



**STŘEDISKO
PRO ÚSPORY ENERGIE**

SUE s.r.o. Most
Moskevská 508
434 01, Most
tel.: 476 104 189
mobil.: 602 445 169
e-mail: info@sue-cr.cz
www.sue-cr.cz

Energetický audit

dle zákona č. 406/2000 Sb.
a vyhlášky č. 480/2012 Sb., v platném znění



Bytový dům Račetice 159

Zpracoval:	Ing. Pavel Novák – energetický specialista, číslo oprávnění 0096		
Datum zpracování:	Prosinec 2015	Evidenční číslo energetického auditu	2015/12/002

Evidenční list energetického auditu
podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo: 2015/12/002

1. Část – Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA			
Obec Račetice			
2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případné adresa pro doručování			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Račetice	11		
d) obec	e) PSČ	f) email	g) telefon
Račetice	438 01	starosta@racetice.cz	+420 724 784 828
3. Identifikační číslo			
00673161			
4. Údaje o statutárním orgánu			
a) jméno		b) kontakt	
Vlastislav Hofman		starosta@racetice.cz	
5. Předmět energetického auditu			
a) název			
Bytový dům			
b) adresa			
Račetice 159, Račetice 438 01			
c) popis předmětu EA			
Předmětem auditu je bytový dům v Račeticích. Jedná se o dvoupodlažní objekt s obytným podkrovím a podzemním podlažím, kde jsou umístěna garážová stání. V celém objektu je umístěno 9 bytů, vždy 3 na podlaží. Vytápění bytového domu je provedeno otopnými ocelovými deskovými tělesy RADIK. Všechna otopná tělesa jsou opatřena termostatickými regulačními ventily. Zdrojem tepla je elektrický kotel realizovaný pro každý byt zvlášť. Budova je vyžděna z tvárníc LIAPOR tl. 365 mm. Jeden ze štítů byl zateplen polystyrenem o tl. 80 mm v předchozích letech. Okna jsou plastová s izolačním dvojsklem. Střecha podkroví je zateplena minerální vlnou. Podlaha v 1NP je zateplena polystyrenem.			

2. Část – Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností					
Z hlediska tepelné energie je objekt vytápěn elektrickými kotli, kde každý byt má svůj elektrický kotel. Teplá voda (TV) je připravována elektrickým bojlerem zvlášť v každém bytě. Pro potřeby zásobování objektu el. energií je objekt napojen na rozvod 400/230 V, TN-C. Dodavatelem el. energie je ČEZ Prodej s.r.o.. Hlavním spotřebitelem el. energie je vytápění, příprava teplé vody, osvětlení a tepelné spotřebiče v kuchyni.					
2. Vlastní zdroje energie					
a) zdroje tepla			b) zdroje elektřiny		
počet	0	ks	počet	0	ks
instalovaný výkon	0	MW	instalovaný výkon	0	MW
roční výroba	0	MWh	roční výroba	0	MWh
roční spotřeba paliva	0	GJ/r	roční spotřeba paliva	0	GJ/r
c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
počet	0	ks	druh OZE	-----	
instal. výkon elektrický	0	MW	druh DEZ	-----	
instal. výkon tepelný	0	MW	fosilní zdroje	-----	
roční výroba elektřiny	0	MWh			
roční výroba tepla	0	MWh			
roční spotřeba paliva	0	GJ/r			
3. Spotřeba energie					
Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Vytápění	0,033	MW	66	MWh/r	el. energie
Chlazení	-----	MW	0	MWh/r	-----
Větrání	-----	MW	0	MWh/r	-----
Úprava vlhkosti	-----	MW	0	MWh/r	-----
Příprava TV	-----	MW	15	MWh/r	el. energie
Osvětlení	0,0027	MW	5	MWh/r	el. energie
Technologie	-----	MW	13	MWh/r	el. energie
Celkem	-----	MW	99	MWh/r	el. energie

3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření						
varianta B						
Zateplení vnější fasády (SO1)						
f2. Úspory energie a nákladů						
	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	99,340	MWh/r	44,229	MWh/r	55,112	MWh/r
Náklady	320	tis. Kč/r	123	tis. Kč/r	198	tis. Kč/r
3. Spotřeba energie						
	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	66	MWh/r	24	MWh/r	43	MWh/r
Ztráty ve zdroji a rozv. energie	0	MWh/r	0,1	MWh/r	-0,1	MWh/r
Chlazení	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Větrání	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Úprava vlhkosti	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Příprava TV	15	MWh/r	2	MWh/r	13	MWh/r
Osvětlení	5	MWh/r	5	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	13	MWh/r	13	MWh/r	0	MWh/r
3. Ekonomické hodnocení						
doba hodnocení	20	roků	diskontní míra		3	%
reálná doba návratnosti	14	roků	investiční náklady		2 594	tis. Kč
prostá doba návratnosti	13	roků	cash flow		198	tis. Kč/r
IRR	8	%	NPV		1 356	tis. Kč
rok realizace	-----					

Všechny ceny v energetickém auditu jsou uvedeny s DPH.

