

# ENERGETICKO – EKONOMICKÁ STUDIE ZDROJŮ TEPLA MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

## RUDOLFOVSKÁ 63, 460 14 LIBEREC XXI-RUDOLFOV, ČESKO

**Účel:**

Energeticko – ekonomická studie objektu se třemi bytovými jednotkami

**Místo stavby:**

Rudolfovská 63, 460 14 Liberec XXI-Rudolfov, Česko

**Číslo zakázky:**

21276

**Zadavatel:**

Povodí Labe, státní podnik

**Datum:**

7.6.2021

**Zpracovatel:**

**EnergySim s.r.o.**

Čs. armády 785/22,  
160 00 Praha 6 – Bubeneč  
tel.: **737 430 898, 724 509 559**  
e-mail: [paha@energysim.cz](mailto:paha@energysim.cz)

IČO: 015 12 129  
DIČ: CZ015 12 129  
bankovní účet: 2500392716/2010

**pobočka Jablonec:**

Mírové náměstí 492/11,  
466 01 Jablonec nad Nisou  
tel.: **775 665 128, 775 889 951**  
e-mail: [jablonec@energysim.cz](mailto:jablonec@energysim.cz)

**Autoři:**

Ing. Jan Antonín, Ph.D.  
Ing. Pavel Macháček  
Ing. Dominik Cakl



## Obsah posudku

1. Smluvní strany-----	3
2. Podklady pro zpracování-----	3
3. Předmět studie-----	3
4. Popis objektu -----	4
5. Tepelně technické vlastnosti objektu -----	4
6. Přehled hodnocených variant -----	9
6.1. Popis navrhovaných variant	9
6.2. Popis možnosti skladování tuhých paliv	13
Odhad rozdílových investičních nákladů	15
7. Výpočet spotřeb a ekonomické vyhodnocení-----	16
8. Závěry -----	20
9. Poznámky ke studii-----	26

## 1. Smluvní strany

<b>Typ studie:</b>	Energeticko – ekonomická studie objektu se třemi bytovými jednotkami
<b>Adresa stavby:</b>	Rudolfovská 63, 460 14 Liberec XXI-Rudolfov, Česko
<b>Objednatel:</b>	Povodí Labe, státní podnik
<b>Adresa:</b>	Závod Jablonec nad Nisou, Technická skupina, Želivského 5, 466 05 Jablonec nad Nisou
<b>Kontakt:</b>	Ing. Daniel Benda
<b>e-mail / tel. :</b>	Daniel Benda bendad@pla.cz / 483 366 348, 728 122 065
<b>Zhotovitel:</b>	EnergySim s.r.o.
<b>Adresa:</b>	Čs. armády 785/22/5, 160 00 Praha 6 – Bubeneč
<b>IČ:</b>	01512129, CZ01512129
<b>e-mail /tel.:</b>	jablonec@energysim.cz / +420 724 509 559

## 2. Podklady pro zpracování

- Výpočet tepelných ztrát z roku 2021, zpracovatel EnergySim s.r.o.
- Konzultace se zadavatelem

## 3. Předmět studie

Studie vyhodnocuje navrhované varianty zdrojů tepla na vytápění a přípravu teplé vody v návrhu rekonstrukce domu, který slouží jako vodní elektrárna s třemi bytovými jednotkami. Jednotlivé návrhy vychází z požadavků investora a zadavatele na efektivní a úsporný provoz objektu a z požadavků platné legislativy. Zvažovaný typ tepelného čerpadla typu voda-voda do výtoku z elektrárny nebyl zohledněn, protože elektrárna nepracuje pravidelně a docházelo by k odstávkám průtoku teplotnosného média přes teplosměnný registr, což by snížilo tepelný výkon a životnost registru. Zvažovaná alternativa položení registru do vyrovnávací nádrže pod elektrárnou byla rovněž zamítnuta, protože schvalovací proces by byl složitý a s předpokladem zamítavého vyjádření ze stran životního prostředí, CHKO a povodí Labe. Cílem studie je analyzovat varianty tepelných zdrojů:

- Elektrokotel - centrálně pro celou bytovou část
- TČ vzduch - voda
- Kotel na biomasu
- Kotel na uhlí

Výsledkem studie je porovnání ročních provozních nákladů, porovnání investičních nákladů na technologické varianty a výsledné srovnání souhrnných nákladů na investici a provoz v průběhu let užívání (s výpočtem na 20 let).

Vlastní spotřeba energie v objektu a její jednotlivé složky jsou stanoveny na základě výpočetních postupů hodnocení energetické náročnosti budov dle EN 13790 (výpočet s časovým krokem jeden měsíc) a dále jsou korigovány na základě zkušeností zpracovatele.

## 4. Popis objektu

Jedná se o plánovanou rekonstrukci zdroje tepla samostatně stojícího objektu.

Volně stojící objekt, který zastává funkce malé vodní elektrárny a obytné části se třemi bytovými jednotkami.

Prostor malé vodní elektrárny je převážně jednopodlažní s nevytápěnou půdou bez tepelné izolace.

Obytná část má celkem dvě podlaží a obsahuje tři bytové jednotky, které jsou přístupné z nevytápěného prostoru schodiště. První nadzemní podlaží není obytné a slouží jako zázemí elektrárny s trafostanicí a schodišťový prostor.

Objekt je rozdělen na prostory obytné části vytápěné na 20°C, prostor elektrárny s proměnlivou teplotou, která není součástí výpočtu tepelných ztrát a ostatní nevytápěné prostory schodišťového prostoru a nevytápěného suterénu.

Větrání celého domu je přirozené.

## 5. Tepelné technické vlastnosti objektu

### 5.1. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBJEKTU, TEPELNÁ ZTRÁTA, VARIANTA 1

Výpočet tepelných ztrát pro obytnou část objektu byl proveden pro níže uvedené okrajové podmínky:

Objem budovy (z vnějších rozměrů)	656	m <sup>3</sup>
Vnitřní podlahová plocha	227	m <sup>2</sup>
Energeticky vztažná plocha	284	m <sup>2</sup>
Zimní výpočtová teplota vzduchu	t <sub>ez</sub> = -18	°C
Zimní výpočtová teplota vzduchu v elektrárně a jejím zázemí	t <sub>el</sub> = +5	°C
Výpočtová interiérová teplota vzduchu	t <sub>iz</sub> = +20	°C
Výměna vzduchu v objektu	0,5	Hod-1

Tab. 1: Okrajové podmínky návrhu – energetický model

Návrhová tepelná ztráta prostupem	17,22	kW
Návrhová tepelná ztráta větráním	4,24	kW
<b>Celková tepelná ztráta obytné části objektu</b>	<b>21,5</b>	<b>kW</b>

Tab. 2: Tepelná ztráta

## 5.2. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBJEKTU, TEPELNÁ ZTRÁTA VARIANTA 2

Výpočet tepelných ztrát pro obytnou část objektu byl proveden pro níže uvedené okrajové podmínky (v případě poruchy a nevytápění elektrárny):

Objem budovy (z vnějších rozměrů)	656	m <sup>3</sup>
Vnitřní podlahová plocha	227	m <sup>2</sup>
Energeticky vztažná plocha	284	m <sup>2</sup>
Zimní výpočtová teplota vzduchu	$t_{ez} = -18$	°C
Zimní výpočtová teplota vzduchu v elektrárně a jejím zázemí	$t_{el} = -18$	°C
Výpočtová interiérová teplota vzduchu	$t_{iz} = +20$	°C
Výměna vzduchu v objektu	0,5	Hod-1

Tab. 3: Okrajové podmínky návrhu – energetický model

Návrhová tepelná ztráta prostupem	20,00	kW
Návrhová tepelná ztráta větráním	4,24	kW
<b>Celková tepelná ztráta obytné části objektu</b>	<b>24,3</b>	<b>kW</b>

Tab. 4: Tepelná ztráta

### 5.3. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBJEKTU, ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ (PŘEDBĚŽNÝ VÝPOČET)

Lokalita (Tabulka)

Město

Jablonec nad Nisou (Liberec)

Délka topného období

d = 298 [dny]

Venkovní výpočtová teplota  $t_e = -18$  °C

Prům. teplota během otopného období  $t_{es} = 5.1$  °C

$t_{em} = 12$  °C

$t_{em} = 13$  °C

☒  $t_{em} = 15$  °C ???

☒ Vytápění

Tepelná ztráta objektu  $Q_c = 21,5$  kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota  $t_{is} = 20$  °C ???

Vytápěcí denostupně

$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 4440$  K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

$e_i = 0.85$  ???  $\eta_o = 0.95$  ???

$e_t = 0.90$  ???  $\eta_r = 0.95$  ???

$e_d = 1.00$  ???

Opravný součinitel  $\varepsilon$  ???

☒  $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$

☐  $\varepsilon = 0.765$

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$Q_{VYT,r} = \left( \frac{184 \text{ GJ/rok}}{51.1 \text{ MWh/rok}} \right)$$

☐ Ohřev teplé vody

$t_1 = -$  °C ???  $\rho = -$  kg/m<sup>3</sup> ???

$t_2 = -$  °C ???  $c = -$  J/kgK ???

$V_{2p} = -$  m<sup>3</sup>/den ???

Koeficient energetických ztrát systému  $z = -$  ???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě  $t_{svl} = -$  °C

Teplota studené vody v zimě  $t_{svz} = -$  °C

Počet pracovních dní soustavy v roce  $N = -$  [dny]

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

$$Q_{TUV,r} = \left( \begin{matrix} 0 \text{ GJ/rok} \\ 0 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$$

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left( \begin{matrix} 184 \text{ GJ/rok} \\ 51.1 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \right)$$

Zdroj.: <https://www.tzb-info.cz>

Zakázka č. 21276 OPT MWE Rudolfov

Stránka | 6

#### 5.4. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBJEKTU, PŘESNÝ VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PRO ZIMNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA VZDUCHU V ELEKTRÁRNĚ A JEJÍM ZÁZEMÍ +5 °C:

BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ					
Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.					
ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	50	Solární zisky	MWh/rok	2,53
Větrání		6,89	Vnitřní zisky - lidé		1,96
Netěsnosti obálky - infiltrace		2,54	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		1,45
Celkem		59,4	Celkem		5,94

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	53,5	kWh/m².rok	188,3
-----------------------------	---------	------	------------	-------

#### 5.5. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBJEKTU, PŘESNÝ VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA OHŘEV TV:

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY		
Ozn.	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody
	m³/rok	% pokrytí
		MWh/rok
K-1	120,45	100
		7,24

Pozn.: Potřeba teplé vody pro 3 byty po dvou osobách = 6 osob. Potřeba TV na jednu osobu je 55 l/den.

