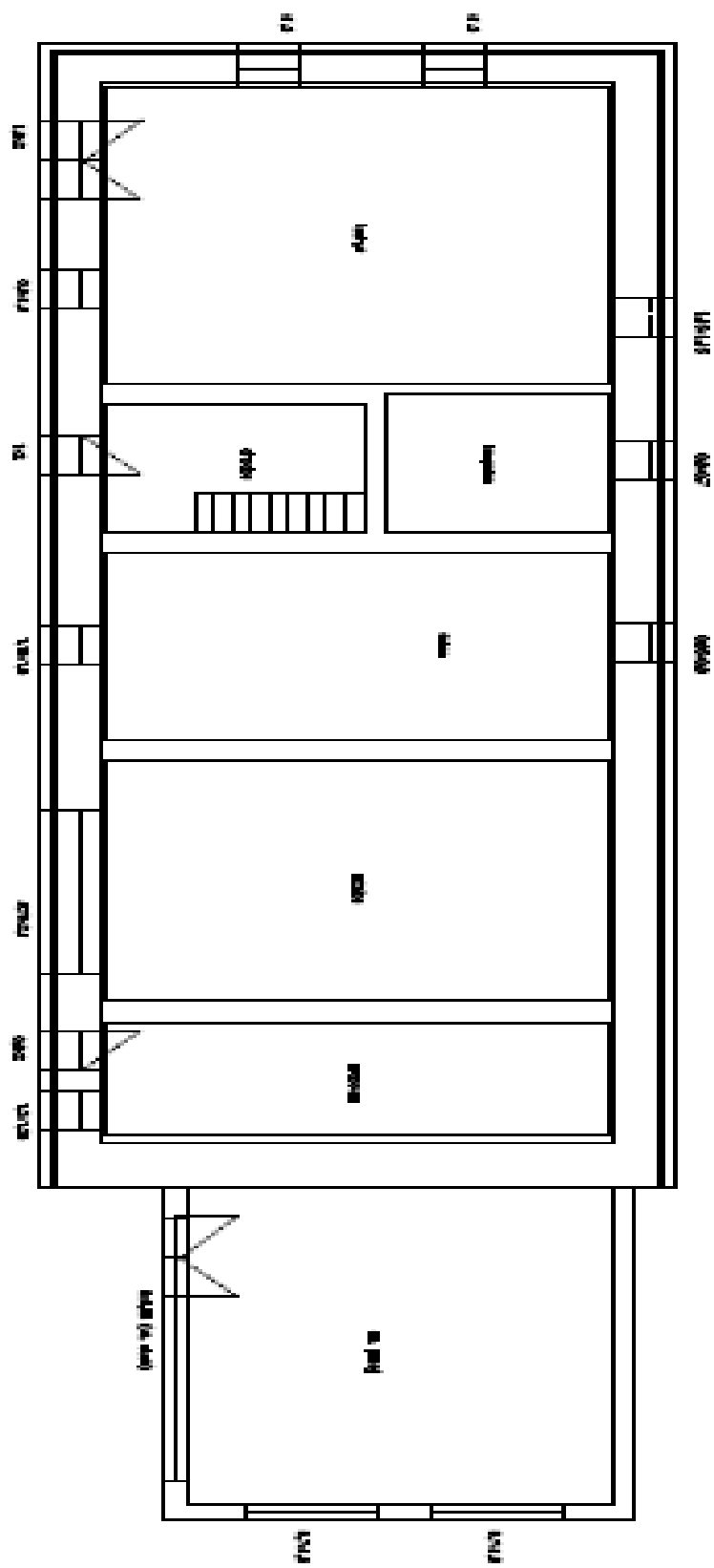
Název stavby: RD Žandov	Doba výstavby:	Objednatel:
Druh stavby: Elektrokotel	Začátek výstavby: 20.5.2013	Projektant:
Lokalita: Žandov Ústí nad Labem	Konec výstavby:	Zhotovitel: KESPO GAS spol. s r. o.
JKSO:	Datum zpracování: 13.5.2013	Zpracoval: Štulc Petr