4. Ekologické hodnocení									
Znečišťující látka	Stávající stav			Navrhovaný stav			Efekt		
	lokálně	globálně		lokálně	globálně		lokálně	globálně	
Tuhé látky	-----	0,038	t/r	-----	0,017	t/r	-----	0,021	t/r
SO ₂	-----	0,186	t/r	-----	0,083	t/r	-----	0,103	t/r
NO _x	-----	0,158	t/r	-----	0,070	t/r	-----	0,088	t/r
CO	-----	0,040	t/r	-----	0,018	t/r	-----	0,022	t/r
CO ₂	-----	116,228	t/r	-----	51,748	t/r	-----	64,480	t/r

4. Část – Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení		Titul	
Pavel Novák		Ing.	
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů		3. Datum vydání oprávnění	
0096		21.04.2008	
4. Datum posledního průběžného vzdělávání			
30.3.2014			
5. Podpis		6. Datum	22.12.2015

1. Úvod - zadání.....	7
2. Popis stávajícího stavu předmětu EA.....	8
2.1. Úvodní charakteristika předmětu EA.....	8
2.2. Stavebně - fyzikální stav objektu	9
2.3. Technický stav objektů	14
2.4. Systém managementu hospodaření s energií	16
2.5. Energetické vstupy – výpisy z faktur	16
3. Energetické vstupy – referenční spotřeba	18
3.1. Referenční spotřeba tepelné energie pro vytápění.....	18
3.2. Referenční spotřeba elektrické energie.....	19
3.3. Soupis energetických vstupů – referenční spotřeba.....	20
4. Analýza energetických spotřeb	20
4.1. Analýza stávající spotřeby tepla na vytápění	20
4.2. Analýza spotřeby el. energie	21
4.3. Osvětlení.....	21
5. Vyhodnocení stávajícího stavu	22
5.1. Vyhodnocení tepelně izolačních vlastností konstrukcí.....	22
5.2. Vyhodnocení TZB a účinnosti užití energie	24
5.3. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií	25
5.4. Celková energetická bilance	25
6. Zhodnocení dle vyhlášky MPO ČR č.78/2013 Sb.....	26
7. Návrh opatření ke zvýšení účinnosti užití energie	26
7.1. Možnosti snížení tepelné ztráty budov a jejich zhodnocení	26
7.2. Možnosti úsporných opatření v oblasti TZB	32
7.3. Organizační opatření - energetické manažerství	33
8. Dosažitelné energetické a finanční úspory	34
9. Varianty energetických úsporných opatření	35
9.1. Stanovení variant souhrnu energ. úsporných opatření.....	35
9.2. Ekonomické vyhodnocení	37
9.3. Ekologické vyhodnocení	43
9.4. Celková energetická bilance navržených variant	43
10. Výběr optimální varianty	44
10.1. Ekonomické vyhodnocení.....	44
10.2. Vyhodnocení úspor energie.....	45
10.3. Ekologické vyhodnocení	45

10.4.	Vyhodnocení požadavků ČSN 73 0540-2/2011.....	45
10.5.	Vyhodnocení požadavků na energetickou náročnost.....	45
11.	Doporučení energetického specialisty.....	46
11.1.	Popis optimální varianty	46
11.2.	Návrh koncepce systému managementu hosp. s energií.....	46
11.3.	Upravená energetická bilance optimální varianty	46
11.4.	Ekonomické a ekologické hodnocení opt. varianty	47
12.	Přílohy – výpočtová a obrazová část.....	48
12.1.	Kopie dokladu o vydání oprávnění podle §10b zákona č.406/2000Sb.	49
12.2.	Plochy jednotlivých konstrukcí, tepelné ztráty.....	50
12.3.	Tepelně – izolační vlastnosti stavebních konstrukcí	51
12.4.	Přepočet emisních faktorů.....	52
12.5.	Vstupní údaje od zadavatele – výpisy z faktur dodavatelů energií	53

1. Úvod - zadání

Energetický audit (dále jen EA) je vypracován podle zákona č.406/2000 Sb., vyhláškami MPO ČR č.78/2013 Sb. a č.480/2012 Sb. Účelem EA je posouzení energetického hospodářství a využívání energie v bytovém domě v Račeticích č.p.159, tj. provedení analýzy potenciálu energetických úspor, návrh souhrnu energetických úsporných opatření a ekonomické zhodnocení investice související s úsporami.

Byly použity tyto vstupní údaje:

- údaje z osobní prohlídky
- stavební dokumentace – Bytový dům v Račeticích 07/2000; č.zak.: 43/99/RA64
- spotřeby elektrické energie ve výpisech z faktur za roky 2012 - 2014

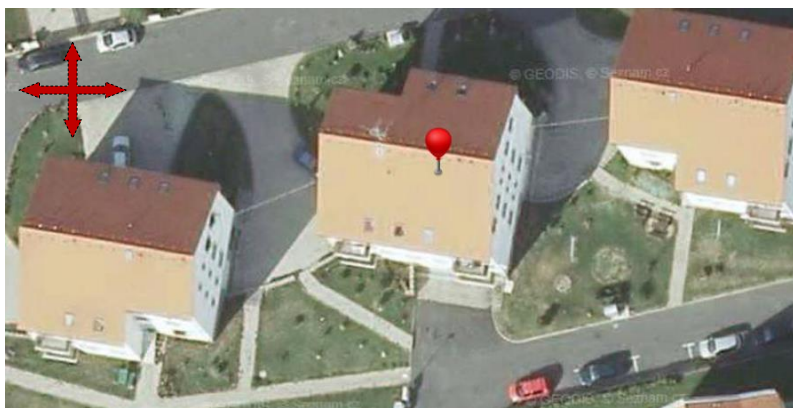
Při zpracování byly použity tyto základní normy:

- ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov (část 1 až 4)
- ČSN 38 3350 – Zásobování teplem
- ČSN 06 0320 – Ohřívání užitkové vody – navrhování a projektování
- ČSN EN 13790 – Výpočet potřeby energie na vytápění
- ČSN EN 12831 – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN ISO 13 788 – Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků
- ČSN EN ISO 10 077-1, 10 077-2 – Tepelné chování oken, dveří a okenic
- ČSN EN ISO 6946 – Stavební prvky a stavební konstrukce – souč. prostupu tepla
- ČSN EN ISO 10 211 – 1, 10 211 – 2 – Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích
- ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů
- ČSN 36 0452 – Umělé osvětlení obytných budov
- zákon ČR č.406/2000 Sb. v platném znění a související prováděcí předpisy a další, pro tento případ použitelné vyhlášky MPO ČR zejména č.193/2007 Sb., č.194/2007 Sb. a č.78/2013 Sb.
- Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

2. Popis stávajícího stavu předmětu EA

2.1. Úvodní charakteristika předmětu EA

Předmětem auditu je bytový dům v Račeticích. Jedná se o dvoupodlažní objekt s obytným podkrovím a podzemním podlažím, kde jsou umístěna garážová stání. V celém objektu je umístěno 9 bytů, vždy 3 na podlaží. Byty mají průměrnou užitnou plochu 60 m². Každý byt obsahuje šatnu, zádveří, wc, koupelnu, kuchyň s jídelním koutem, spíž, obývací pokoj a dva další pokoje. Konstrukce stavby je z tvárnic LIAPOR tl. 365 mm. Západní štít byl zateplen polystyrenem o tl. 80 mm. Okna jsou původní plastová. Vstupové dveře jsou jednokřídlové otevírané ven. Střecha je řešena z betonových tašek a je zateplena 200 mm tepelnou izolací. Podlaha v 1NP je zateplena 40 mm polystyrenem.



- Z hlediska tepelné energie je objekt vytápěn elektrickými kotli, kde každý byt má svůj elektrický kotel. Teplá voda (TV) je připravována elektrickým bojlerem zvlášť v každém bytě. Vytápění bytového domu je provedeno otopnými ocelovými deskovými tělesy RADIK. Všechna otopná tělesa jsou opatřena ventilovou hlavicí s termostatickým ovládáním. Pro potřeby zásobování objektu el. energií je objekt napojen na rozvod 400/230 V, TN-C. Dodavatelem el. energie je ČEZ Prodej s.r.o.. Hlavním spotřebitelem el. energie je vytápění, příprava teplé užitkové vody, osvětlení a teplené spotřebiče v kuchyni.
- Budova je situována dle ČSN 73 0540-3/2005 v teplotní oblasti 2, s návrhovou teplotou venkovního vzduchu v zimním období -15°C a se zvýšeným zatížením větrem v krajině.
- Budova je využívána nepřetržitě

2.2. Stavebně - fyzikální stav objektu

2.2.1. Svislé neprůsvitné konstrukce

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	plášť budovy	SO1
Popis konstrukce: Nezateplená fasáda		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce	Materiál	Tloušťka (cm)
	Vnitřní omítka	2
	Liatherm 365/4MPa	36,5
	Vnější omítka	2
Stav konstrukce	Konstrukce nesplňuje požadavek na součinitel prostupu tepla a bilanci vlhkosti dle ČSN 73 0540-2/2011.	

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	plášť budovy	SO2
Popis konstrukce: Zateplená fasáda		
		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce	Materiál	Tloušťka (cm)
	Vnitřní omítka	2
	Liatherm 365/4MPa	36,5
	Vnější omítka	2
	Polystyren pěnový EPS	8
	Konstrukce splňuje požadavek na součinitel prostupu tepla a bilanci vlhkosti dle ČSN 73 0540-2/2011.	

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	plášť budovy	SN1
Popis konstrukce: stěna mezi vytápěným prostorem podkrovím a nevytápěnou půdou		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce	Materiál	Tloušťka (cm)
	Vnitřní omítka	2
	Liapor M240	24
	Vnější omítka	2
Stav konstrukce	Konstrukce je v dobrém stavu, bez zjevných narušení. Konstrukce nesplňuje požadavek na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011.	

2.2.2. Výplně otvorů

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	výplně otvorů	OZ1
Popis konstrukce – plastová okna s izolačním dvojsklem		
		
Stav oken	Okna neodpovídají současným požadavkům na souč. prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011.	

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	výplně otvorů	OZ2
Popis konstrukce – Střešní okna 		
Stav oken	Okna odpovídají současným požadavkům na souč. prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011.	

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	výplně otvorů	DO1
Popis konstrukce – plastové dveře s izolačním dvojsklem		
Stav dveří	Dveře neodpovídají současným požadavkům na souč. prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011.	