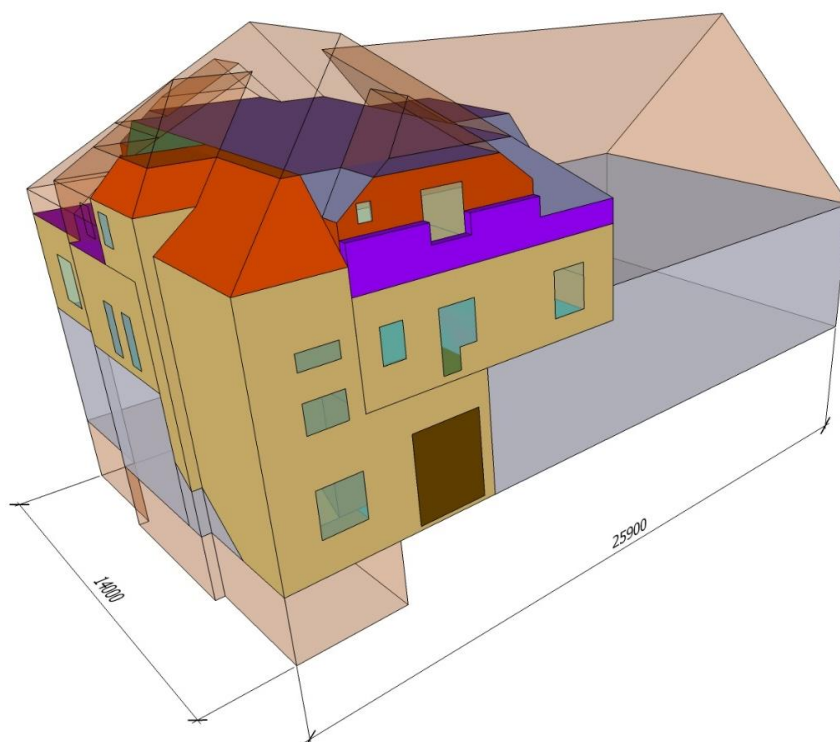
#### 5.6. ENERGETICKÝ MODEL OBJEKTU:

Na základě doložených podkladů byl sestaven 3D model objektu, který slouží pro výpočet energetických parametrů a potřeb stavby.

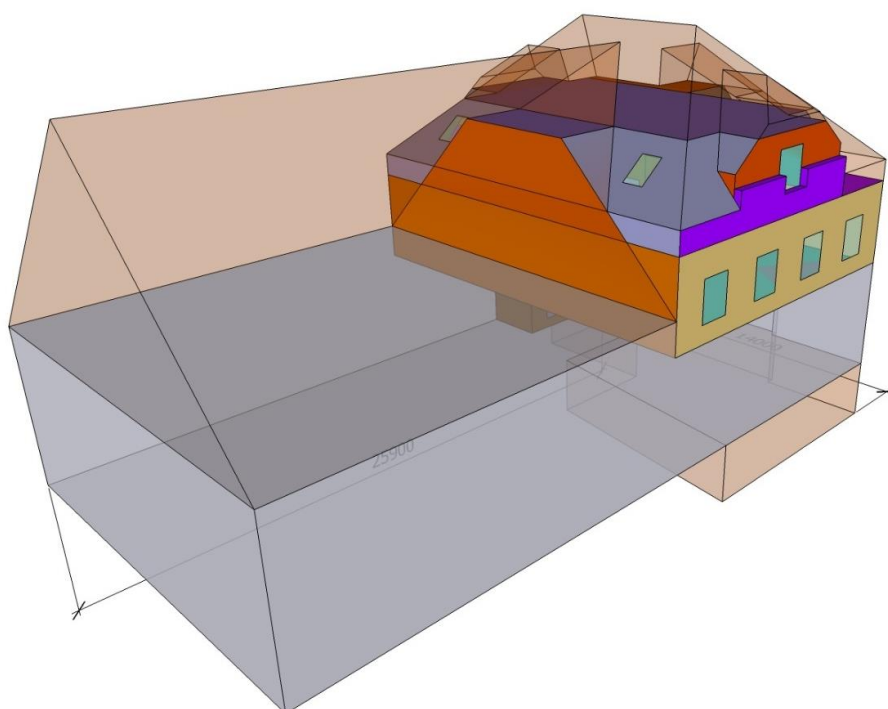
Barevně jsou vyznačeny jednotlivé konstrukce vytápěného objemu budovy a přilehlého nevytápěného schodiště.

Šedivou, průhlednou barvou je vyznačen prostor elektrárny a hnědou průhlednou barvou ostatní nevytápěné prostory.

Energetický 3D model:



*Obr. 1: 3D-energetický model budovy – pohled od severozápadu.*



*Obr. 2: 3D-energetický model budovy – pohled od jihovýchodu.*



## 6. Přehled hodnocených variant

Ve studii je uvažováno se třemi rozdílnými zdroji tepla na vytápění a přípravu teplé vody a to:

- Var 1: Elektrokotel - centrálně pro celou bytovou část
- Var 2: TČ vzduch - voda
- Var 3: Kotel na biomasu
- Var 4: Kotel na uhlí

Varianty s tepelným čerpadlem a kotly na tuhá paliva uvažují doplnění bivalentním zdrojem: elektrickou topnou patronou.

Ve všech variantách je uvažováno s:

Cirkulací teplé vody.

Studie nezahrnuje náklady na rozvody a koncová otopná tělesa teplovodní otopné soustavy, která jsou pro všechny čtyři varianty podobná (Pro variantu tepelného čerpadla se jedná o větší otopná tělesa, z důvodu větší teplosměnné plochy vlivem nižšího teplotního spádu otopné látky).

### Varianta 1 – Elektrokotel s akumulčním zásobníkem na teplou vodu

Zdrojem tepla na vytápění a přípravu teplé vody je elektrokotel (např. Vaillant eloBLOCK VE 24 s ohřevem TV). Varianta uvažuje přímé vytápění bez akumulční nádoby a přímotopný zásobník TV o celkovém objemu 513 l. Otopná soustava bude teplovodní s deskovými otopnými tělesy.

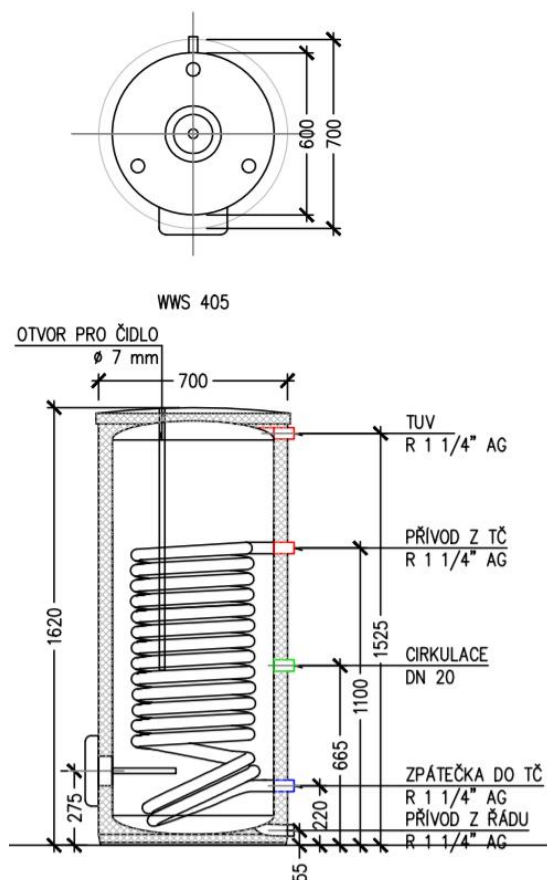
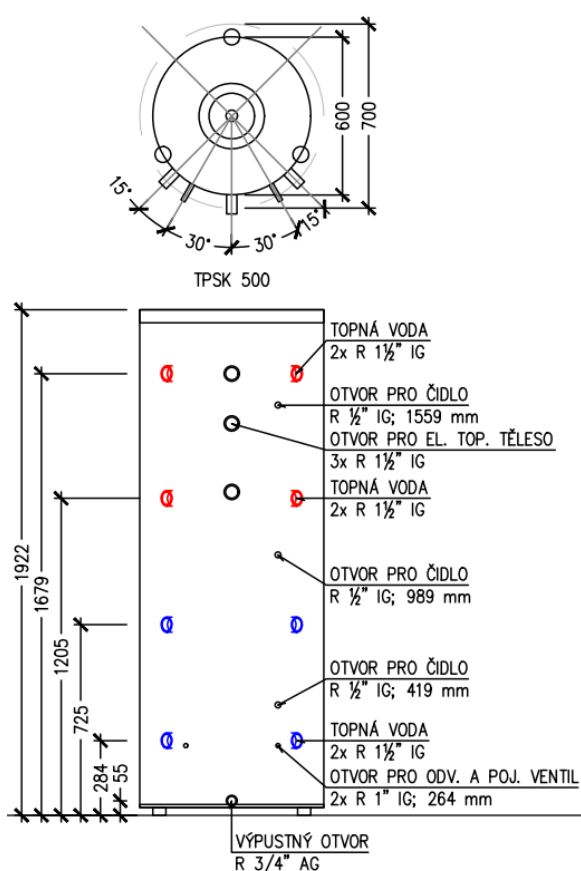
Tato varianta je uvažována jako referenční.



