

INVESTOR: Mistral ENERGY, spol. s r.o.

NÁZEV STAVBY: Instalace krbového tělesa

MÍSTO STAVBY:

# ENERGETICKÁ STUDIE

VYPRACOVAL.: TOMÁŠ MATĚJEK

V BRNĚ, LISTOPAD 2011



**Mistral ENERGY, spol. s r.o.**

SÍDLO: VÍDEŇSKÁ 103, 619 00 BRNO

GSM: +420 777 102 207; +420 604 140 411

MAIL: [info@mistralenergy.cz](mailto:info@mistralenergy.cz)

IČ: 29298016

DIČ: CZ29298016

---

## 1. Účel energetické studie

Energetická studie je vypracována na žádost stavebníka. Účelem je podrobné posouzení a ekonomické vyhodnocení investice stavebníka. Energetická studie se týká především technických zařízení budovy, návrh optimálního zdroje tepla na vytápění a ohřev TV. Závěrem energetické studie jsou požadavky na stavební fyziku ochlazovaných konstrukcí, navržení zdroje tepla pro vytápění a ohřev teplé vody s ohledem na pořizovací náklady, návratnost a vliv na životní prostředí.

Účelem posouzení v žádném případě není Průkaz energetické náročnosti budovy, nebo energetický audit podle zákona 406/2000 Sb., o hospodaření energií. Posouzení (energetická studie) dále nepodléhá vyhlášce č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, nejedná se o součást projektové dokumentace dle §105 odst. 5, §110 odst. 5, §134 odst. 6 a §125 odst. 6 stavebního zákona a nepodléhá tedy ani Zákonu České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě č. 360/1992 Sb.

## 2. Podklady pro zpracování energetické studie

Pro zpracování energetické studie byly získány podklady od investora, popis stávajícího stavu včetně výpisu skladeb ochlazovaných konstrukcí bez fotodokumentace a dále projekt na úrovni studie vnitřní dispozice. Pro zpracování byly dále použity stávající normativní a legislativní požadavky popsané v části 4. Použité normy a předpisy.

## 3. Použité normy a předpisy včetně vybraných požadavků

Pro zpracování posouzení byla použita **platná legislativa**, tj. vyhlášky i normy, ke dni zpracování projektu a posouzení.

- [1] Stavební zákon 183/2006 Sb. a vyhláška č. 268/2009 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu ve znění ostatních předpisů
- [2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.
- [3] ČSN 73 0540-1, 2, 3, 4:2005, 2007 Tepelná ochrana budov včetně pozdějších změn a dodatků.
  - 1 Termíny definice. Veličiny pro navrhování a ověřování.
  - 2 Funkční požadavky.
  - 3 Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování.
  - 4 Výpočtové metody pro navrhování a ověřování.
- [4] Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [5] ČSN 73 4301:2004 ve znění Z1:2005 Obytné budovy.
- [6] ČSN EN 12 831, Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu.
- [7] ČSN EN ISO 13790, Tepelné chování budovy – výpočet potřeby energie na vytápění.

## Porovnání využití teplovodního a teplovzdušného krbu

[8] Technická normativní informace TNI 730329 a TNI 730330

[9] ČSN 73 0548, Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

[10] ČSN EN 15251, Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky

**Úspora energie a ochrana tepla**

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu ve své třetí části v § 16 stanovuje **obecné požadavky na úsporu energie a tepelnou ochranu budov**.

Dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci, příloha 1, je součástí projektové dokumentace přikládané k žádosti o stavební povolení v části B. Souhrnná technická zpráva, odstavec 7, Úspora energie a ochrana tepla:

- splnění požadavků na energetickou náročnost budov a splnění porovnávacích ukazatelů podle jednotné metody výpočtu energetické náročnosti budov,
- stanovení celkové energetické spotřeby stavby.

