



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

POROVNÁNÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A NÁVRH TEPELNÉHO ZDROJE

Matěj Halaš

Střední průmyslová škola stavební
Máchova 628, Valašské Meziříčí

OBSAH:

A. ÚVOD

B. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

C. OBSAH PROJEKTU

C.1. Technické parametry domu

C.2. Anketa

C.3. Posuzované stavební materiály

C.3.1. Broušené cihly Porotherm T profi

C.3.2. Monolitická stavba z technického konopí

C.3.3. Výpočet tepelných ztrát

C.3.4. Porovnání tepelných parametrů a výpočet úspory tepla
pro obvodové zdivo

C.4. Návrh tepelného zdroje

C.4.1. Tepelné čerpadlo se vzduchotechnickou jednotkou

C.4.2. Plynový kondenzační kotel se vzduchotechnickou jednotkou

C.5.3. Porovnání tepelných zdrojů, a jejich ekonomická návratnost

D. ZÁVĚR PROJEKTU

E. ZDROJE INFORMACÍ

A. Úvod

Vstoupil jsem do této soutěže z důvodů většího poznání ekologie a šetření energie. Z několika možností zabývající se OZE jsem se nakonec rozhodl pro téma porovnávání jednotlivých stavebních systémů, zjišťování možných alternativ úsporného vytápění a přitom neustále dodržet komfortní bydlení za přijatelné finance, protože mne to zajímá z důvodů úspor tepla a energetické náročnosti budov. Proto jsem si v této práci udělal porovnání jednotlivých stavebních konstrukcí ruku v ruce jdoucí se systémem vytápění. Toto téma mi je blízké, také z toho důvodu že moji rodiče mají stavební firmu zabývající se stavebními a instalačními pracemi.

B. Stručná charakteristika projektu

Systém současného hospodářství a nakládání s financemi nutí výrobce energií neustále zvyšovat ceny elektrické energie a plynu, tak se snažíme v rámci projektování co nejvíce ušetřit za vytápění, chlazení a teplou vodu dostupnými prostředky. Šetření a úspory jsou si velice blízké se stavebním provedením stavby, jako jsou použité materiály, tepelné odpory konstrukcí a použití vhodných zateplovacích prvků. Dále ve stavební části je nutno zvolit kvalitní okna a dveře s malým tepelným prostupem, minimální infiltrací a dlouhou životností, které společně vytvářejí pohodlí a komfort rodinného domu.

Dalším prvkem je volba vhodného vytápění. Varianty jsou různé. Například: podlahové vytápění teplovodní a elektrické, konvekční vytápění s otopnými tělesy, podlahovými konvektory nebo vzduchotechnickou jednotkou.

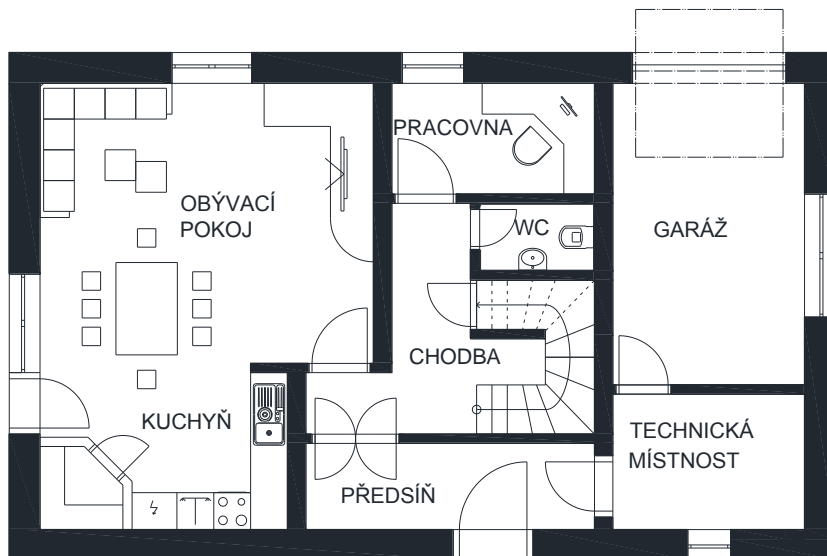
Nedílnou součástí je větrání objektu. V tomto projektu chci také zahrnout možnost nuceného provětrávání celého domu pomocí vzduchotechniky a vzduchotechnické rekuperační jednotky, která pracuje na principu zpětného získávání tepla.