Obr. 3: Foto kotle a zásobník R0BC 500 s topným tělesem 6 kW

## Varianta 2 – Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Hlavním zdrojem tepla na vytápění a přípravu teplé vody bude tepelné čerpadlo typu vzduch – voda, např. Alpha Innotec LW 251A včetně taktovacího zásobníku a zásobníku pro ohřev TV. V bivalentním provozu je předpokládáno zapojení elektrických topných patron. Varianta uvažuje se zásobníkem akumulace tepla např. Zásobník TV WWS 405 (400 l) a taktovací zásobník TPSK500 AIT. Otopná soustava bude teplovodní s deskovými otopnými tělesy.



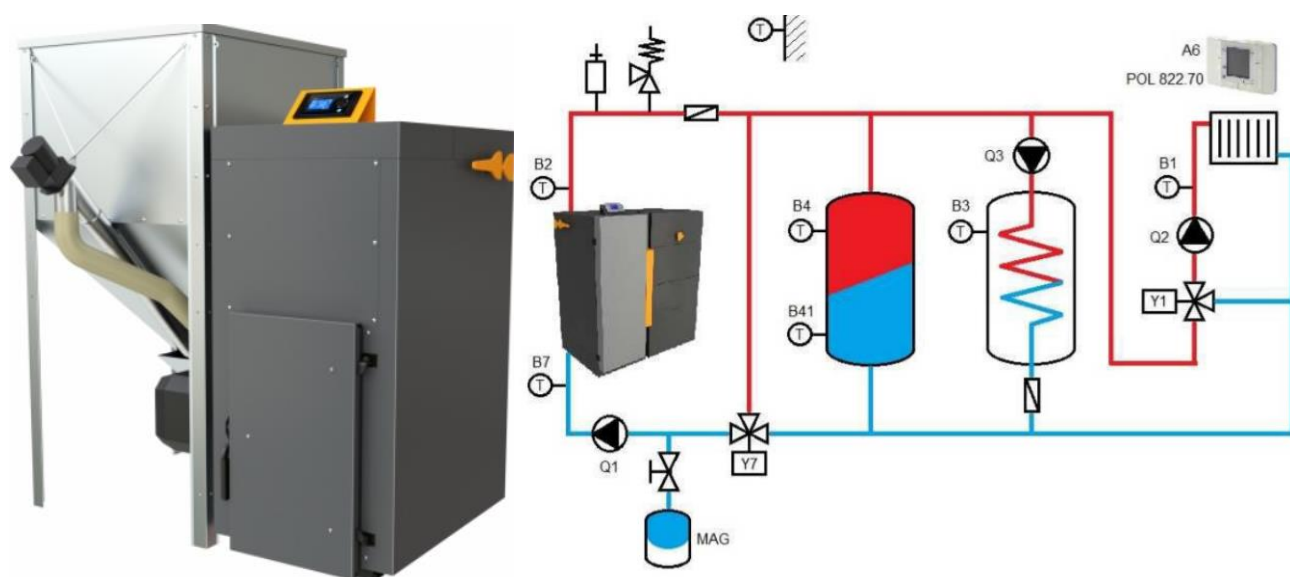
Obr. 4: Foto tepelného čerpadla, zásobník TV WWS 405

### Varianta 3 – Kotel na pelety

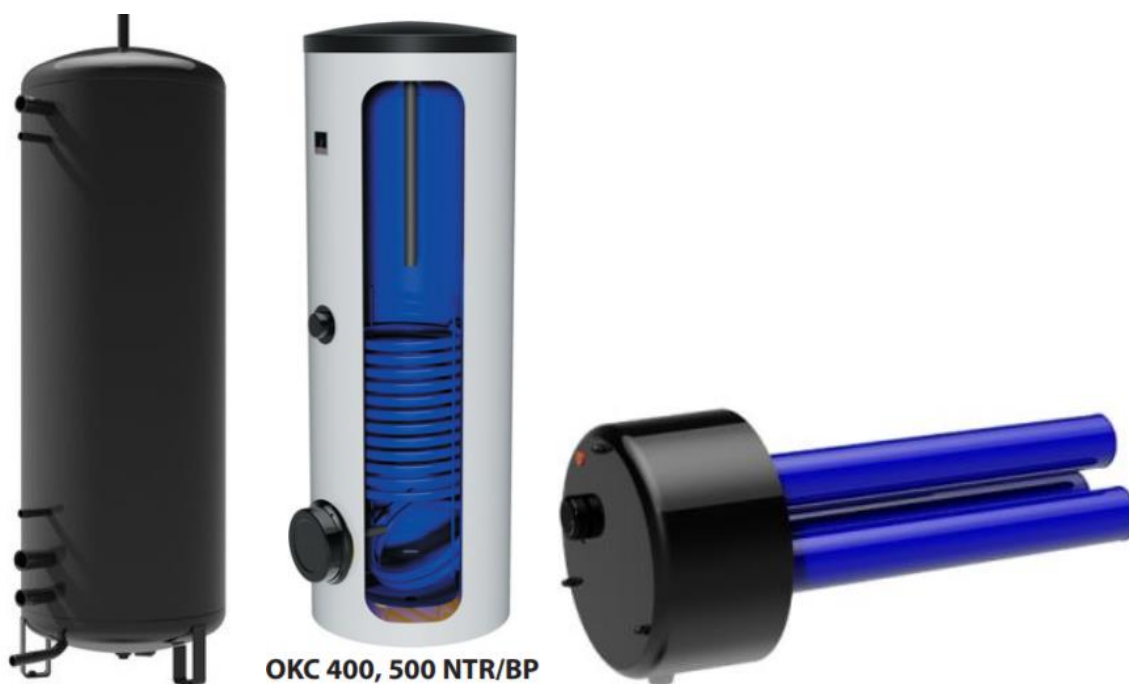
Hlavním zdrojem tepla na vytápění a přípravu teplé vody bude automatický kotel na pelety např. Benekov K 25, Řídící jednotka kotle umožňuje plynulou modulaci kotle v celém rozsahu výkonu od 7,5 do 25 kW. Varianta uvažuje s akumulčním zásobníkem tepla o objemu 999 l, Např.: Akumulační nádrže NAD v2. Zásobník bude využit k akumulaci otopné vody.

Zároveň bude instalován zásobník k ohřevu teplé vody s elektrickou přímotopnou patronou, která pokryje potřebu tepla na ohřev teplé vody mimo topnou sezónu Např.: kombinovaný zásobník OKC 500 NTR/BP o jmen. Objemu 447 l, s topnou jednotkou 6,6 kW.

Otopná soustava bude teplovodní s deskovými otopnými tělesy.



Obr. 5: Foto kotle a schéma referenčního hydraulického zapojení. Zdroj: Benekov.com



Obr. 6: Foto akumulční nádrž NAD 1000V2, 500 TV OKC NTR/BP+TPK 210–12/6,6 kW.

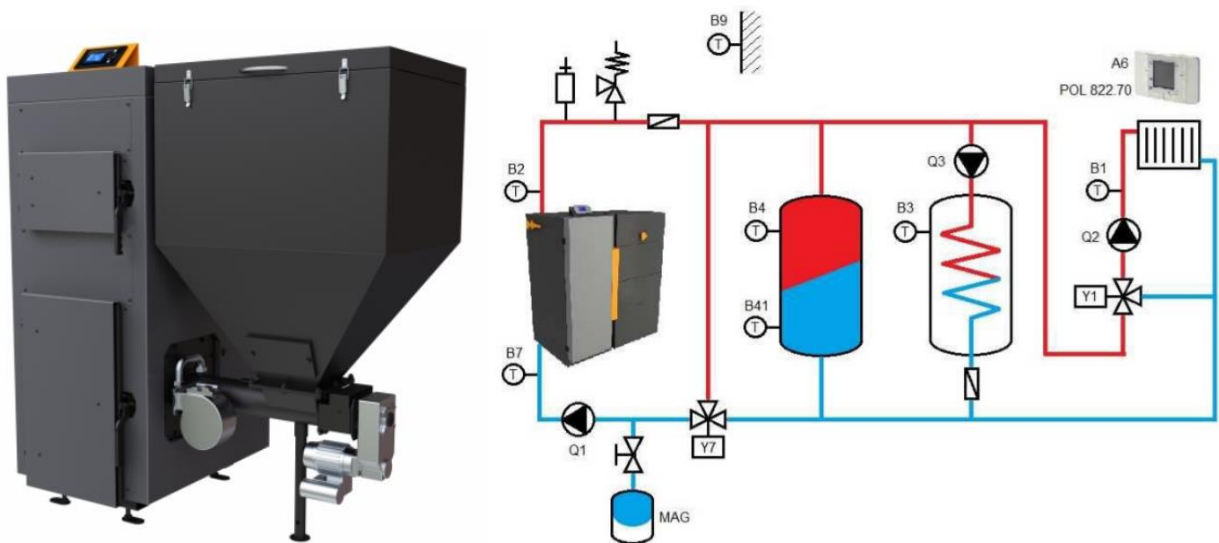
## Varianta 4 – Kotel na uhlí

Hlavním zdrojem tepla na vytápění a přípravu teplé vody bude kotel na uhlí např. Benekov B26.