Dle **vyhlášky č. 148/2007 Sb.** o energetické náročnosti budov, jsou porovnávací ukazatele splněny, když budova, její stavební konstrukce a jejich styky jsou navrženy a provedeny tak, že:

- stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že na jejich vnitřním povrchu nedochází ke kondenzaci vodní páry a růstu plísní;
- stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla a činitel prostupu tepla;
- uvnitř stavebních konstrukcí nedochází ke kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti;

Z výše uvedeného vyplývá, že je třeba **respektovat funkční požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov** podle platné ČSN 73 0540-2:2007.

**Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_N$  pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20^\circ\text{C}$ . Barevně označeny jsou hodnoty požadované programem zelená úsporám.**

Popis konstrukce	Typ konstrukce	$U_N [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Střecha plochá a šikmá se sklonem do $45^\circ$ včetně Podlaha nad venkovním prostorem		<b>0,24</b>	<b>0,16</b>
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) Podlaha a stěna s vytápěním (vnější vrstvy od vytápění)		<b>0,30</b>	<b>0,20</b>
Stěna vnější Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace) Střecha strmá se sklonem nad $45^\circ$	lehká	<b>0,30</b>	<b>0,20</b>
	těžká	<b>0,38</b>	<b>0,25</b>
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou případů podle poznámky 2)		<b>0,45</b>	<b>0,30</b>

Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	<b>0,60</b>	<b>0,40</b>
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytápěného prostoru k venkovnímu prostředí	<b>0,75</b>	<b>0,50</b>
Podlaha a stěna částečně vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou případů podle poznámky 2)	<b>0,85</b>	<b>0,60</b>
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	<b>1,05</b>	<b>0,70</b>
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	<b>1,30</b>	<b>0,90</b>
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	<b>2,20</b>	<b>1,45</b>
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	<b>2,70</b>	<b>1,80</b>
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , ostatní rámy těchto výplň otvorů musí mít $U_f \leq 1,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ .	<b>1,70</b>	<b>1,20</b>
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	<b>3,50</b>	<b>2,30</b>
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , ostatní rámy těchto výplň otvorů musí mít $U_f \leq 1,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ .	<b>1,50</b>	<b>1,10</b>
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° z vytápěného prostoru do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	<b>2,60</b>	<b>1,70</b>

## 4. Popis stávajícího stavu objektu

### 4.1 Charakter objektu

Jedná se o rodinný dům z konce, nebo přelomu 20. století, který byl postaven zděnou technologií. Objekt není podsklepen, má 3 nadzemní podlaží. Investorův záměr je mimo komplexní revitalizaci i vestavba podkroví. Nosný systém je zdený kombinovaný příčný a podélný nosný systém. Obvodové konstrukce jsou zděny z cihlového systému Porotherm, z tvarovek 40P+D, předpokládá se standardní zdící malta. Obvodová konstrukce je zateplena 5cm EPS-70F o předpokládané tepelné vodivosti  $\lambda = 0,039$ . Střecha je zateplena minerální vlnou tloušťky 160mm, v podlaze je podlahový polystyren, předpokládá se EPS 100S o tloušťce 8cm, na kterém je umístěn betonový potěr 5cm. Původní okna  $U=1,6$ , střešní okna velux 1,8. Garáž se uvažuje jako vytápěná. Rodinný dům je v současnosti využíván k bydlení. Hlavní vstup je situován na jih.

## 4.2 Geometrické charakteristiky objektu

Půdorysné rozměry:	nepravidelný obdélník cca 13x11m
Výška hřebene nad 1.NP:	8,5 m
Světlá výška podlaží:	2,55 m
Vytápěná podlahová plocha:	325 m <sup>2</sup>
Vytápěný objem:	655,71 m <sup>3</sup>

## 4.3 Popis objektu z hlediska technického zařízení budov

### 4.3.1 Vytápění

Rodinný dům je v současné době vytápěn plynovým kotlem. Předpokládá se otopná soustava s nuceným oběhem, otopná tělesa tvoří radiátory/žebříky.