C. Obsah projektu

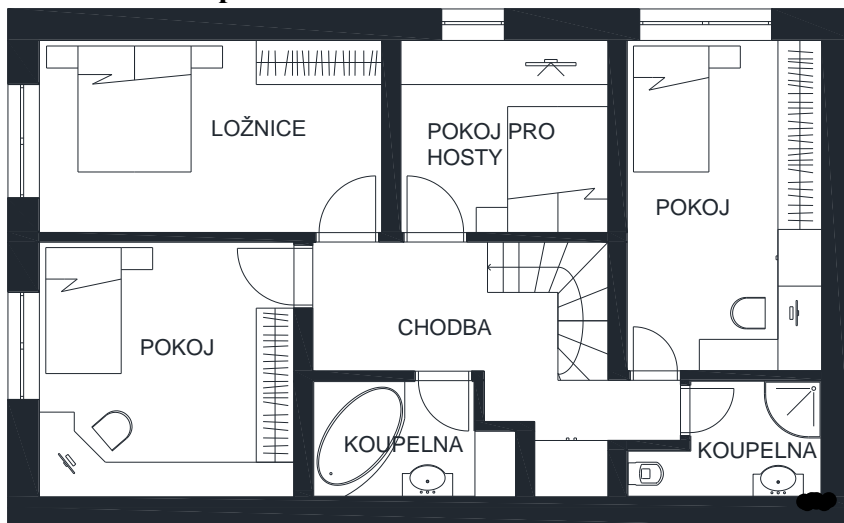
C.1. Technické parametry domu

Můj navrhovaný Rodinný dům (dále jen RD) je nepodsklepený s dvěma obytnými podlažími. Svou výstavbou splňuje technické parametry pro výstavbu nízkoenergetického RD.

Přízemí RD



První nadzemní podlaží RD



Technické parametry projektu RD

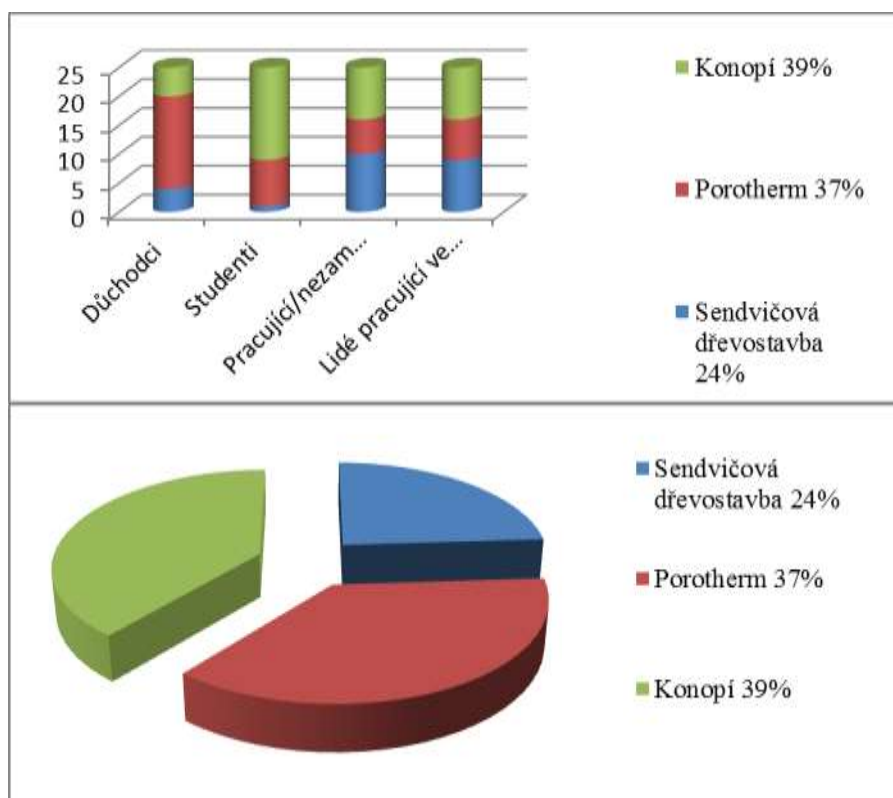
Celkový počet osob	..	4
Celková obytná plocha		93,29m ²
Celková zastavěná plocha		110,96m ²
Výška budovy		8,8m
Výška obvodového zdiva (bez střechy)		6,7m
Výška místností		2,5m
Podloží		Jíly a písky