2.2.3. Střecha

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	Střecha	SCH1
Popis konstrukce – šikmá střecha		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce	Materiál	Tloušťka (cm)
	Vnitřní omítka	1
	Sádrokarton	1,25
	Parozábrana	0,1
	Minerální vlna	20
	Podstřešní fólie	0,1
Stav konstrukce	Konstrukce střechy je v dobrém stavu bez zjevných závad. Konstrukce vyhovuje současným požadavkům ČSN 73 0540-2/2011.	

2.2.4. Strop

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	Strop	STR1
Popis konstrukce – Strop mezi podkrovím a nevytápěnou půdou		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce	Materiál	Tloušťka (cm)
	Vnitřní omítka	1
	Sádrokarton	10
	Parozábrana	0,1
	Minerální vlna	14
Stav konstrukce	Konstrukce stropu je v dobrém stavu bez zjevných závad. Konstrukce nevyhovuje současným požadavkům ČSN 73 0540-2/2011.	

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	Strop	STR2
Popis konstrukce – Strop mezi 2NP a nevytápěnou půdou		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce		
	Materiál	Tloušťka (cm)
	Vnitřní omítka	1
	Strop Liapor	25
	Parozábrana	0,1
	Minerální vlna	14
Stav konstrukce	Konstrukce stropu je v dobrém stavu bez zjevných závad. Konstrukce nevyhovuje současným požadavkům ČSN 73 0540-2/2011.	

2.2.5. Podlaha

Název budovy	účel konstrukce	Označení konstrukce
Bytový dům V Račeticích 159	Podlaha	PDL1
Popis konstrukce – podlaha mezi 1NP and 1PP		
Předpokládané složení neprůsvitné konstrukce	Materiál	
	Tloušťka (cm)	
	Keramická dlažba	0,8
	Betonová mazanina	6
	Bitagit	0,35
	Polystyren pěnový EPS	4
	Strop Liapor	25
Stav konstrukce	Konstrukce podlahy nevykazuje žádné poruchy. Konstrukce nevyhovuje současným požadavkům ČSN 73 0540-2/2011 na součinitel prostupu tepla.	

2.3. Technický stav objektů

2.3.1. Technologie vytápění

Zdroj tepla, popis technologie, měření a regulace	Z hlediska tepelné energie je objekt vytápěn elektrickými kotli, kde každý byt má svůj elektrický kotel. 
Topná tělesa	Vytápění bytového domu je provedeno otopnými ocelovými deskovými tělesy RADIK. Všechna otopná tělesa jsou opatřena termostatickými regulačními ventily 
Tepelné izolace	Rozvody jsou vedeny vytápěným prostorem, a proto nejsou opatřeny tepelnou izolací

2.3.2. Teplá a studená voda

Příprava teplé vody, měření tepla a přidavné studené vody	Teplá voda (TV) je připravována elektrickým bojlerem. Pro každý byt je umístěn vlastní bojler. Celkem je pro bytový dům 9 boilerů. 
Rozvody a izolace	Rozvody teplé vody jsou provedeny v plastovém potrubí.
Odběrové baterie	Na výtocích jsou instalovány pákové vodovodní baterie.

2.3.3. Elektrická energie

Dodavatel el. eg., soustava	ČEZ Prodej s.r.o., normalizovaná soustava 3+PEN, 400/230V, 50Hz, TN-C
Popis instalace	Rozvody elektro jsou provedeny z CU vodičů, napojení elektro je z rozvaděče. Jedná se o světelné a zásuvkové rozvody.
Spotřebiče	• Osvětlení Většinou jsou použita typizovaná žárovková tělesa s příkonem žárovky 60 W resp. 100 W a světelným tokem 720 lm resp. 1 360 lm. • Ostatní spotřeba Spotřebiče v této oblasti jsou drobné spotřebiče jako je výpočetní technika, video a audiotechnika, pračka, kuchyňské spotřebiče, drobné a přenosné spotřebiče. Instalovaný příkon jednotlivých okruhů spotřebičů

	Spotřebič	Instalovaný el. příkon (kW)
	Osvětlení	5,3
	El. energie - ostatní	54
	Celkem	59,3

2.4. Systém managementu hospodaření s energií

Systém managementu hospodaření s energií dle ČSN EN ISO 50001 v posuzovaném energetickém hospodářství zaveden není. Nejsou zde zavedeny žádné procesy měření a vyhodnocování spotřeb nakupovaných energií, které by bylo možno začlenit do tohoto systému.

2.5. Energetické vstupy – výpisy z faktur

V následujících tabulkách jsou zpracovány fakturační údaje jednotlivých energetických vstupů, včetně průměrných hodnot:

pro rok	2012				
Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jednotku)	Přepočet na MWh	Roční náklady (tis. Kč)
Elektřina	MWh	71,595		72	238
Teplo	GJ	0		0	
Zemní plyn	MWh	0		0	
Jiné plyny	MWh	0		0	
Hnědé uhlí	t	0		0	
Černé uhlí	t	0		0	
Koks	t	0		0	
Jiná pevná paliva	t	0		0	
TTO	t	0		0	
LTO	t	0		0	
PHM	t	0		0	
Druhotné zdroje	GJ	0		0	
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0		0	
Jiná paliva	GJ	0		0	
Celkem vstupy paliv a energie				72	238
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				72	238