### 4.3.2 Ohřev TV

Předpokládá se nepřímotopný zásobník

### 4.3.3 Elektrické energie

Není předmětem energetické studie

### 4.3.4 Vzduchotechnika

Objekt není vybaven centrální vzduchotechnikou, objekt je větrán přirozeně. Předpokládá se výměna vzuchu při  $n_{50} = 2$ .

### 4.3.5 Měření a regulace

Objekt není vybaven samostatným systémem měření a regulace.

## Porovnání využití teplovodního a teplovzdušného krbu

## 4.4 Vyhodnocení stávajícího stavu dle TNI 730329:

**Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů**

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	384,493 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	655,7 m <sup>3</sup>
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,59 W/m <sup>3</sup> K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	43,1 kWh/m <sup>3</sup> ,a

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu objektu lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

**Průměrný součinitel prostupu tepla budovy**

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	351,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	905,9 m <sup>2</sup>
Limit odvozený z U <sub>req</sub> dílčích konstrukcí... U <sub>em,lim</sub> :	0,43 W/m <sup>2</sup> K
<b>Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U<sub>em</sub>:</b>	<b>0,39 W/m<sup>2</sup>K</b>

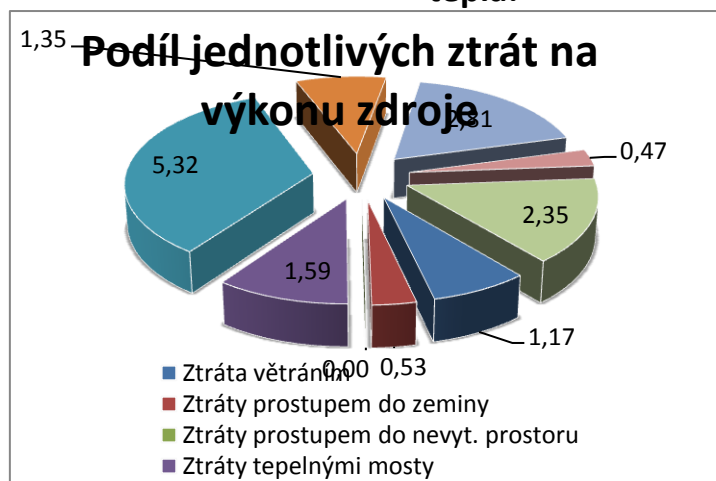
**Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	92,400 GJ	25,667 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:		655,7 m <sup>3</sup>
Celková podlahová plocha budovy:		325,0 m <sup>2</sup>
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m <sup>3</sup> ):		39,1 kWh/(m <sup>3</sup> .a)
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:		79 kWh/(m <sup>2</sup> .a)

**Tepelná ztráta stanovená orientačně dle tepelných toků:**

Typ ztráty	Měrný tepelný tok [W/K]	Vnitřní teplota a	Vnější teplota	Výkon [kW]
Ztráta větráním	33,317	20	-15	1,17
Ztráty prostupem do zeminy	35,083	20	5	0,53
Ztráty prostupem do nevyt. prostoru	0	20	0	0,00
Ztráty tepelnými mosty	45,293 151,88	20	-15	1,59
Ztráty obvodovou stěnou	6	20	-15	5,32
Ztráty střechou	38,7	20	-15	1,35
Ztráty výplněmi otvorů	80,215	20	-15	2,81
Výkon pro ohřev teplé vody				0,47
Ztráty distribucí tepla				2,35

Návrh výkonu zdroje **15,57 kW**



## 5. Návrh opatření pro úsporu energií

### 5.1 Rozdělení opatření do variantních řešení

Varianta 1A: vytápění zajištěno teplovzdušným kotlem, solárními panely a plynovým kotlem

Varianta 1B: vytápění zajištěno teplovodním krbem, solárními panely a plynovým kotlem

### 5.2 Návrh opatření pro úsporu energií z hlediska stavební fyziky

Není předmětem energetické studie. Zpracovatel však doporučuje při rekonstrukci podkroví doplnit dalších 16cm minerální vaty (napr. ISOVER ORSIL UNI) do střešní konstrukce. Tato je z hlediska tepelně technické normy poddimenzována.