C.2. Anketa

V rámci projektu jsem zahrnul také anketu. Ptal jsem se 100 respondentů, z toho 25 studentů různých škol, 25 důchodců, 25 pracujících nebo nepracujících a 25 lidí pracujících v libovolném stavebnickém odvětví. Každému respondentovi jsem naznačil charakteristiku materiálů, výhody a nevýhody.

Otázka zněla: **Kdyby finančně vyšly tyto systémy výstavby stejně, co byste si vybral/a?**

	Sendvičová dřevostavba	Porotherm	Konopí
Důchodci	4	16	5
Studenti	1	8	16
Pracující/nezaměstnaní	10	6	9
Lidé pracující ve stavitelství	9	7	9
Celkem	24%	37%	39%



Zaujalo mne, že starší generace inklinuje k tradičnější výstavbě z cihelných systémů. Kdežto mladá generace se zajímá o přírodní konopí. Ve výzkumu mě taky zaujaly otázky respondentů ohledně tepelných ztrát a tepelně izolačních vlastností těchto konstrukcí. Proto se budu v projektu dále zabývat posouzením konstrukce z konopné směsi a systému z cihel Porotherm.

C.3. Posuzované stavební materiály

C.3.1 Broušené cihly Porotherm T profi

Broušené cihly Porotherm mají několikaletou tradici v oblasti všestranného využití. Jedná se o konstrukci z expandovaného jílu. Jednotlivé cihly se zdí na tenkovrstvou maltu a tím vytvářejí téměř monolitickou stěnu. V tomto systému jsem zahrnul novinku, zateplení v obvodové konstrukci skelnou vatou.

Tloušťka zdi mm	Součinitel tepelného prostupu $\frac{W}{m^2 * K}$
425	0,17
300	0,50
140	1,25



Obvodová zeď Porotherm profi

C.3.2 Monolitická stavba z technického konopí

Konopná monolitická stavba je vyzužena dřevěnou konstrukcí, kolem kterého je instalováno bednění. Do bednění se vstřikuje a hutní konopný materiál. Jedním z nejznámějších konopných materiálů je hempcrete. Je to směs vápna a konopného pazdeří (případně písek a cement), používá se jako materiál pro stavbu a izolace. Práce s ním je jednodušší než z tradičních směsí betonu. Působí jako izolant a regulátor vlhkosti. Postrádá křehkost betonové směsi, proto nepotřebuje dilatační spáry.

Domy při jejichž stavbě je hempcrete použit jsou absolutně moderní a současně jsme schopni z tohoto materiálu vyrobit (při perfektním bednění) libovolný tvar takového domu. Ve Francii a v USA jich vyrostlo již několik tisíc.