pro rok	2013				
Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jednotku)	Přepočet na MWh	Roční náklady (tis. Kč)
Elektřina	MWh	70,425		70	242
Teplo	GJ	0		0	
Zemní plyn	MWh	0		0	
Jiné plyny	MWh	0		0	
Hnědé uhlí	t	0		0	
Černé uhlí	t	0		0	
Koks	t	0		0	
Jiná pevná paliva	t	0		0	
TTO	t	0		0	
LTO	t	0		0	
PHM	t	0		0	
Druhotné zdroje	GJ	0		0	
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0		0	
Jiná paliva	GJ	0		0	
Celkem vstupy paliv a energie				70	242
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				70	242

pro rok	2014				
Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jednotku)	Přepočet na MWh	Roční náklady (tis. Kč)
Elektřina	MWh	72,936		73	235
Teplo	GJ	0		0	
Zemní plyn	MWh	0		0	
Jiné plyny	MWh	0		0	
Hnědé uhlí	t	0		0	
Černé uhlí	t	0		0	
Koks	t	0		0	
Jiná pevná paliva	t	0		0	
TTO	t	0		0	
LTO	t	0		0	
PHM	t	0		0	
Druhotné zdroje	GJ	0		0	
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0		0	
Jiná paliva	GJ	0		0	
Celkem vstupy paliv a energie				73	235
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				73	235

Vstupy paliv a energie	jednotka	Průměrná hodnota
Elektřina	MWh	72
Teplo	GJ	0
Zemní plyn	MWh	0
Jiné plyny	MWh	0
Hnědé uhlí	t	0
Černé uhlí	t	0
Koks	t	0
Jiná pevná paliva	t	0
TTO	t	0
LTO	t	0
PHM	t	0
Druhotné zdroje	GJ	0
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0
Jiná paliva	GJ	0

3. Energetické vstupy – referenční spotřeba

Referenční spotřeba energie je objektivní hodnota spotřeby, která je výchozím údajem, od které se odvíjejí úspory energie, úspory nákladu na energii a ekonomické výpočty. V posuzovaném objektu jsou stanovovány následující referenční spotřeby:

- Referenční spotřeba elektrické energie pro vytápění
- Referenční spotřeba elektrické energie pro přípravu teplé vody
- Celková referenční spotřeba elektrické energie

V následujících kapitolách je stanoven způsob určení referenční spotřeby v jednotlivých technologických okruzích, okrajové podmínky a konkrétní hodnota referenční spotřeby.

3.1. Referenční spotřeba tepelné energie pro vytápění

Pro stanovení referenční spotřeby tepelné energie obecně je použit následující postup:

- a) Referenční spotřeba byla stanovena ze skutečně naměřené a fakturované roční spotřeby elektrické energie pro jednu bytovou jednotku. Tato spotřeba byla použita pro stanovení celkové spotřeby elektrické energie bytového domu. Z celkové fakturované spotřeby byla odečtena spotřeba elektrické energie potřebná na výrobu teplé vody a byla také odečtena spotřeba elektrické energie na osvětlení a další domácí spotřebiče. Zbývající spotřeba elektrické energie odpovídá spotřebě pro vytápění. K této spotřebě byla přiřazena průměrná venkovní teplota v topném období a počet topných dnů.
- b) Roční spotřeba tepla pro vytápění uvedená v odstavci a) je přepočítána denostupňovou metodou na průměrné klimatické podmínky pro území ČR. Tomu odpovídá střední teplota venkovního vzduchu $+3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 242 topných dnů.
- c) Spotřeby z odstavce b) jsou upraveny o tzv. zvláštnosti v provozu. Zvláštností v provozu ovlivňující referenční spotřebu se rozumí především neprovozované nebo nefunkční tepelné zařízení v objektu, které má být na žádost vlastníka objektu nebo z hygienických či jiných důvodů zprovozněno. Tímto zprovozněním by došlo reálně ke zvýšení spotřeby, a proto je nutné v takovém případě příslušně upravit referenční spotřebu (v případě uvedení nefunkčního zařízení do provozu navýšit, v případě odstavení funkčního zařízení ponížit).

3.1.1. Referenční spotřeba tepelné energie pro vytápění

ad 3.1a)

V následující výpočtové tabulce je uvedena oddělená průměrná spotřeby tepla pro vytápění z roku 2014 a odpovídající okrajové podmínky, za kterých se spotřeba tepla uskutečnila:

Q ÚT (GJ)	D°	t _{is} (°C)	t _{es} (°C)- průměr sledovaných let	topné dny
190	3 079	19,6	6,1	228

Vnitřní převažující výpočtová teplota T _i	19,5 °C
Návrhová teplota venkovního vzduchu dle ČSN 73 0540-3/2005	-15 °C
Doba plného vytápění	16 hod
Doba tlumeného vytápění	8 hod

ad 3.1b)

Spotřeba tepla v odstavci 3.1a) je přepočítána na normové okrajové podmínky tj. +3,8 °C a 242 topných dnů:

Q ÚT (GJ)	D°	t _{is} (°C)	t _{es} (°C)- průměr sledovaných let	topné dny
239	3 824	19,6	3,8	242

Vnitřní převažující výpočtová teplota T _i	19,5 °C
Návrhová teplota venkovního vzduchu dle ČSN 73 0540-3/2005	-15 °C
Doba plného vytápění	16 hod
Doba tlumeného vytápění	8 hod

ad 3.1c)

V objektech se nenachází neprovozovaný tepelný spotřebič.