Č.	Objekt	Kód	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
		721	Vnitřní kanalizace				81,48	152,80	234,28		0,0004
1		721176102R00	Potrubí HT přípojovací DN 40 x 1,8 mm	m	1	183,99	81,48	102,51	183,99	0,0004	0,0004
2		721194104R00	Vývedení odpadních výpustek D 40 x 1,8	kus	1	50,29	0,00	50,29	50,29	0,0000	0,0000
		722	Vnitřní vodovod				1 493,10	1 078,20	2 571,30		0,0012
3		722181233RT9	Izolace návleková MIRELON PET tl. stěny 13 mm	m	30	85,71	1 493,10	1 078,20	2 571,30	0,0000	0,0012
		725	Zařizovací předměty				261,19	78,81	340,00		0,0002
4		725860188R00	Sifon pračkový HL440, DN 40/50	kus	1	340,00	261,19	78,81	340,00	0,0002	0,0002
		731	Kotelny				1 092,87	1 742,13	2 835,00		0,0092
5		731249111R00	Montáž kotle do 12 kW	soubor	1	2 835,00	1 092,87	1 742,13	2 835,00	0,0092	0,0092
		733	Rozvod potrubí				3 959,50	2 610,58	6 570,08		0,1181
6		733161107R00	Potrubí měděné Supersan 22 x 1 mm, polotvrdé	m	10	385,00	2 383,50	1 466,50	3 850,00	0,0066	0,0662
7		733161106R00	Potrubí měděné Supersan 18 x 1 mm, polotvrdé	m	8	340,01	1 576,00	1 144,08	2 720,08	0,0065	0,0519
		734	Armatury				2 082,30	396,96	2 479,26		0,0034
8		734235164R00	Kohout kulový, šroubení, GIACOMINI R259D DN20 x DN25	kus	2	403,01	673,38	132,64	806,02	0,0005	0,0010
9		734215131R00	Ventil odvzdušňovací automat. GIACOMINI R99 DN 8	kus	2	174,00	308,28	39,72	348,00	0,0001	0,0001
10		734291113R00	Kohouty plnicí a vypouštěcí G 1/2	kus	2	120,50	188,46	52,54	241,00	0,0005	0,0009
11		734215133R00	Ventil odvzdušňovací automat. GIACOMINI R99 DN 15	kus	2	170,50	301,28	39,72	341,00	0,0001	0,0002
12		734253116R00	Ventil pojistný IVAR.PV 1234 DN 20 FF x 3,0 bar	kus	1	464,34	398,44	65,90	464,34	0,0002	0,0002
13		734261215R00	Šroubení V 4300 přímé, G 1	kus	2	139,45	212,46	66,44	278,90	0,0005	0,0010