Tloušťka zdi mm	Součinitel tepelného prostupu $\frac{W}{m^2 * K}$
500	0,11
300	0,29
200	0,36



Ukázková konopná zeď tl. 300

C.3.3. Výpočet tepelných ztrát

Výpočet je proveden dle normy ČSN EN 12831:2005

BROUŠENÉ CIHLY POROTHERM T Profi						
Teplota	Název místnosti	$H_{T,i}$	$H_{V,i}$	Φ_T	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
15°C	Vstupní chodba	161,9	46,31	208,21	72,38	280,59
15°C	Spížírna	26,26	10,71	36,97	19,8	56,77
20°C	Kuchyň	747,37	247,44	994,81	124,74	1119,55
20°C	Obývací pokoj s jídelnou	744,57	359,38	1103,95	265,76	1369,71
20°C	Pracovna	334,38	49,09	383,47	36,3	419,77
20°C	Sociální zařízení	76,36	0	76,36	22,55	98,91
15°C	Chodba	-115,55	0	-115,55	64,68	-50,87
15°C	Garáž	443,17	185,94	628,11	134,805	763,92
15°C	Technická místnost	317,28	65,84	383,12	47,74	430,86
15°C	Chodba	-140,89	0	-140,89	132,13	-8,76
20°C	Pokoj	417,74	243,99	661,73	180,43	842,16
20°C	Ložnice	289,71	247,26	536,97	182,85	719,82
20°C	Pokoj pro hosty	273,24	149,72	422,96	416,58	839,54
20°C	Pokoj	409,6	95,21	504,81	69,02	573,83
24°C	Koupelna	308,97	68,26	377,23	376,66	753,89
24°C	Koupelna	284,37	243,45	527,82	60,01	587,83
	Celkem	4578,48	2012,6	6591,08		<u>8797,52</u>

Stejným způsobem jsem vypočítal tepelné ztráty stavební konstrukce z konopí.
Pro úsporu místa udávám jen celkovou tepelnou ztrátu

MONOLITICKÁ KONOPNÁ SMĚS VÁPNA A CEMENTU					
	$H_{T,i}$	$H_{V,i}$	Φ_T	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
Celkem	3444,19	2012,6	5456,79	2206,435	<u>7663,23</u>

LEGENDA

$H_{T,i}$	Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem
$H_{V,i}$	Celková tepelná ztráta větráním
Φ_T	Celková tepelná ztráta větráním a prostupem
$\Phi_{RH,i}$	Zátopový součinitel
$\Phi_{HL,i}$	Návrhový tepelný výkon

C.3.4. Porovnání tepelných parametrů a výpočet úspory tepla pro obvodové zdivo

Zjednodušená forma výpočtu:

$$(\text{Tep. ztr. Porotherm / obvodová zeď}) - (\text{Tep. ztr. Konopí / obvodová zeď}) = \\ = (8797,52 / 287) - (7663,23 / 287) = \mathbf{3,94 \text{ W/m}^2}$$

Zlepšení součinitele prostupu tepla U o $0,06 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ představuje úsporu na teple $3,94 \text{ Wh/m}^2$ plochy obvodového zdiva.

Vyšla nám úspora tepla na m^2 . Z této úspory počítáme dál.

Vycházíme z předpokladu, že budou průměrné ceny energií stoupat o 4%

Tabulka: Vyjádření tepelných úspor

Rok	Cena energie při předpokládaném každoročním růstu ceny energií o 4% v Kč/kWh	Tepelné úspory vyjádřené v Kč/1m^2	Tepelné úspory vyjádřené v Kč/287m^2*
2013	4,83	19,08	1 386,21
2043	15,67	61,88	4 496,03
2013-2043		1 131,90	82 241,53