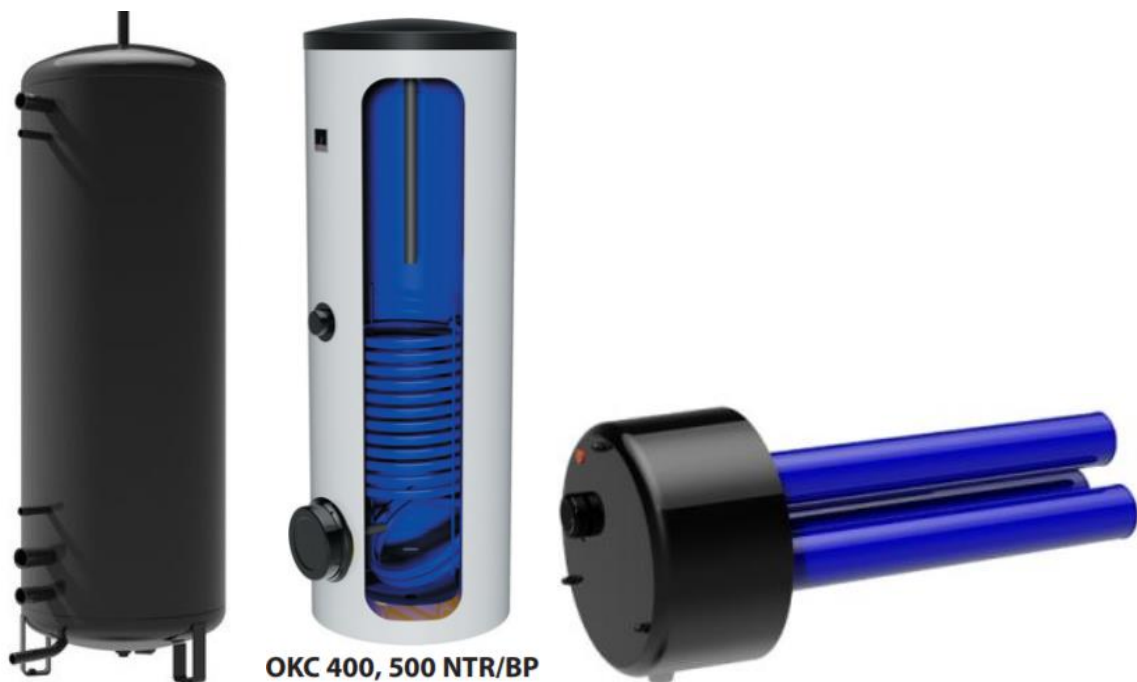
Varianta uvažuje s akumulčním zásobníkem tepla o objemu 999 l, Např.: Akumulační nádrže NAD v2. Zásobník bude využit k akumulaci otopné vody.

Zároveň bude instalován zásobník k ohřevu teplé vody s elektrickou přímotopnou patronou, která pokryje potřebu tepla na ohřev teplé vody mimo topnou sezónu Např.: kombinovaný zásobník OKC 500 NTR/BP o jmen. Objemu 447 l, s topnou jednotkou 6,6 kW.

Otopná soustava bude teplovodní s deskovými otopnými tělesy.



Obr. 7: Foto kotle a schéma referenčního hydraulického zapojení. Zdroj: Benekov.com



Obr. 8: Foto akumulční nádrž NAD 1000V2, 500 TV OKC NTR/BP+TPK 210–12/6,6 kW.

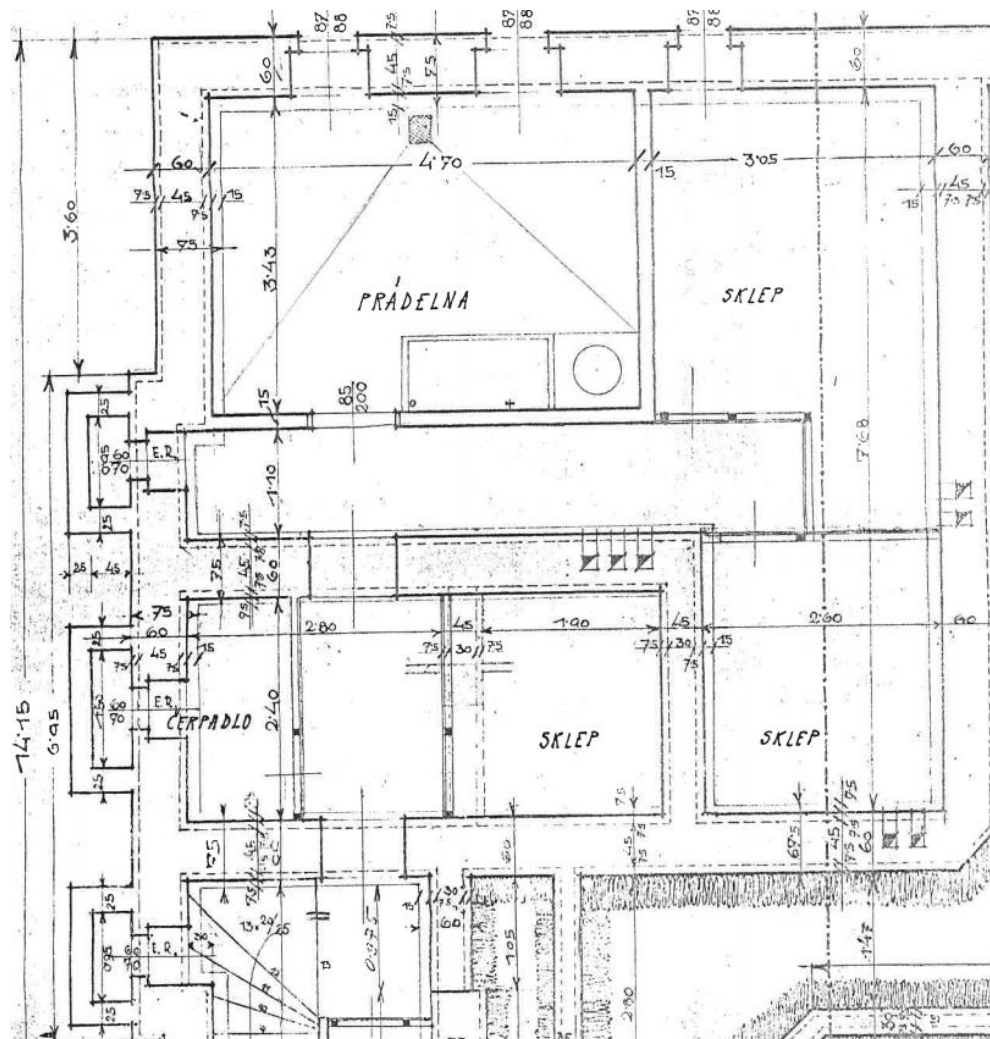


## 6.2. Popis možnosti skladování tuhých paliv

Systém skladování tuhých paliv v suterénu objektu je poplatný dané době, kdy se uvažovalo se skladováním uhlí, které má velmi nízkou nasákavost. V případě potřeby skladování peletky je potřeba peletky v suterénu skladovat v pytlích, sáčcích, nebo v textilních zásobnících.



Obr. 9: Peletová kotelna a sklad pelet. Zdroj: <https://ceska-peleta.cz/vytapeni/skladovani-paliva/>



Obr. 10: Půdorys suterénu, ze kterého jsou odměřeny stavební šířky otvorů minimálně 900 mm. Z důvodu instalace kotlů.

### 6.3. Potřebný objem pro skladování paliva na jeden rok

Druh paliva	Měrná obj. hmotnost min. (kg/m <sup>3</sup> )	Měrná obj. hmotnost max. (kg/m <sup>3</sup> )	Výhřevnost hněd. Uhlí MJ/kg	Výhřevnost hněd. Uhlí kwh/kg	Měrná potřeba na VYT + UT MWh	Potřeba navýšená o ztráty MWh	Hmotnost kg	Potřebný objem pro skladování m <sup>3</sup>
Hnědé uhlí	1100	1500	17,6	4,89	60,74	88,42	18086	<b>16,44</b>
Pelety	450	650	16,5	4,58	60,74	87,46	19082	<b>42,40</b>

Tab. 1: Potřebný objem paliva na jeden rok (Uvažováno s nejmenší objemovou hmotností, tedy největší možný objem paliva).

## Odhad rozdílových investičních nákladů

Pro jednotlivé varianty uvádíme **orientační** investiční náklady. Ceny se mohou lišit vlivem použitých výrobků, výběrem zhotovitele apod.

Podrobnější rozpočty jsou uvedeny pro VAR 1 a VAR 2 v příloze 1 tohoto dokumentu.

Předběžný propočet nákladů	Kč bez DPH
<b>Varianta 1 – Elektrokotel s akumulčním zásobníkem na teplou vodu</b>	
Elektrokotel Vaillant eloBLOCK VE 24	26 100
Zásobník 500 l, bez výměníků, vč.izolace, ROBC+těleso a expenze	41 179
Ostatní příslušenství	7 272
Práce elektrokotel	15 310
<b>Suma</b>	<b>89 861</b>
<b>Varianta 2 – Tepelné čerpadlo vzduch – voda</b>	
Tepelné čerpadlo Alpha innotec LWA 251+regulator	463 985
Zásobník TV WWS 405 (400 l)+Oddělovací taktovací zásobník TPSK500 AIT	48 280
Čerpadla, expanze apod	55 272
Ostatní příslušenství	13 688
Práce TC	40 000
<b>Suma</b>	<b>621 225</b>
<b>Varianta 3 – Kotel na pelety</b>	
Benekov K25	86 000
Zásobník 1000 aku NAD 1000V2 a 500 TV OKC NTR/BP+TPK 210–12/6,6 kW	58 716
Čerpadla, kotlový zkrat	50 000
Ostatní	20 000
Práce	70 000
Komín - vyvložkování	60 000
Zásobník pelet	60 000
<b>Suma</b>	<b>404 716</b>
<b>Varianta 4 – Kotel na uhlí</b>	
Benekov B26	70 000
Zásobník 1000 aku NAD 1000V2 a 500 TV OKC NTR/BP+TPK 210–12/6,6 kW	58 716
Čerpadla, kotlový zkrat	50 000
Ostatní	20 000
Práce	70 000
Komín - vyvložkování	60 000
Zásobník uhlí	60 000
<b>Suma</b>	<b>388,76</b>

Tab. 2: Souhrnný přehled investic, některé položky jsou navýšeny dle zkušenosti zpracovatele.

Poznámka: Je nutné poznamenat, že varianty s kotly na tuhá paliva umožňují bezobslužný přímotopný elektrický ohřev zásobníku na teplou vodu mimo topné období.

## 7. Výpočet spotřeb a ekonomické vyhodnocení

Následující tabulky uvádí vyhodnocení energetických spotřeb a provozní náklady budovy.