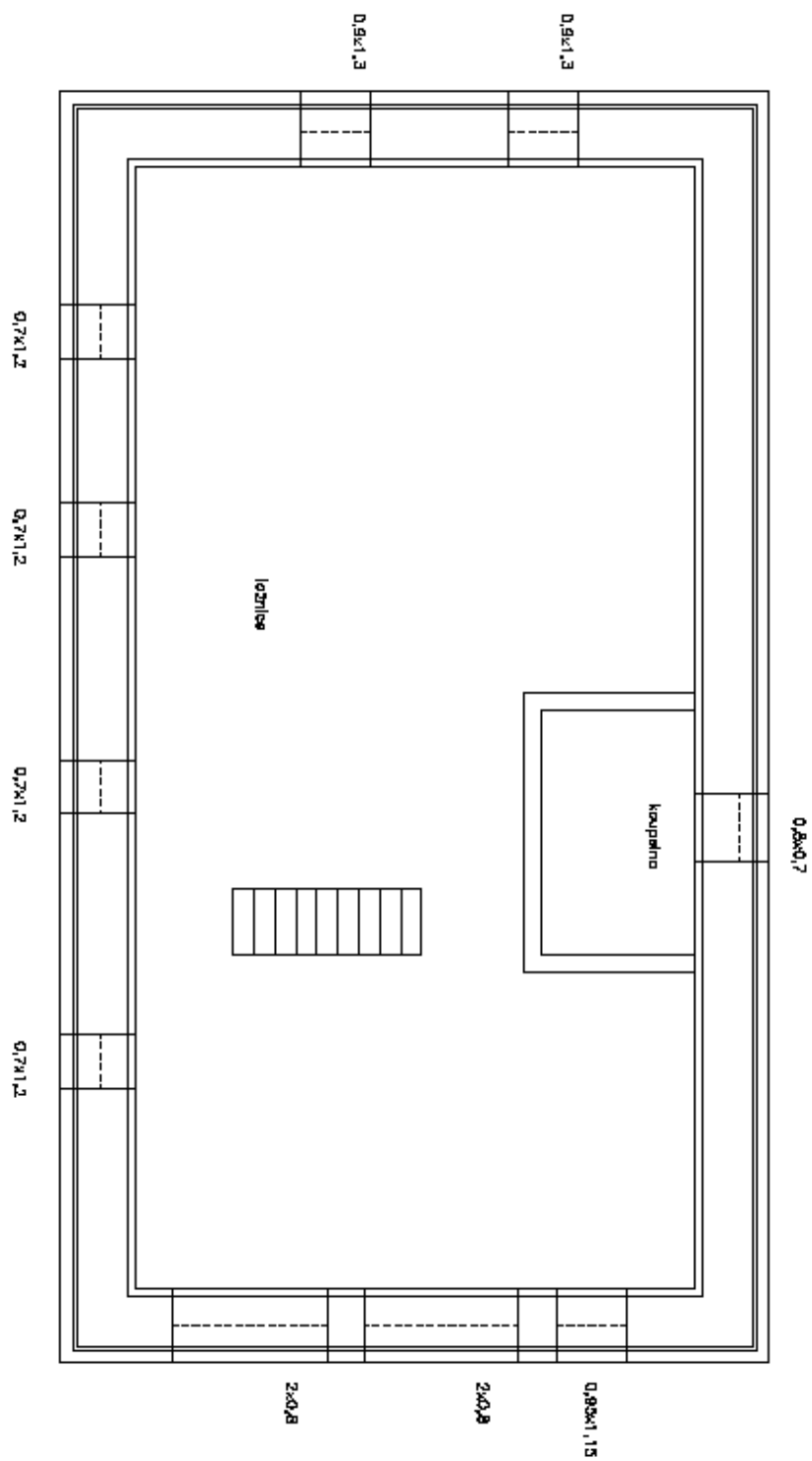
Č.	Objekt	Kód	Zkrácený popis	Mj	Množství	Jednot. cena (Kč)	Náklady (celkem v Kč)		Náklady celkem (Kč)	Hmotnost (t)	
							Dodávka	Montáž		Jednot.	Celková
		90	Hodinové zúčtovací sazby (HZS)				0,00	919,00	919,00		0,0000
14		900 R01	HZS - stavební práce	h	2	236,50	0,00	473,00	473,00	0,0000	0,0000
15		900 RT1	Hzs - nezmeřitelné práce čl.17-1a	h	2	223,00	0,00	446,00	446,00	0,0000	0,0000
			Ostatní materiál				14 446,08	0,00	14 446,08		0,0220
16		48417752.A	Elektrokotel DUKO, výkon 18 kW, el. ovl.+šerpadlo	kus	1	14 446,08	14 446,08	0,00	14 446,08	0,0220	0,0220

Celkové náklady: 30 395,00 Kč

Příloha č. 4 Půdorys 1. NP



Příloha č. 5 Půdorys 2. NP



Stavební práce "S" v tuzemsku podle zadavatelů
 podniky s 20 a více zaměstnanci
Construction work "S" in the CR by contractors
 enterprises with 20 or more employees