*Poznámka: plocha 287m^2 = plocha obvodového zdiva řešeného RD

Tabulka: Porovnání systémů obvodového zdiva

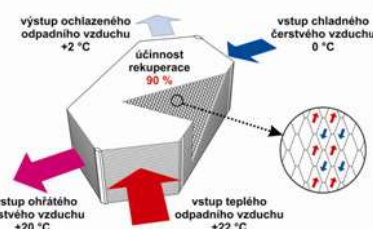
Porovnávané systémy	Porotherm T Profi	Konopná směs	Rozdíl porovnávaných systémů
Součinitel prostupu tepla	$U=0,17$	$U=0,11$	$U=0,06$
Předpokládaná úspora za 10 let bydlení	Tepelná úspora v Kč/287m^2 za 10let $\times U \times 287$ ($18\ 694 \times 0,06 \times 287$)		64 382 Kč
Předpokládaná úspora za 20 let bydlení	Tepelná úspora v Kč/287m^2 za 20let $\times U \times 287$ ($44\ 316 \times 0,06 \times 287$)		152 624 Kč
Předpokládaná úspora za 30 let bydlení	Tepelná úspora v Kč/287m^2 za 30let $\times U \times 287$ ($82\ 241 \times 0,06 \times 287$)		283 239 Kč
Cena za celkovou výstavbu obvodové zdi 287m^2	431 648 Kč	574 000 Kč	142 352 Kč
Celková úspora za 30 let při zohlednění rozdílu cen navrhovaného sortimentu	ÚSPORA		140 887 Kč

Z uvedené tabulky je zřejmé, že například za třicet let bude při odečtu investice do systému pro konopí úspora 140 887 Kč. Při dalším výpočtu jsem rovněž dospěl k závěru, že návratnost by byla cca **18 let**.

C.4. Návrh tepelného zdroje

Jelikož celkové tepelné ztráty jsou velmi nízké, rozhodl jsem se pro teplovzdušné vytápění, chlazení a větrání. Vzduchotechnika zajišťuje řízené větrání s rekuperací tepla. Čerstvý venkovní vzduch je po rekuperaci přiváděn do obytných místností. Z koupelen, WC a kuchyně je odváděn teplý, vlhkostí a pachy zatížený vzduch, který je po rekuperaci odveden ven z objektu. Díky systému cirkulace vnitřního vzduchu v objektu je možné zajistit dohřev po rekuperaci, rozvod tepelných vnitřních zisků po objektu, chlazení nebo teplovzdušné vytápění bez nutnosti další tepelné soustavy. Ohřev vzduchu se děje v deskovém výměníku v potrubí. Pro tento výměník navrhuji tepelné čerpadlo a plynový kotel.

Schéma protiproudového rekuperačního výměníku



Vzduchotechnická jednotka s rekuperací vzduchu

Rozvody v podlaze vzduchotechnickým potrubím obdélníkového průřezu se obvykle používá pro přívod vzduchu do místností v systémech řízeného větrání nebo teplovzdušného vytápění. Vychází z centrální rozdělovací komory teplovzdušné jednotky hvězdicově do všech obytných místností konkrétního podlaží. Výškově je navržen tak, aby jej bylo možné umístit do běžných tepelných a kročejových izolací skladeb podlah. **Není nutné** pro tyto trasy vytvářet **podhledy** a **neomezují** dispozici objektu. Na výběr jsou všechny potřebné komponenty včetně podlahových mřížek, jimiž vystupuje teplý vzduch do místnosti.