Základní parametry			
typ objektu		Obytná část objektu	
výpočtová teplota exteriéru	$T_{ext}$	-18,0	°C
teplota interiéru v otopném období	$T_{int}$	20,0	°C
počet osob	n	6	-
průměrná přítomnost	p	9,0	-
energetická vztažná plocha	$A_u$	284	m <sup>2</sup>
obestavěný objem	V	656	m <sup>3</sup>
spotřeba TV na osobu	$V_{TV}$	55	l/(os.den)
teplota ohřívání vody	$T_2$	55	°C
teplota studené vody	$T_1$	10	°C
tepelná kapacita	c	4 180	J/(kg.K)
potřeba tepla na ohřev TV		1 049	kWh/(os.rok)

Tab. 3: Vstupní parametry výpočtu. Skutečná potřeba tepla na ohřev TV je vyšší z důvodu ztrát na rozvodech.

Kombinace zdrojů tepla	účinnost	cena paliva bez DPH	
		Kč/GJ	Kč/kWh
Elektrokotel	95	709	2,551
TČ vzduch-voda výstup > 45 °C	287	709	2,551
Automatický kotel na peletky	90	317	1,140
Automatický kotel na uhlí	89	236	0,851

Tab. 4: Zdroje tepla, účinnosti výroby tepla zdrojem a ceny paliva použité v hodnocení.

\*Pozn.: Účinnost (SCOP) tepelného čerpadla byla převzata od konkrétního výrobce. Účinnosti mohou být jiné dle instalované jednotky.



Podíly zdrojů	var1		var2		var3		var4	
	VYT	TV	VYT	TV	VYT	TV	VYT	TV
elektrina přímotop	100%	100%						
TČ vzduch-voda výstup >45 °C			92%	92%				
automatický kotel na peletky					100%	74%		
automatický kotel na uhlí							100%	74%
Elektrické patrony			8%	8%		26%		26%

Tab. 5: Podíly zdrojů tepla na pokrytí dodávky tepla pro vytápění a ohřev teplé vody v jednotlivých variantách, kde je uvažována ve variantě kotlů na tuhá paliva letní bezobslužný ohřev elektrinou.

Spotřeba uživatelské elektřiny		
		kWh/rok
vaření	kWh	663
myčka nádobí	kWh	321
pračka	kWh	436
sušička	kWh	324
osvětlení	kWh	1 211
lednička	kWh	1 133
mraznička	kWh	1 157
spotřební elektronika	kWh	897
ostatní (vířivky, vysavač atd.)	kWh	89
		<b>6 230</b>

Tab. 6: Odhad spotřeby uživatelské elektřiny (na základě statistických dat ČR s uvážení počtu osob, velikosti objektu a technologií).

Spotřeby energie		Var 1	Var 2	Var 3	Var 4
vytápění	kWh	51 490	19 633	54 351	54 962
ohřev TV	kWh	9 526	3 632	9 818	9 901
osvětlení	kWh	1 211	1 211	1 211	1 211
zásuvková elektřina	kWh	5 019	5 019	5 019	5 019
pomocná elektřina - větrání	kWh	-	-	-	-
pomocná elektřina - vytápění	kWh	-	-	-	-
pomocná elektřina - ohřev TV	kWh	-	-	-	-
chlazení	kWh	-	-	-	-
výroba FVE	kWh	-	-	-	-
spotřeba celkem	kWh	67 247	29 495	70 399	71 093

Tab. 7: Dílčí a celkové spotřeby energie pro jednotlivé varianty.

\*Pozn.: Měrná potřeba tepla je udána pro návrhovou vnitřní teplotu 20 °C a klimatická data dle TNI 730331. Jedná se o předběžnou hodnotu, která může být při podrobnějším energetickém hodnocení odlišná. Korekce výpočtových hodnot blížící se reálným spotřebám je 70%.

Jističe		var1	var2	var3	var4
jistič č. 1 (kotelna)	A	nad 3x40 A do 3x50 A	nad 3x40 A do 3x50 A	nad 3x40 A do 3x50 A	nad 3x25 A do 3x32 A
sazba	-	C45d	C56d	C02d	C02d
počet těchto jističů	-	1	1	0	0
sazba za jistič	Kč/měs	2 479	2 479	0	0
hodin NT	hod	20	22	0	0
cena NT	Kč/kWh	2,508	2,536	5,422	5,422
cena VT	Kč/kWh	2,971	2,851	5,422	5,422
průměr NT/VT dle hodin	Kč/kWh	2,585	2,562	5,422	5,422

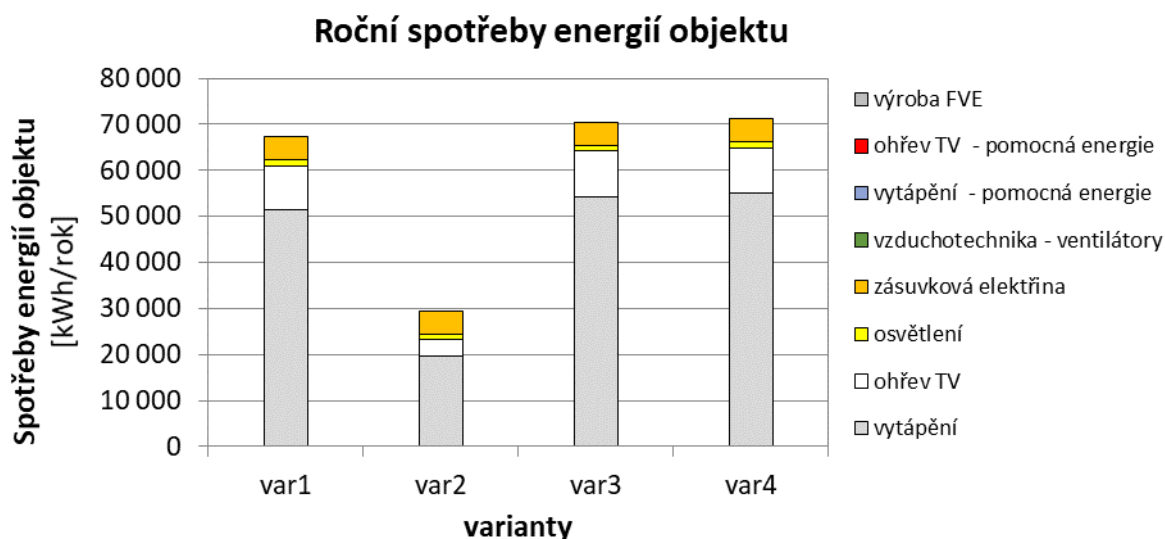
Tab. 8: Parametry jističů, ceny za jističe a tarify elektrické energie pro příslušné zdroje tepla. Tato tabulka neobsahuje sazby za ostatní jističe, které jsou ve výpočtu dále zohledněny.

Provozní náklady		Var 1	Var 2	Var 3	Var 4
vytápění	Kč/a	131 364	50 089	61 987	46 786
ohřev TV	Kč/a	24 304	9 267	14 550	12 469
osvětlení	Kč/a	5 751	5 751	5 751	5 751
zásuvková elektřina	Kč/a	23 835	23 835	23 835	23 835
pomocná elektřina - větrání	Kč/a	0	0	0	0
pomocná elektřina - vytápění	Kč/a	0	0	0	0
pomocná elektřina - ohřev TV	Kč/a	0	0	0	0
chlazení	Kč/a	0	0	0	0
výroba FVE	Kč/a	0	0	0	0
platba za jističe	Kč/a	37 955	37 955	8 204	8 204
roční provozní náklady	Kč/a	<b>223 210</b>	<b>126 897</b>	<b>114 327</b>	<b>97 045</b>
úspora proti variantě č. 1	Kč/a	0	96 312	108 882	126 165

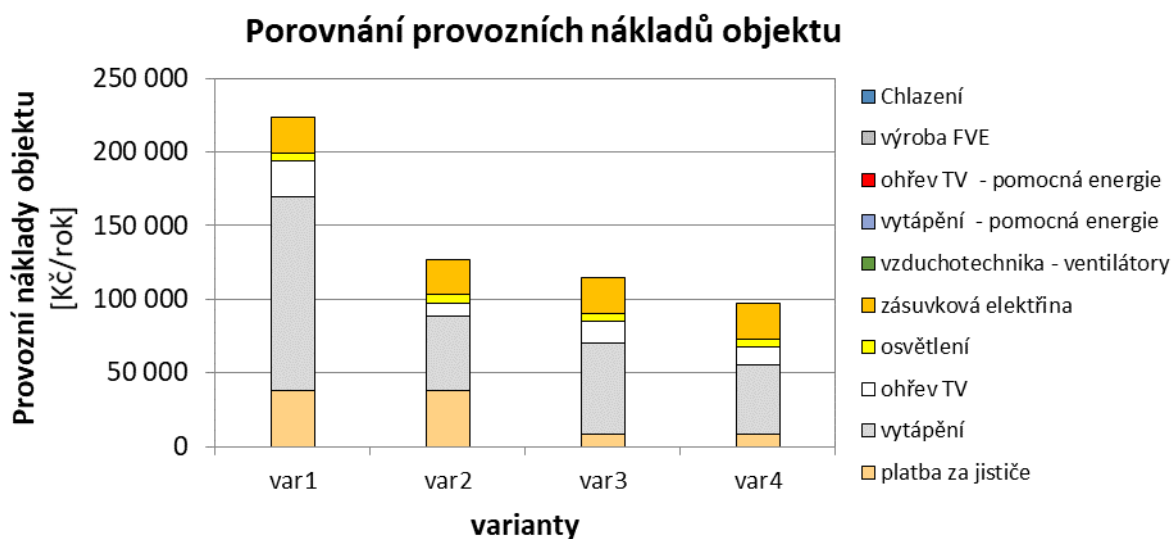
Tab. 9: Výsledné provozní náklady pro jednotlivé položky, spotřeby v hodnocených variantách a stanovená úspora.