3.1.2. Referenční spotřeba tepelné energie pro přípravu teplé vody

Referenční spotřeba tepla pro přípravu teplé vody byla stanovena odborným odhadem a činí 54 GJ/rok.

3.2. Referenční spotřeba elektrické energie

Pro účely výpočtu je jako referenční spotřeba el. energie použita spotřeba z roku 2014.

Spotřeba elektrické energie - souhrn		
průměr	71,7 MWh	231 tis Kč
	258 GJ	

3.3. Soupis energetických vstupů – referenční spotřeba

Tab. - Soupis energetických vstupů – referenční spotřeba energie

Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jednotku)	Přepočet na MWh	Roční náklady (tis. Kč)
Elektřina	MWh	306,891		307	989
Teplo	GJ	0		0	
Zemní plyn	MWh	0		0	
Jiné plyny	MWh	0		0	
Hnědé uhlí	t	0		0	
Černé uhlí	t	0		0	
Koks	t	0		0	
Jiná pevná paliva	t	0		0	
TTO	t	0		0	
LTO	t	0		0	
PHM	t	0		0	
Druhotné zdroje	GJ	0		0	
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0		0	
Jiná paliva	GJ	0		0	
Celkem vstupy paliv a energie				307	989
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				307	989

4. Analýza energetických spotřeb

4.1. Analýza stávající spotřeby tepla na vytápění

4.1.1. Analýza spotřeby tepla pro vytápění a ztrát v technologii

V této podkapitole je provedena analýza funkčnosti systému MaR a analýza ztrát v rozvodech tepla. Spotřeba tepla pro vytápění a ztrát vychází z uvedených okrajových podmínek. V následující tabulce je provedeno rozklíčování celkové spotřeby tepla na spotřebu tepla pro vytápění, přípravu teplé vody a ztráty v rozvodech.

Q teplo total (GJ)	Q ÚT (GJ)	D°	t _{is} (°C)	t _{es} (°C)- průměr sledovaných let	topné dny	teplá voda (GJ)
244	190	3 079	19,6	6,1	228	54

Spotřeba tepla pro vytápění bez započtení tepelných zisků		204 GJ
vnější tepelné zisky		5 GJ
vnitřní tepelné zisky		9 GJ

Z tabulky – analýzy stávající spotřeby tepelné energie, ve které jsou zohledněny vnější a vnitřní tepelné zisky vyplývá, že spotřeba tepla pro vytápění při stávajících tepelných ztrátách a skutečném venkovním teplotním průměru odpovídá vytápěné průměrné prostorové teplotě 19,6°C. Převažující vnitřní výpočtová teplota činí 19,5 °C. Mimo to stávající spotřeba vychází ze skutečného 16 hodinového plného a 8 hodinového tlumeného provozu vytápění.

Dosahovaná průměrná teplota odpovídá racionálnímu provozu tepelného hospodářství u těchto typů objektů.

4.2. Analýza spotřeby el. energie

Analýza spotřeby el. energie jednotlivých spotřebičů vychází z instalovaného příkonu a doby využívání spotřebičů v jednotlivých oblastech.

Spotřebič	Instalovaný el. příkon (kW)	spotřeba el. energie (MWh/r)	spotřeba el. energie (GJ/r)	Náklady (Kč/r)
Osvětlení	5,3	4,643	16,7	14 969
El. energie - ostatní	54	13,357	48,1	43 065
Celkem	59,3	18,000	64,8	58 034

4.3. Osvětlení

Při posuzování hospodárnosti užití energie osvětlovacích soustav jsme vycházeli z těchto podmínek:

Pro osvětlení vnitřních prostorů můžeme využít 3 druhy osvětlení:

- **denní osvětlení**, které využívá přírodní světlo vnikající do vnitřního prostoru otvory ve stavební konstrukci a navrhuje se nezávisle na umělém osvětlení,
- **umělé osvětlení**, které využívá světla od umělých, převážně elektrických zdrojů světla a navrhuje se nezávisle na denním osvětlení,
- **sdužené osvětlení**, které využívá současně denní a umělé osvětlení.

Požadavky na osvětlení jsou určeny uspokojením těchto základních lidských potřeb:

- **zrakovou pohodou** – přispívá k vysoké úrovni produktivity,
- **zrakovým výkonem** – pracovníci jsou schopni vykonávat zrakové úkoly i při obtížných podmínkách a během dlouhé doby,
- **bezpečností**.