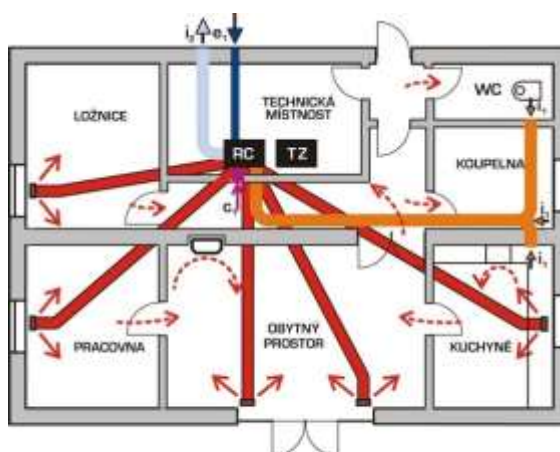
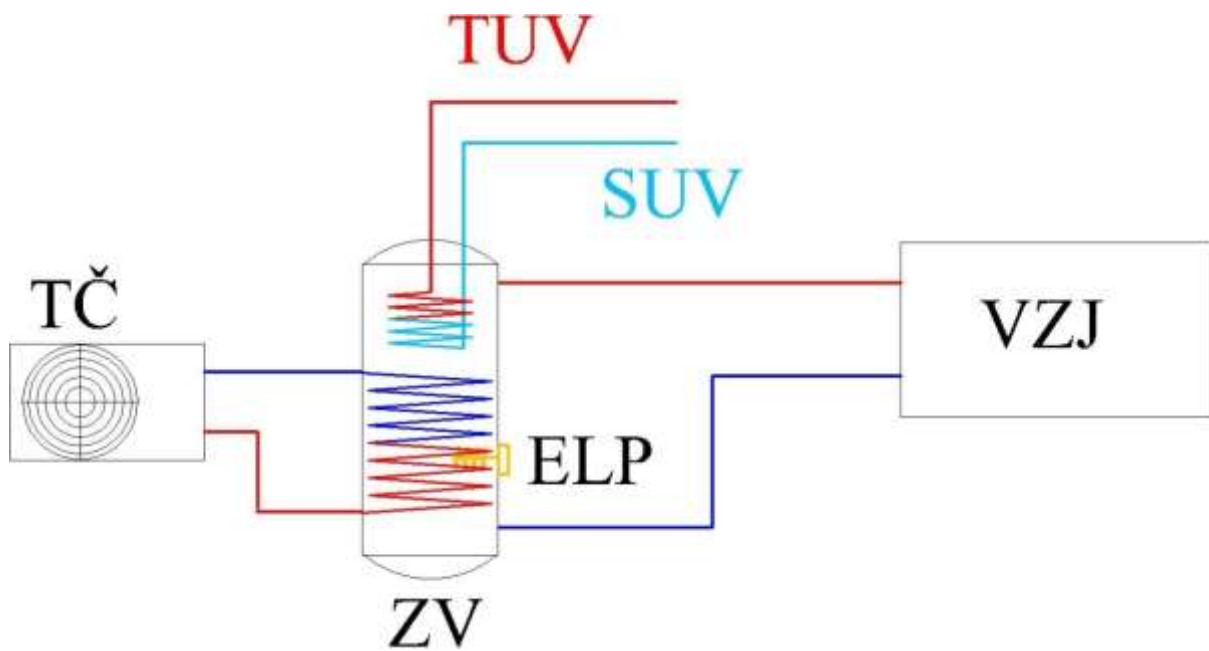


Schéma rozvodu vzduchotechniky v příkladovém RD

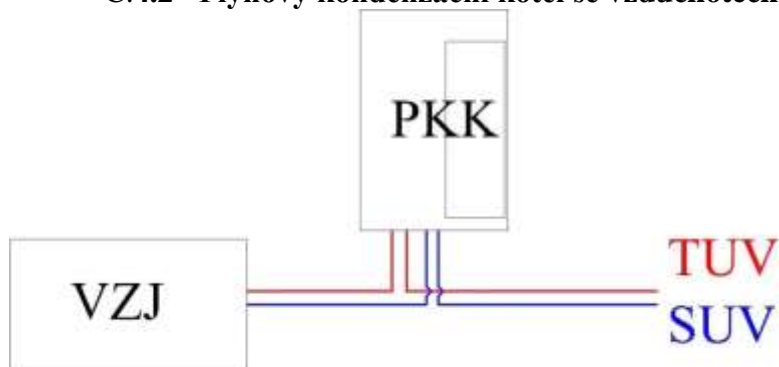


Zapojení potrubí v podlaze

C.4.1. Tepelné čerpadlo se vzduchotechnickou jednotkou



C.4.2 Plynový kondenzační kotel se vzduchotechnickou jednotkou



LEGENDA

VZJ	Vzduchotechnická jednotka
PKK	Plynový kondenzační kotel se zásobníkem teplé vody
TČ	Tepelné čerpadlo
ELP	Elektrická patrona
ZV	Zásobník vody 700l
TUV	Teplá voda
SUV	Studená voda