## 8. Závěry

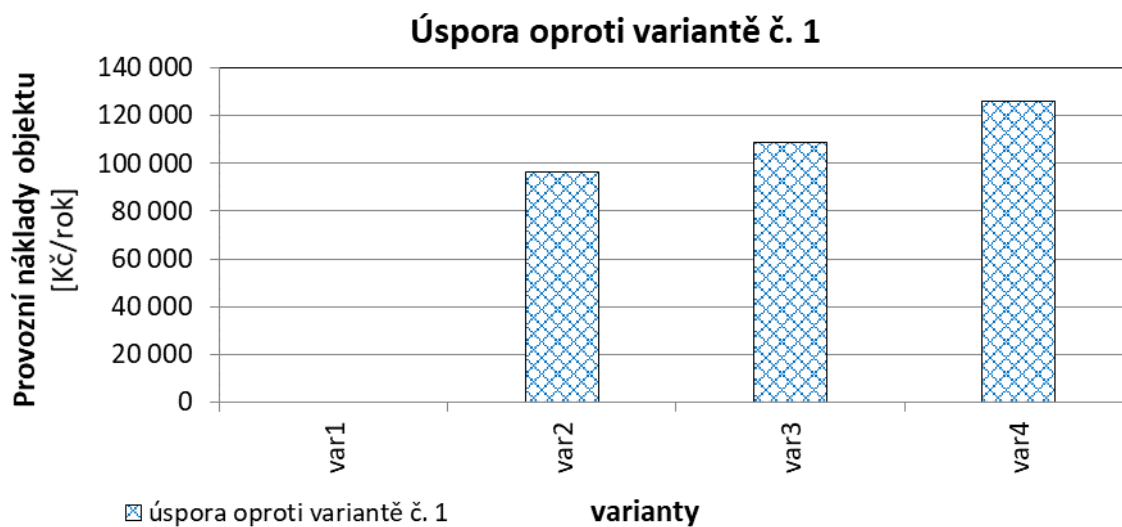
Následující grafy znázorňují porovnání ekonomických a energetických nákladů jednotlivých sledovaných variant. Jako referenční varianta je volena varianta 1 (Elektrokotel s akumulčním zásobníkem na teplou vodu).



Obr. 11: Porovnání roční spotřeby energií pro jednotlivé varianty.

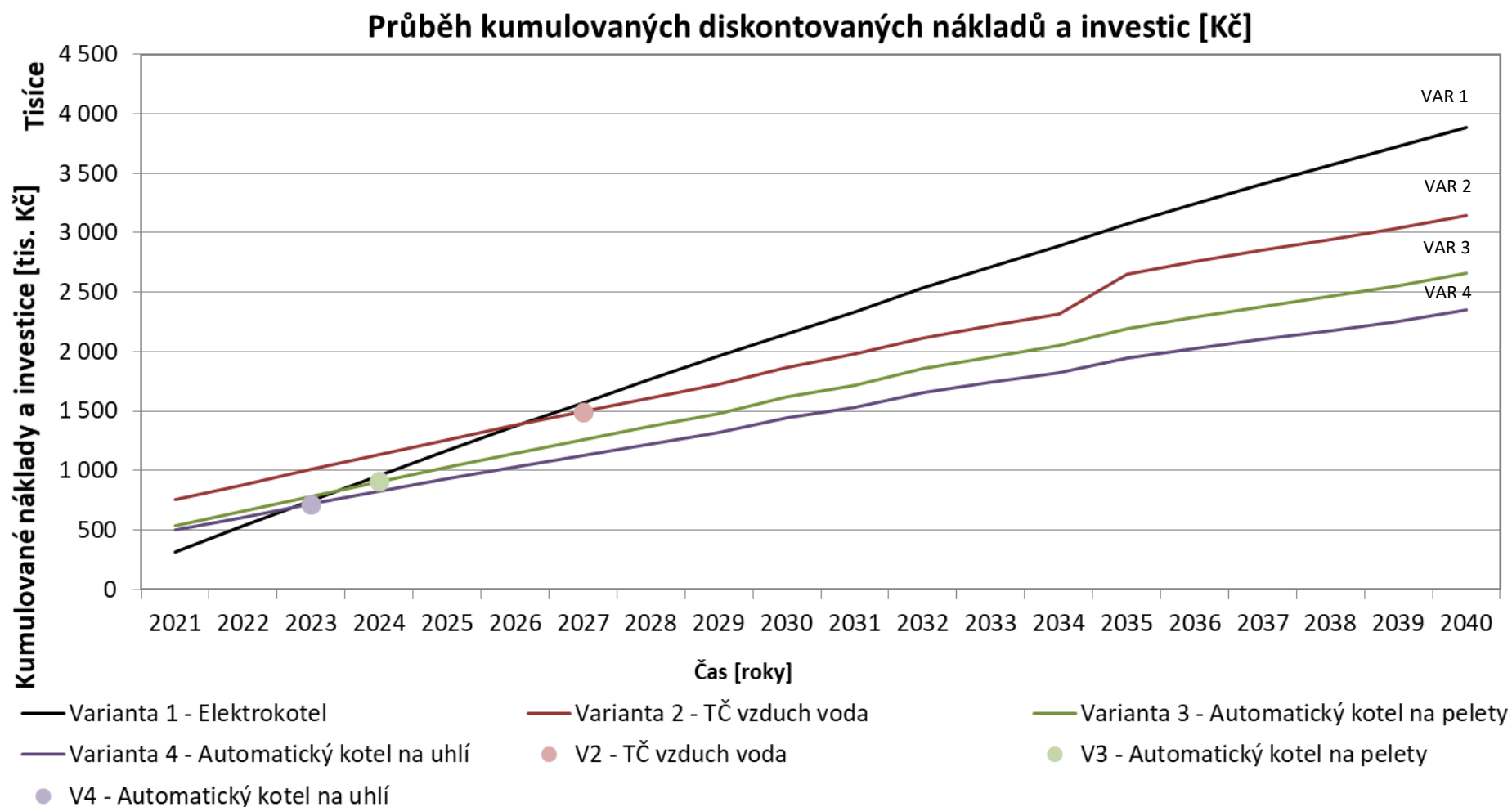


Obr. 12: Porovnání ročních provozních nákladů pro jednotlivé varianty.



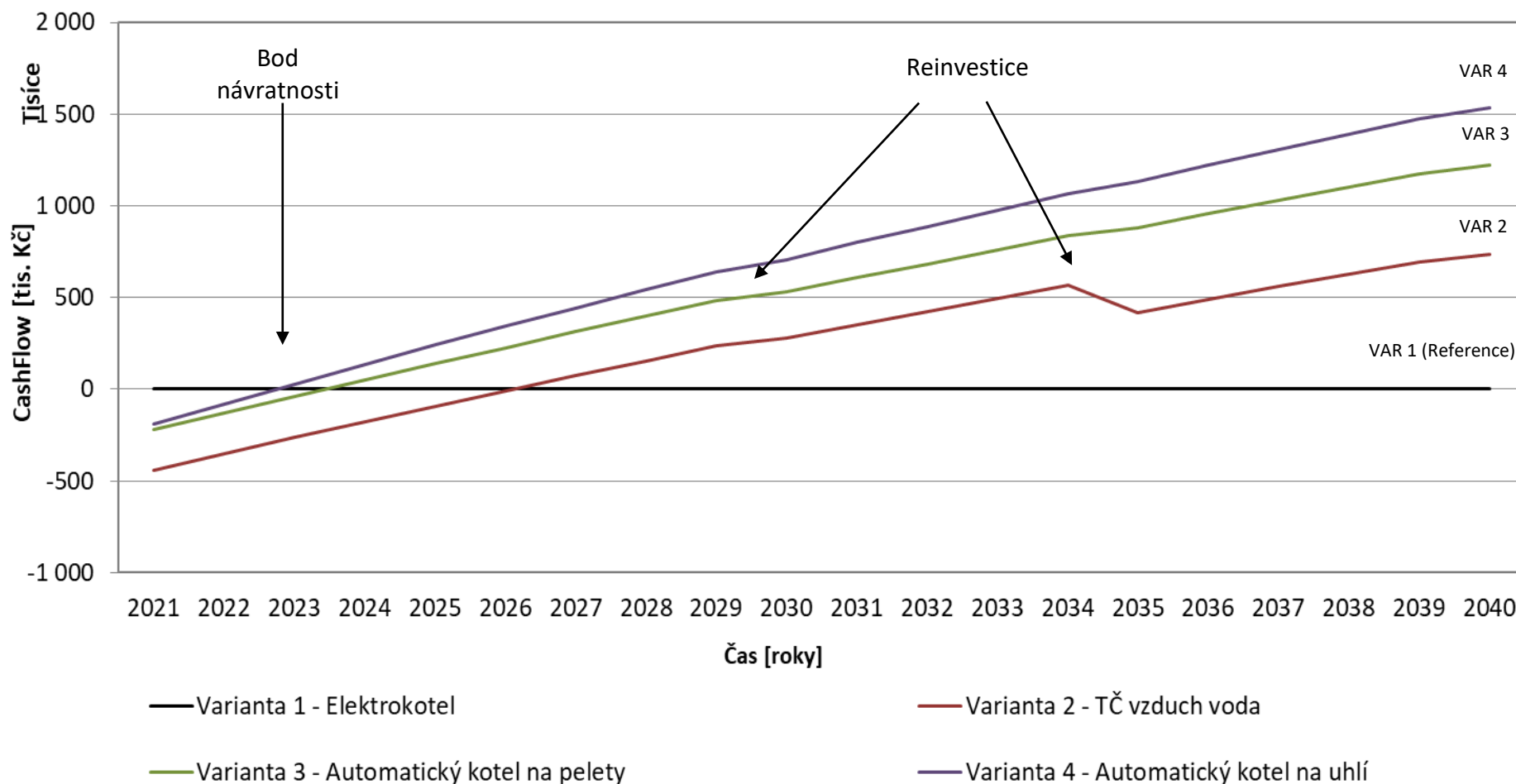
Obr. 13: Porovnání ročních úspor oproti referenční variantě.

Pro celkové ekonomické vyhodnocení je uvažováno s ročním růstem cen energie 5,0 % včetně inflace a míra výnosnosti projektu (diskont) je uvažován ve výši 1,5 %. Doba hodnocení je 20 let.