### 5.3 Návrh opatření pro úsporu energií z hlediska technického zařízení budov

*Varianta 1A: Vytápění zajištěno teplovzdušným krbem, solárními panely a plynovým kotlem*

Pro ohřev teplé vody budou využity solární panely Green one tec - FK3600N v počtu 3 kusů. Akumulace bude probíhat v zásobníku TV o objemu 300l. Pro vytápění bude využit teplovzdušný krb Spartherm mini sh - 7kw, rozvody teplého vzduchu budou rozvedeny do některých obytných pokojů. Jako bivalentní zdroj pro vytápění i ohřev teplé vody bude použit plynový kotel Brötje WBS 22 CZ4 o výkonu 9-22kW.

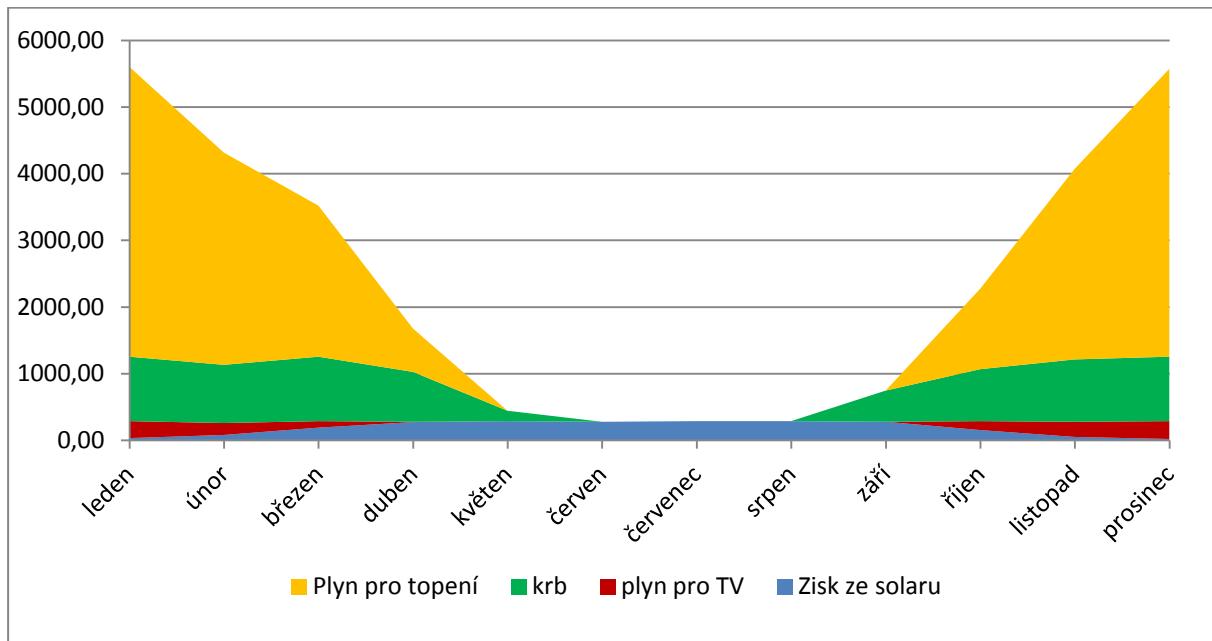
	potřeba energie na		Zisk ze solaru	vytápěcí dny	krb	plyn pro topení	plyn pro TV	plyn celkem
	topení	TV						
leden	5315,56	290,17	35,66	31,00	966,74	4348,82	254,51	4603,33
únor	4056,67	262,09	83,18	28,00	873,18	3183,49	178,91	3362,39
březen	3233,06	290,17	192,57	31,00	966,74	2266,32	97,60	2363,92
duben	1398,61	280,81	275,75	24,00	748,44	650,17	5,06	655,23
květen	144,17	290,17	387,96	5,00	155,93	0,00	0,00	0,00
červen	0,00	280,81	440,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
červenec	0,00	290,17	455,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
srpen	0,00	290,17	404,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
září	451,39	280,81	299,31	15,00	467,78	0,00	0,00	0,00
říjen	1986,94	290,17	156,28	25,00	779,63	1207,32	133,89	1341,21
listopad	3795,83	280,81	53,05	30,00	935,55	2860,28	227,77	3088,05
prosinec	5284,44	290,17	22,55	31,00	966,74	4317,71	267,62	4585,33
					<b>6860,7 kWh</b>			<b>20799,43</b>
					<b>4,5402 m3 polen smrk</b>			<b>1980,90</b>