C.5.3. Porovnání tepelných zdrojů, a jejich ekonomická návratnost

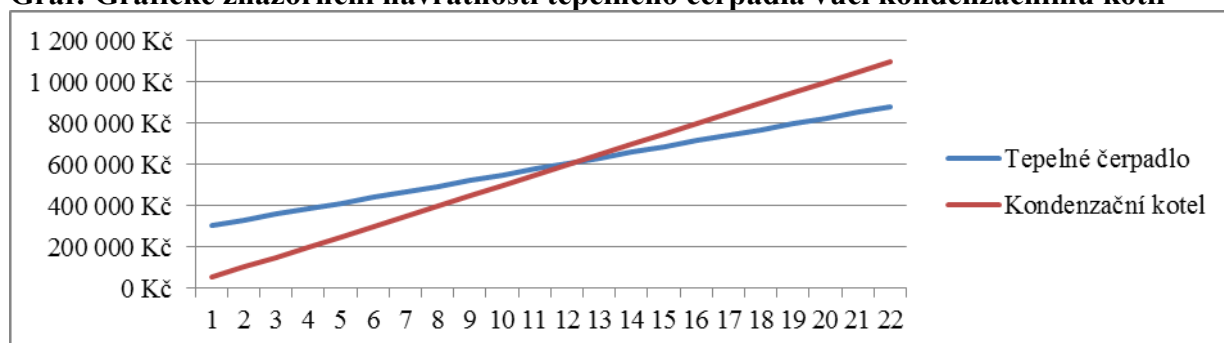
Tabulka: Výpočet investičních nákladů

Plynový kondenzační kotel	Náklady	Tepelné čerpadlo vzduch/voda se zásobníkem vody na 700l
37 000 Kč	Cena systému	250 000 Kč
15 000 Kč	Instalace materiálu včetně	52 500 Kč
1 200 Kč	Cena za revizi	1 800 Kč
53 200 Kč	Celkem	304 300 Kč

Tabulka: Výpočet provozních nákladů

Plynový kondenzační kotel	Rodinný dům s tepelnou ztrátou 7,6 kW	Tepelné čerpadlo vzduch/voda
20 700 Kč	Spotřeba na vytápění je 16 537 kWh/rok	10 294 Kč
6 570 Kč	Spotřeba na ohřev teplé vody je 4 300 kWh/rok	3 092 Kč
15 960 Kč	Spotřeba ostatní elektřiny v domě 3 700 kWh/rok	8 938 Kč
1 642 Kč	Paušální platba za elektřinu	5 082 Kč
4 915 Kč	Paušální platba za plyn	0 Kč
49 787 Kč	Celkem	27 406 Kč
Rozdíl v provozních nákladech je 22 381 Kč/rok		

Graf: Grafické znázornění návratnosti tepelného čerpadla vůči kondenzačnímu kotli



V tomto grafu má tepelné čerpadlo návratnost 12 let oproti kondenzačnímu kotli

E. Závěr projektu

Touto prací jsem chtěl poukázat na možnosti stavebních materiálů a jejich výhody a nevýhody. Vyšlo mi, že stavba z konopí bude mít oproti cihelnému systému Porotherm návratnost zhruba 18 let. Zaujalo mě, že takovým ekologickým materiálem, který slouží především k výrobě tkanin, tepelných izolací a oleje můžeme postavit plnohodnotný dům, který má výborně tepelně technické a fyzikální vlastnosti.

V tomto projektu jsem se také zabýval teplovzdušným vytápěním, poněvadž bez kvalitního řešení vytápění a větrání nemůže být provozován z hlediska hygieny objektu žádný nízkoenergetický ani pasivní dům. Z výpočtů jsem zjistil, že neoptimálnější je zapojení tepelného čerpadla jako zdroje tepelné energie z hlediska ekonomické návratnosti projektu.

Tato práce mě velice obohatila, získal jsem nové poznatky pro projektování nízkoenergetických staveb a moderního způsobu vytápění pomocí teplovzdušných jednotek.

E. Zdroje informací

<http://ebooks.narotama.ac>

<http://www.noego.cz/>

<http://hestia.energetika.cz/>

<http://thenauhaus.com/>

<http://tzb-info.cz>

<http://buderus.cz>

<http://viessmann.cz>

<http://atrea.cz>

<http://wienerberger.cz>