Obr. 14: Výsledné hodnocení variant – vzrůst cen energií 5,00 %, diskont 1,5 % (průběh NPV).

## Průběh kumulovaného diskontovaného CashFlow - referenční je varianta 1 [Kč]



Obr. 15: Průběh kumulovaných diskontovaných nákladů a investic jednotlivých variant. (Var 1 je uvedena jako referenční, proto cashFlow 0 tis.)

Pozn.: Graf zobrazuje bod návratnosti tam, kde křivka jednotlivých zdrojů protne čáru reference. V pravé části grafu je znázorněna hodnota NPV na konci doby hodnocení, tedy výše úspor po 20 letech. Na křivce tepelného čerpadla je znatelná reinvestice, kde je uvažováno s výměnou kompresoru.

## Vyhodnocení

Byla provedena energeticko – ekonomická studie kotelny objektu s třemi bytovými jednotkami na adrese Rudolfová 63, 460 14 Liberec XXI-Rudolfov, která nezahrnuje náklady na rozvody a koncová otopná tělesa teplovodní otopné soustavy, která jsou pro všechny čtyři varianty podobná (Pro variantu tepelného čerpadla se jedná o větší otopná tělesa, z důvodu větší teplosměnné plochy vlivem nižšího teplotního spádu otopné látky).

Z výše uvedených grafů je patrné, že ekonomicky je nejvýhodnější varianta 4 – kotel na uhlí. Tato varianta vykazuje nejvyšší úsporu provozních nákladů oproti srovnávací variantě (referenční varianta elektrokotel). Nutno brát v úvahu, že se nejedná (oproti variantě tepelného čerpadla a elektrokotle) o bezobslužný systém. Do násypky u kotle na uhlí je potřeba dosypávat palivo. Zároveň oproti kotli na pelety, u kterého prakticky veškeré palivo shoří, se jedná o systém, u kterého se častěji musí vynášet popelník. Na druhou stranu sklad na uhlí není tak náročný na vlhkost jako sklad na nepytlované pelety.

Hodnota NPV na konci doby hodnocení (tedy celkové úspory za 20 let) oproti variantě 1 je 1 535 331 Kč (v roce 2040).

	NPV	IRR	Prostá návratnost (let)	Diskontovaná návratnost (let)
Varianta 1 - Elektrokotel	0	0	0	0
Varianta 2 - TČ vzduch voda	734 881	22,0%	6	7
Varianta 3 - Automatický kotel na pelety	1 221 539	46,9%	4	4
Varianta 4 - Automatický kotel na uhlí	1 535 331	64,4%	<b>3</b>	<b>3</b>

Tab. 10: Výsledný finanční tok a návratnost investice. Doba návratnosti vychází kratší, než je obvyklé, protože cena vytápění elektřinou je vysoká.



Důležitými faktory, které ovlivňují ekonomická kritéria jsou zejména:

- Reálný způsob vytápění/provozu objektu, především průměrná teplota a případně přerušované vytápění.
- Cena instalovaných technologií.
- Skutečná spotřeba elektrické energie za provoz běžných spotřebičů v domácnosti.
- Cena za dodávku energií.
- Růst cen energie v čase (ve studii předpokládáme růst ve výši 5 %. Pokud by nedocházelo k růstu cen energií v minimální výši 5%/rok, tak by opět došlo k prodloužení návratnosti variant, a naopak).
- Skutečná spotřeba energie na vytápění. V případě vícenásobného opakování teplých zim, jako byly v posledních letech, by opět došlo k nezanedbatelnému prodloužení doby návratnosti, a naopak. Ve studii je kalkulováno s „normální“ zimou, která vychází z dlouhodobých měření.

**V případě výraznějších změn výše uvedených faktorů může dojít k odchylce od předpokládaných výsledků.**

V Jablonci nad Nisou červen.2021

Vypracoval: Ing. Jan Antonín, Ph.D.

Ing. Dominik Cakl

EnergySim s r.o.

## 9. Poznámky ke studii

**Spotřeby energií a výše provozních nákladů jsou stanoveny za těchto předpokladů:**

*Pro dosažení vypočtených hodnot se předpokládá správné zaregulování otopné, chladicí a další soustavy zásobování budovy energiemi. Následně doporučujeme pravidelné průběžné sledování reálných spotřeb budovy a porovnání s teplotními poměry v daném roce. Pouze tímto způsobem je možné odhalit nedostatky a chyby ve fungování technického systému budovy.*

**Ostatní:**

*Uvažované ceny jednotlivých systému jsou stanoveny na základě zkušeností zpracovatele. Skutečné ceny za realizaci daných variant se potom mohou lišit. Tyto je možné stanovit pouze na základě konkrétní cenové nabídky zpracovatelské firmy a mohou ovlivnit (negativně i pozitivně) výsledky ekonomického hodnocení jednotlivých variant. Stanovené provozní náklady jsou potom uvažovány na základě výpočtového modelu. Ve srovnání s reálným provozem je potom na základě nepřesnosti projektové dokumentace, nejistoty v určitých fyzikálních vstupech (např. parametry původních materiálů, atd.) a nakonec určité nepřesnosti vlastního výpočtového modelu možné očekávat částečnou odchylku vypočtených a reálných hodnot. Předpokládá se bezchybná realizace i provoz hodnocených opatření dle výše uvedené studie. Ekonomické a energetické hodnocení respektuje současné ceny a legislativní požadavky.*

*V provozních nákladech není kalkulováno s vodným a stočným (případným provozem studny), chlazením, platbami za internetové připojení apod.*

## Seznam tabulek

Tab. 1: Souhrnný přehled investic.....	15
Tab. 4: Vstupní parametry výpočtu.....	16
Tab. 5: Zdroje tepla, účinnosti výroby tepla zdrojem a ceny paliva použité v hodnocení.....	16
Tab. 6: Podíly zdrojů tepla na pokrytí dodávky tepla pro vytápění a ohřev teplé vody v jednotlivých variantách.....	17
Tab. 7: Odhad spotřeby uživatelské elektřiny (na základě statistických dat ČR s uvážením počtu osob, velikosti objektu a technologií).....	17
Tab. 8: Dílčí a celkové spotřeby energie pro jednotlivé varianty.....	18
Tab. 9: Parametry jističů, ceny za jističe a tarify elektrické energie.....	18
Tab. 10: Výsledné provozní náklady pro jednotlivé položky, spotřeby v hodnocených variantách a stanovená úspora.....	19

## Seznam obrázků

Obr. 1: 3D-energetický model budovy – pohled od severozápadu.....	8
Obr. 2: 3D-energetický model budovy – pohled od jihovýchodu.....	8
Obr. 3: Foto kotle a zásobník R0BC 500 s topným tělesem 6 kW.....	9
Obr. 4: Foto tepelného čerpadla, zásobník TV WWS 405.....	10
Obr. 5: Foto kotle a schéma referenčního hydraulického zapojení. Zdroj: Benekov.com.....	11
Obr. 6: Foto akumulční nádrž NAD 1000V2, 500 TV OKC NTR/BP+TPK 210–12/6,6 kW.....	11
Obr. 4: Foto kotle a schéma referenčního hydraulického zapojení. Zdroj: Benekov.com.....	12
Obr. 6: Foto akumulční nádrž NAD 1000V2, 500 TV OKC NTR/BP+TPK 210–12/6,6 kW.....	12
Obr. 5: Peletová kotelna a sklad pelet. Zdroj: <a href="https://ceska-peleta.cz/vytapeni/skladovani-paliva/">https://ceska-peleta.cz/vytapeni/skladovani-paliva/</a> .....	13
Obr. 10: Půdorys suterénu, ze kterého jsou odměřeny stavební šířky otvorů minimálně 900 mm. Z důvodu instalace kotlů.....	13
Obr. 11: Porovnání roční spotřeby energií pro jednotlivé varianty.....	20
Obr. 12: Porovnání ročních provozních nákladů pro jednotlivé varianty.....	20
Obr. 13: Porovnání ročních úspor oproti referenční variantě.....	21
Obr. 14: Výsledné hodnocení variant – vzrůst cen energií 5,00 %, diskont 1,5 % (průběh NPV).....	22
Obr. 15: Průběh kumulovaných diskontovaných nákladů a investic jednotlivých variant. (Var 1 je uvedená jako referenční, proto cashFlow 0 tis.).....	23

## Přílohy:

Příloha 1: Podrobný rozpočet

## Příloha 1

### Podrobný rozpočet VAR 1 a VAR 2

(Rozpočet kotlů na tuhá paliva viz. str. 14, kde jsou ceny stanoveny na základě zkušeností zpracovatele)

# Cenová nabídka dodávky a montáže elektrokotle

Vaillant eloBLOCK VE 24 s ohřevem TV



## Díky Topíte více než 500 domácností topí levněji

Tepelné čerpadlo nainstalujeme do 4 dnů s garancí maximálního přehledu o tom, jak bude instalace probíhat. Naše topenáře nemusíte přemlouvát. Šetříme jim čas tím, že plánujeme za ně.

- 🔥 Nejlepší řešení pro Vás díky naší (na trhu ojedinělé) nezávislosti na výrobci.
- 🔥 Možnost vyřízení dotace.
- 🔥 Servis na pár kliknutí. A bez čekání.
- 🔥 Jako provozovatel čerpadla získáte levnější sazbu elektřiny na celou domácnost.