Porovnání využití teplovodního a teplovzdušného krbu

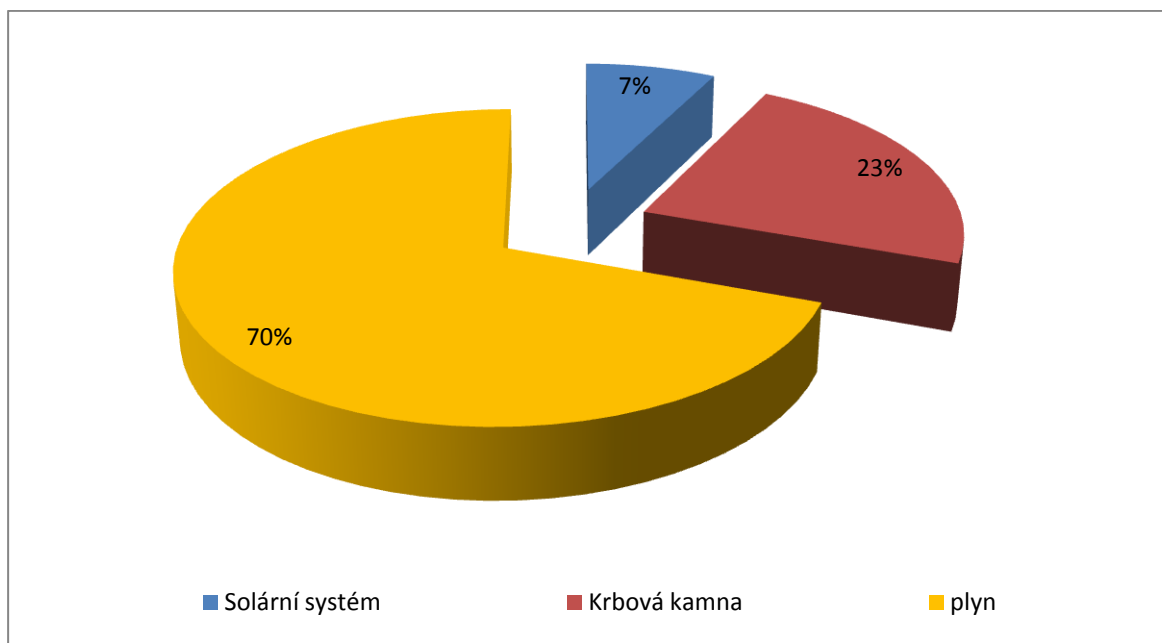
**3,3741 m3 polen buk**

**30991,2**

Celková energie, vyrobená solárním systémem je 2806,76 kWh. Vzhledem k tomu, že zapojení systému neumožňuje využití pro vytápění, bude reálný využitelný zisk ze solárního systému 2251,19 kWh. Při zátopu 4 hodiny denně ve dnech otopného období s předpokládanou setrvačností výkonu 1,5h bude energie získaná krbem 6860,7 kWh. Tato energie dodaná krbem odpovídá 4,54 m3 smrkových polen volně ložených, 3,37 m3 polen bukových. Bivalentní zdroj – plynový kotel s účinností 96% vykryje 20799,43 kWh, což odpovídá spotřebě 1980m3 zemního plynu. Grafické vyjádření rozložení energie viz graf:



Rozložení jednotlivých zdrojů dle využití:





## Porovnání využití teplovodního a teplovzdušného krbu

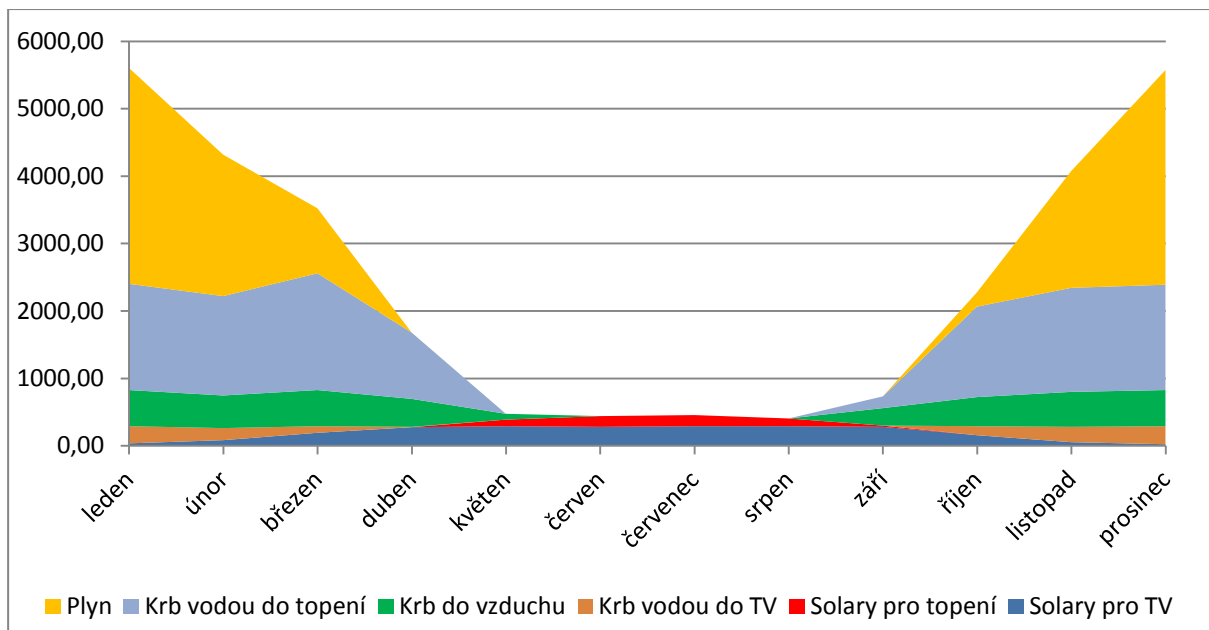
## Varianta 1B: vytápění zajištěno teplovodním krbem, solárními panely a plynovým kotlem

Pro ohřev teplé vody budou využity solární panely Green one tec - FK3600N v počtu 3 kusů. Akumulace bude probíhat v akumulační nádobě s integrovaným průtokovým ohřivačem TV o objemu 500l. Pro vytápění bude využit teplovodní krb Hoxter HAKA 63/51Wi o výkonu 15kW, z toho 11,3 kW do vody. Účinnost zdroje je 85%, rozvody teplého vzduchu budou rozvedeny do některých obytných pokojů. Jako bivalentní zdroj pro vytápění i ohřev teplé vody bude použit plynový kotel Brötje WBS 22 CZ4 o výkonu 9-22kW.