Problematika osvětlení je zaměřena na splnění zejména těchto ukazatelů:

- **světelný tok [lm]** - udává kolik světla celkem vyzáří zdroj do všech směrů,
- **svítivost [cd]** - udává, kolik světelného toku vyzáří světelný zdroj do prostorového úhlu v určitém směru,
- **osvětlenost (intenzita osvětlení) [lux]** – udává, jak je určitá plocha osvětlována,

- **jas** [cd/m^2] – je měřítkem pro vjem světlosti svítícího nebo osvětlovaného prostoru,
- **rozložení jasů** [-] – určuje úroveň adaptace zraku, která ovlivňuje viditelnost úkolů,
- **oslnění** [-] – vyskytují – li se v zorném poli oka velké jasy nebo jejich rozdíly, popřípadě vniknou-li velké prostorové či časové kontrasty jasů, které výrazně překračují meze adaptability zraku, vzniká oslnění. Oslnění hodnotíme indexem oslnění, eventuálně činitelem oslnění.
- **rovnoměrnost osvětlení** [-] - je poměr minimální a průměrné osvětlenosti na daném povrchu (viz též IEC 60050-845/CIE 17.4.:845-09-58 rovnoměrnost osvětlení); osvětlení místa zrakového úkolu musí být co nejrovnoměrnější.
- **osvětlenost bezprostředního okolí** [lux] – osvětlenost bezprostředního okolí úkolu musí souviset s osvětlením místa zrakového úkolu a má poskytovat vyvážené rozložení jasů v zorném poli. Velké prostorové změny osvětlenosti v okolí úkolu mohou způsobit namáhání zraku a zrakovou nepohodu.

Osvětlenost bezprostředního okolí může být menší než osvětlenost úkolu, avšak nesmí být menší než hodnoty uvedené v následující tabulce:

Osvětlenost úkolu	Osvětlenost bezprostředního okolí
lx	lx
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E úkolu
rovnoměrnost osvětlení: $\geq 0,7$	rovnoměrnost osvětlení: $\geq 0,5$

Ze zjištěného stavu o systému zásobování a spotřebě el. energie v objektu lze vyvodit následující závěry:

Spolehlivost systému je vysoká a nevykazuje nadměrnou poruchovost.

Instalované a využívané světelné zdroje odpovídají dnešním standardům.

5. Vyhodnocení stávajícího stavu

5.1. Vyhodnocení tepelně izolačních vlastností konstrukcí

5.1.1. Tepelně izolační parametry konstrukcí

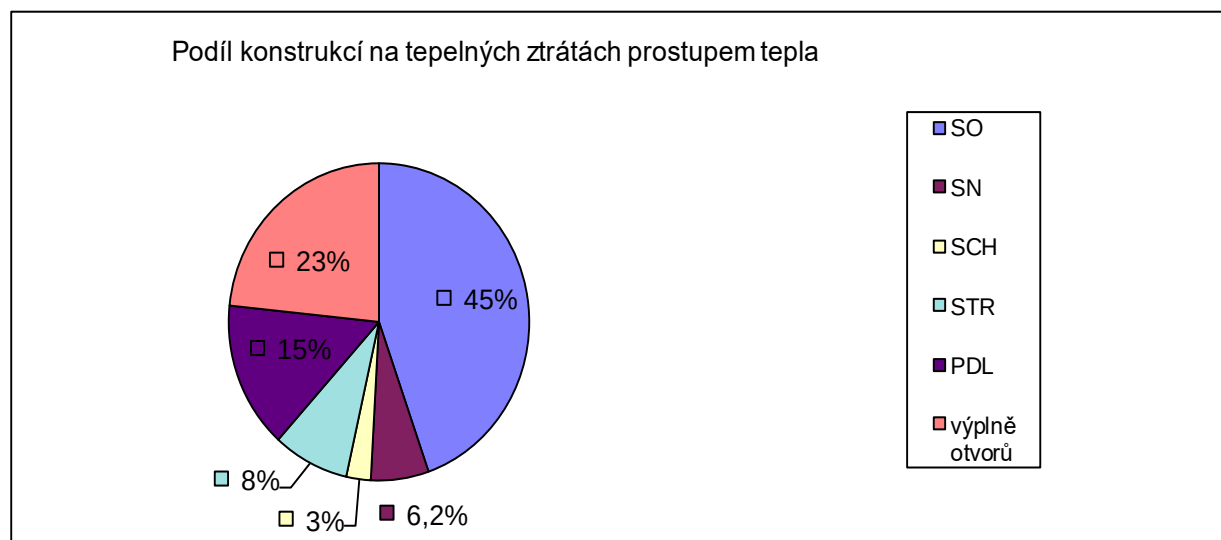
Úplné tepelně izolační parametry jednotlivých konstrukcí budovy, které tvoří obálku budovy jsou uvedeny v příloze. V následující tabulce jsou tyto údaje shrnuty tj. označení a umístění

konstrukce, tepelné odpory konstrukcí při prostupu tepla a součinitele prostupu tepla zabudované konstrukce – pro účely výpočtu tepelných ztrát obálkovou metodou.