# Materiál

Elektrokotel Vaillant eloBLOCK VE 24		26 100 Kč	<b>26 100 Kč</b>
Zásobník 500 l, bez výměníků, vč.izolace, R0BC		25 390 Kč	<b>25 390 Kč</b>
Příruba k R0BC500 včetně el. anodykod 7460		7 560 Kč	<b>7 560 Kč</b>
Topné těleso 6 kW s ovládáním a HDO, 3f, G6/4" poníkl.- nahr.8465		6 302 Kč	<b>6 302 Kč</b>
Mosazné a bronzové tvarovky (šroubení, KK atd.)		4 000 Kč	<b>4 000 Kč</b>
Cu potrubí včetně tvarovek a přechodů	5 x	450 Kč	<b>2 250 Kč</b>
Expanzní nádoba na pitnou vodu Refix DD 10 bar, 18 l		1 927 Kč	<b>1 927 Kč</b>
PPR tvarovky a přechody		1 465 Kč	<b>1 465 Kč</b>
Armatura flowjet pro obměnu vody v expanzní nádobě		562 Kč	<b>562 Kč</b>
PPR potrubí DN 25 PN 20	8 x	45 Kč	<b>360 Kč</b>
Kotvící, spojovací, těsnící a drobný materiál		350 Kč	<b>350 Kč</b>
Elektromateriál – vodiče		250 Kč	<b>250 Kč</b>
Elektromateriál – kotvící a upevňovací		200 Kč	<b>200 Kč</b>
<b>Materiál celkem bez DPH</b>			<b>76 716 Kč</b>

## Práce a doprava

Zprovoznění elektrokotle servisním technikem		3 500 Kč	3 500 Kč
Doprava		2 500 Kč	2 500 Kč
Připojení na rozvody vody		2 160 Kč	2 160 Kč
Montáž mosazných a bronzových tvarovek		1 800 Kč	1 800 Kč
Hydraulické propojení topného systému	5x	360 Kč	1 800 Kč
Umístění a přikotvení technologie	2x	750 Kč	1 500 Kč
Elektroinstalace a práce MaR		1 200 Kč	1 200 Kč
Napuštění systému a tlaková zkouška		850 Kč	850 Kč

**Práce a doprava celkem bez DPH** 15 310 Kč

**Cena celkem bez DPH** 92 026 Kč

**Partnerská sleva** -3 915 Kč

**Cena celkem po slevě** 101 327,65 Kč s DPH  
88 111 Kč bez DPH

\* konečná cena je fakturována dle skutečnosti, v případě potrubí je započítán 10% prořez

Nabídku pro Vás připravil:

Karel Náprstek  
karel.naprstek@topite.cz  
+420 604 298 161

# Základní pojmy cenové nabídky

## Záruka

Zařízení zahrnuje obvyklou záruku společnosti Topíte.cz jako kvalifikované montážní firmy. Veškeré náklady na opravy v průběhu záruční doby nese společnost Topíte.cz a daný výrobce. Za účelem zachování záruky výrobce a společnosti Topíte.cz musí majitel nemovitosti zajistit pravidelnou údržbu a kontrolu systému vytápění a ohřevu teplé vody. Každoroční údržbu Vašeho topného zařízení Vám s dostatečným předstihem připomeneme a pomocí servisního týmu zajistíme. Záruční podmínky jednotlivých výrobců jsou přenášeny na koncového zákazníka.

## Stavební připravenost

Stavební připraveností se myslí úprava prostor, vybudování základu pro technologii, příprava elektro nebo dovedení rozvodu vody, topení či odpadu do místa instalace. Konkrétní rozsah stavební připravenosti se upřesní při zaměření. Stavební připravenost v případě Vašeho zájmu můžeme zajistit.

## Platební podmínky

Záloha po podpisu smlouvy ve výši 65 % z hodnoty zakázky se splatností 10 dní. Doplatek po dokončení prací ve výši 35 % (po instalaci a uvedení do provozu) se splatností 10 dní.



# Cenová nabídka dodávky a montáže tepelného čerpadla

Alpha Innotec LW 251A včetně taktovacího zásobníku a zásobníku pro ohřev TV



## Díky Topíte více než 500 domácností topí levněji

Tepelné čerpadlo nainstalujeme do 4 dnů s garancí maximálního přehledu o tom, jak bude instalace probíhat. Naše topenáře nemusíte přemlouvat. Šetříme jim čas tím, že plánujeme za ně.

- 🔥 Nejlepší řešení pro Vás díky naší (na trhu ojedinělé) nezávislosti na výrobci.
- 🔥 Možnost vyřízení dotace.
- 🔥 Servis na pár kliknutí. A bez čekání.
- 🔥 Jako provozovatel čerpadla získáte levnější sazbu elektřiny na celou domácnost.

# Materiál

Tepelné čerpadlo Alpha innotec LWA 251		440 895 Kč	<b>440 895 Kč</b>
Zásobník TV WWS 405 (400 l)		26 240 Kč	<b>26 240 Kč</b>
Regulátor LUXTRONIK 2.0		23 090 Kč	<b>23 090 Kč</b>
Oddělovací taktovací zásobník TPSK500 AIT		22 040 Kč	<b>22 040 Kč</b>
Čerpadlo WILO Yonos MAXO 30/0,5-7 PN10		18 063 Kč	<b>18 063 Kč</b>
Elektrorozvaděč tepelného čerpadla		11 550 Kč	<b>11 550 Kč</b>
Přepínací ventil USV 5/4"		7 130 Kč	<b>7 130 Kč</b>
Cu potrubí 35 SANHA včetně tvarovek a přechodů	10 x	625 Kč	<b>6 250 Kč</b>
Elektrické topné těleso pro topnou vodu EHZ 75, 7,5 kW		5 460 Kč	<b>5 460 Kč</b>
Mosazné a bronzové tvarovky (šroubení, KK atd.)		4 200 Kč	<b>4 200 Kč</b>
Magnetický filtr SafeCleaner C 5/4		4 191 Kč	<b>4 191 Kč</b>
Čerpadlová skupina 1" jednotrubková - přímý topný okruh		3 950 Kč	<b>3 950 Kč</b>
Propojovací kabel STL 10m		3 665 Kč	<b>3 665 Kč</b>
Expanzní nádoba pro topný systém Reflex NG 80/6, 6 bar, 80 l, bílá		3 001 Kč	<b>3 001 Kč</b>
Pružná instalační sada IPA 5/4"		2 888 Kč	<b>2 888 Kč</b>
Expanzní nádoba na pitnou vodu Refix DD 10 bar, 18 l		1 927 Kč	<b>1 927 Kč</b>
Servisní ventil se zajištěním k exp. nádobě MK 1"		1 310 Kč	<b>1 310 Kč</b>
Izolace Armacell Armaflex HT 35/19 - UV odolná	4 x	237 Kč	<b>948 Kč</b>
Kotvící, spojovací, těsnící a drobný materiál		860 Kč	<b>860 Kč</b>
Elektromateriál – vodiče		600 Kč	<b>600 Kč</b>
Armatura flowjet pro obměnu vody v expanzní nádobě		562 Kč	<b>562 Kč</b>
PPR tvarovky a přechody		465 Kč	<b>465 Kč</b>
Elektromateriál – kotvící a upevňovací		400 Kč	<b>400 Kč</b>
PPR potrubí DN 25 PN 20	8 x	45 Kč	<b>360 Kč</b>
Tepelná izolace potrubí - Mirelon 35/13	10 x	31 Kč	<b>310 Kč</b>
Držák expanzní nádoby		255 Kč	<b>255 Kč</b>
Tepelná izolace potrubí - Mirelon 25/9	8 x	20 Kč	<b>160 Kč</b>

**Materiál celkem bez DPH**

**590 770 Kč**

# Práce a doprava

Umístění a přikotvení technologie	3x	3 500 Kč	<b>10 500 Kč</b>
Uvedení do provozu TČ s výkonem od 23 kW, prodloužená materiálová záruka 5 LET Alpha Innotec		7 500 Kč	<b>7 500 Kč</b>
Doprava		5 000 Kč	<b>5 000 Kč</b>
Hydraulické propojení topného systému	10x	360 Kč	<b>3 600 Kč</b>
Revize elektrického zapojení tepelného čerpadla		3 150 Kč	<b>3 150 Kč</b>
Montáž mosazných a bronzových tvarovek		2 560 Kč	<b>2 560 Kč</b>
Elektroinstalace a práce MaR		2 320 Kč	<b>2 320 Kč</b>
Připojení na rozvody vody		1 160 Kč	<b>1 160 Kč</b>
Proplach systému		1 160 Kč	<b>1 160 Kč</b>
Izolování potrubí	18x	63 Kč	<b>1 134 Kč</b>
Kontrola těsnosti chladiv		1 000 Kč	<b>1 000 Kč</b>
Napuštění systému a tlaková zkouška		920 Kč	<b>920 Kč</b>

**Práce a doprava celkem bez DPH 40 004 Kč**

**Cena celkem bez DPH 630 774 Kč**

**Partnerská sleva -96 996,90 Kč**

**Cena celkem po slevě 613 843,66 Kč s DPH**  
 533 777,10 Kč bez DPH

\* konečná cena je fakturována dle skutečnosti, v případě potrubí je započítán 10% prořez

Nabídku pro Vás připravil:

Karel Náprstek  
 karel.naprstek@topite.cz  
 +420 604 298 161

# Základní pojmy cenové nabídky

## Záruka

Zařízení zahrnuje obvyklou záruku společnosti Topíte.cz jako kvalifikované montážní firmy. Veškeré náklady na opravy v průběhu záruční doby nese společnost Topíte.cz a daný výrobce. Za účelem zachování záruky výrobce a společnosti Topíte.cz musí majitel nemovitosti zajistit pravidelnou údržbu a kontrolu systému vytápění a ohřevu teplé vody. Každoroční údržbu Vašeho topného zařízení Vám s dostatečným předstihem připomeneme a pomocí servisního týmu zajistíme. Záruční podmínky jednotlivých výrobců jsou přenášeny na koncového zákazníka.

## Stavební připravenost

Stavební připraveností se myslí úprava prostor, vybudování základu pro technologii, příprava elektro nebo dovedení rozvodu vody, topení či odpadu do místa instalace. Konkrétní rozsah stavební připravenosti se upřesní při zaměření. Stavební připravenost v případě Vašeho zájmu můžeme zajistit.

## Platební podmínky

Záloha po podpisu smlouvy ve výši 65 % z hodnoty zakázky se splatností 10 dní. Doplatek po dokončení prací ve výši 35 % (po instalaci a uvedení do provozu) se splatností 10 dní.