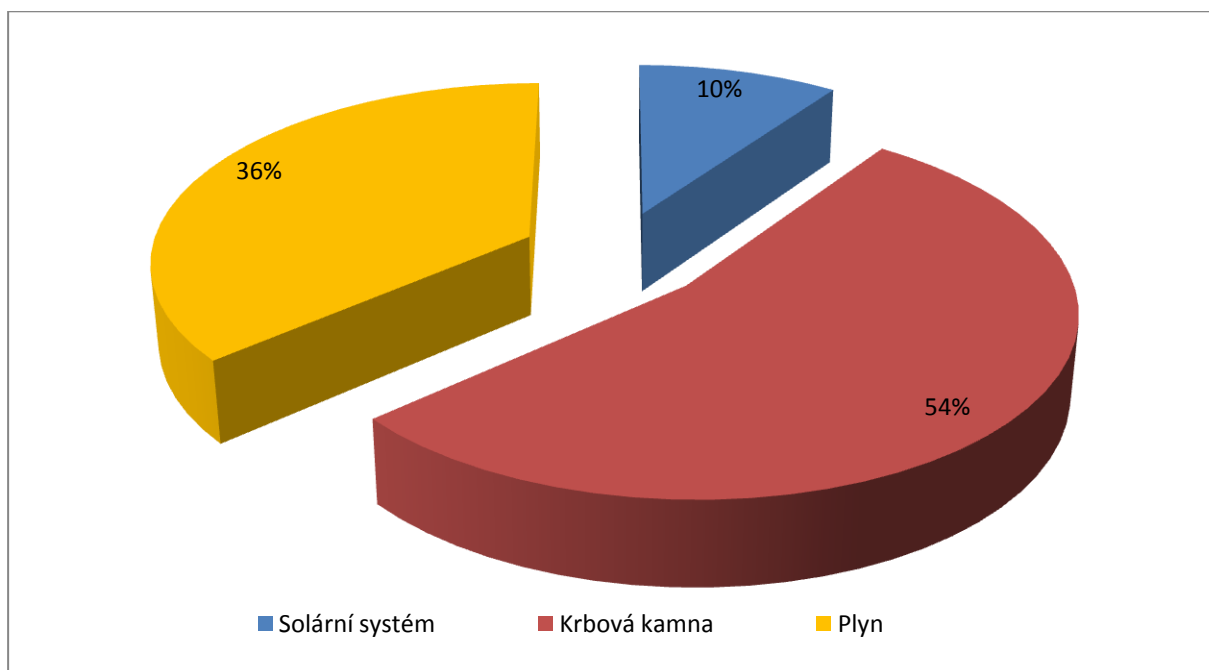
	potřeba energie		zisk ze solaru realny	Zisk ze solaru	vytápěcí dny	krb - do vzduchu	krb - do vody	krb vodou do TV	krb vodou k topení	plyn celkem
	topení	TV								
leden	5315,56	290,17	35,66	35,66	31,00	536,22	1830,32	254,51	1575,81	3203,52
únor	4056,67	262,09	83,18	83,18	28,00	484,33	1653,19	178,91	1474,28	2098,05
březen	3233,06	290,17	192,57	192,57	31,00	536,22	1830,32	97,60	1732,72	964,11
duben	1398,61	280,81	275,75	275,75	24,00	415,14	1417,02	5,06	1411,96	0,00
květen	144,17	290,17	290,17	387,96	5,00	86,49	295,21	0,00	295,21	0,00
červen	0,00	280,81	280,81	440,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
červenec	0,00	290,17	290,17	455,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
srpen	0,00	290,17	290,17	404,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
září	451,39	280,81	280,81	299,31	15,00	259,46	885,64	0,00	885,64	0,00
říjen	1986,94	290,17	156,28	156,28	25,00	432,44	1476,06	133,89	1342,17	212,34
listopad	3795,83	280,81	53,05	53,05	30,00	518,93	1771,28	227,77	1543,51	1733,40
prosinec	5284,44	290,17	22,55	22,55	31,00	536,22	1830,32	267,62	1562,70	3185,52
			2251,19	<b>2806,76</b>		3805,45		1165,34	10388,1	<b>11396,95</b>
						<b>celkem</b>	<b>15358,89</b>	<b>10,164</b>		<b>1085,42</b>
							<b>7,55355</b>			<b>16981,4</b>

Celková energie, vyrobená solárním systémem je 2806,76 kWh. Vzhledem k tomu, že zapojení systému umožňuje využití pro vytápění, bude reálný využitelný zisk ze solárního systému pro ohřev teplé vody 2251 kWh, pro vytápění pak 555,57 kWh. Při zátoku 4 hodiny denně ve dnech otopného období s předpokládanou setrvačností výkonu 1,5h bude energie získaná krbem sáláním do prostoru (vzduchem) 3805,45 kWh, prostřednictvím teplovodního výměníku pro ohřev teplé vody 1165,34 kWh a prostřednictvím teplovodního výměníku do vytápění 10 388,1 kWh. Celkem tedy krb vyrobí 15 358 kWh ročně, což odpovídá 10,16 smrkových polen volně loženým a 7,55 m<sup>3</sup> polen bukových. Bivalentní zdroj – plynový kotel s účinností 96% vykryje 11852,82 kWh, což odpovídá spotřebě 1128,84 m<sup>3</sup> zemního plynu. Grafické vyjádření rozložení energie viz graf:

Porovnání využití teplovodního a teplovzdušného krbu



Rozložení jednotlivých zdrojů dle využití:



**6.4.1 Vyhodnocení jednotlivých variant**

Vzhledem k tomu, že zadáním nebyly jednotlivé ceny energií, ani pořizovací ceny závěrem jsou porovnány pouze úspory v množství vstupních surovin.

Varianta 1:

Spotřeba dřeva – 4,54 m<sup>3</sup> volně ložených smrkových polen (3,37 bukových)

Spotřeba plynu – 1980,9 m<sup>3</sup> zemního plynu

Využití obnovitelných zdrojů – 7% + 23% = 30%

Varianta 2:

Spotřeba dřeva – 10,16 m<sup>3</sup> volně ložených smrkových polen (7,55 bukových)

Spotřeba plynu – 1128 m<sup>3</sup> zemního plynu

Využití obnovitelných zdrojů – 10% + 54% = 64%

## 7.2 Doporučení a odůvodnění optimální varianty

Z hlediska stavební fyziky zpracovatel doporučuje zesílení izolace střechy minerální vatou o dalších 16 cm. Finanční náročnost není vysoká a úspory mohou dosahovat až 10%. Z navrhovaných variant se vzhledem k neznalostem pořizovacích cen variant a cen energií nelze získat absolutní výsledek. Vzhledem k využití integrované akumulární nádoby ve variantě 2 lze solární systém provozovat také pro vytápění, což zvýší jeho účinnost o cca 550 kWh ročně. Varianta 2 je také zvýhodněna použitím zdroje tepla o větším výkonu (sám o sobě nevytopí v kritickém bodě -15°C objekt bez bivalentního zdroje!), který lze lépe využívat po celý rok. Teplovzdušný krb o výkonu 7kW bez kvalitního rozvodu tepla po celém domě lze obtížně využívat na plný výkon, protože jeho tepelný výkon je mnohem větší než ztráta místnosti, v které je umístěn (předpoklad cca 2-2,5kW). Ve výpočtu je předpokládána účinnost krbu s teplovzdušným výměníkem 81%. Je třeba upozornit, že tato hodnota je velmi pozitivní a v reálných podmínkách obtížně dosažitelná. Celkové využití krbu u varianty 2 je o 31% vyšší, což vede k **doporučení varianty 2 – Solární panely, krb s teplovodním výměníkem a plynový kotel.**

Dále zpracovatel studie doporučuje instalaci akumulární nádrže alespoň 750l, jak předepisuje výrobce krbové vložky Hoxter.

## 7.3 Přílohy

V Brně dne 3. Listopadu 2011

Vypracoval: Tomáš Matějka