Popis a parametry vybraných funkčních stavebních dílů				
Označení konstrukce	funkční stavební díl	Umístění, obecná identifikace	stávající stav	
			Ro (m².K/W)	U (W/m²K)
svislé vnější stavební konstrukce				
SO1	obvodový plášť	Vnější stěna nezateplená	2,10	0,48
SO2		Vnější stěna - zateplená	3,91	0,26
SN1		Stěna v půdní vestavbě	0,78	1,29
vnější vodorovné konstrukce - střecha - stropy				
SCH 1	střecha	Střecha v půdní vestavbě	4,26	0,24
STR1		Strop v půdní vestavbě	2,94	0,34
STR2		Strop mezi 2NP a půdou	3,13	0,32
vnější vodorovné konstrukce - podlahy				
PDL1	podlahy	Podlaha mezi garážema a 1NP	1,47	0,68
výplně otvorů				
OZ1	výplně otvorů	Klasická okna na vnější stěně	0,56	1,80
OZ2		Střešní okna	0,56	1,80
DO1		Vchodové dveře	0,56	1,80

5.1.2. Výpočet tepelných ztrát a jejich analýza

Ke kontrole spotřeby tepla pro vytápění byl proveden přepočet tepelných ztrát. Výpočtové tabulky tepelných ztrát budov jsou uvedeny v příloze. Z nich je možné vyčíst podíl dílčích ztrát jednotlivých konstrukcí, např. oken, na celkových tepelných ztrátách budovy. Součinitele prostupu tepla konstrukcí jsou uvedeny v předcházející kapitole.



5.1.3. Posouzení konstrukcí z hlediska ČSN 73 0540-2

Energetické hodnocení budov bylo provedeno podle ČSN 73 0540-2/2011. Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které podle stavebního zákona zajišťují hospodárné splnění základního požadavku na úsporu energie a tepelnou energii. Platí pro nové budovy a pro stavební úpravy, udržovací práce, změny v užívání budov a jiné změny dokončených bu-

dov. Výpočty pro jednotlivé konstrukce, průběhy teplot v konstrukci a průběhy částečných tlaků jsou uvedené podrobně v příloze. Výsledky posouzení jsou shrnuté v příloze „Posouzení konstrukce podle ČSN 73 0540-2/2011“.

Zhodnocení podle ČSN 73 0540-2/2011							
Budova	Název konstrukce	Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce	Součinitel prostupu tepla (W/m ² K)	Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce (kg/m ² a)	Intenzita výměny vzduchu (1/h)	Průvzdušnost obvodového pláště	Pokles dotykové teploty podlahy
		$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$	$U < U_N$	$M_c = 0$ nebo $M_c < M_{c,N}$	$n_N < n < 1,5 n_N$	$i_{mN} > i_{mV}$	$\theta_{10N} > \theta_{10}$
Bytový dům 159	SO1	+	-	-	+	+	-
	SO2	+	+	+			
	SN1	+	-	-			
	SCH 1	+	+	+			
	STR1	+	-	+			
	STR2	+	-	+			
	PDL1	+	-	+			
	OZ1	-	-	-			
	OZ2	-	-	-			
	DO1	-	-	-			
Poznámka	Symboly "+" nebo "-" vyjadřují vyhovuje nebo nevyhovuje z hlediska příslušné normy, podrobné informace, včetně příslušných normových hodnot jsou uvedeny v příloze. Nevyplněné buňky znamenají, že se konstrukce nehodnotí						

5.1.4. Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla budovy

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla posuzovaného objektu $U_{em,rq}$ činí 0,40 W/m²K, stávající hodnota je 0,66 W/m²K. Jak vyplývá z uvedených hodnot průměrný součinitel prostupu tepla hodnoceného objektu **nevyhovuje** požadavkům ČSN 73 0540-2/2011.

5.2. Vyhodnocení TZB a účinnosti užití energie

5.2.1. Vytápění a příprava TV

Otopná tělesa a ventily, doprovodné armatury	Nástěnná otopná tělesa jsou funkční, netěsnosti a neprůchodnost topných těles se nevyskytuje. Umístění otopných těles je především pod okny nebo u nejchladnějších stěn. Rozložení odpovídá tepelným ztrátám jednotlivých vytápěných prostor i s ohledem na tlumené vytápění. Topná tělesa jsou osazena TRV, lze tak plnohodnotně zohlednit vnější a vnitřní tepelné zisky.
MaR	Z analýzy spotřeby tepla pro vytápění (kap. 4.1.1) vyplývá, že nastavené parametry a kvalita regulačního systému odpovídá požadavkům na racionální provoz.
Rozvody, tepelné izolace	Ležaté rozvody ÚT jsou v dobrém stavu. Rozvody jsou vedeny pouze vytápěným prostorem. Rozvody teplé a studené vody jsou realizovány plastovým potrubím.
Odběrové baterie	Pákové odběrové baterie odpovídají současným požadavkům na racionální odběr.

5.2.2. Sazba za elektrickou energii, hodnota jističe

Sazba	Stávající sazba C02d odpovídá optimální sazbě.
Jistič	Hodnota jističe před elektroměrem odpovídá instalovanému příkonu.

5.2.3. Elektrospotřebiče

Stav	• Osvětlení Žárovková osvětlovací tělesa jsou v dobrém stavu, odpovídají dnešnímu standardu.
------	---

5.3. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií

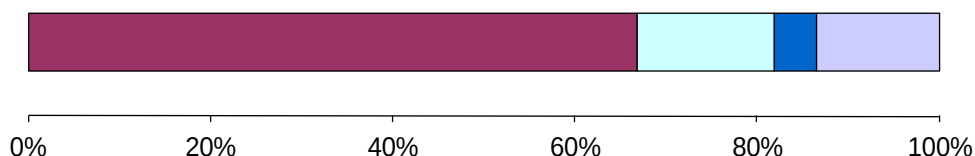
Systém managementu hospodaření s energií ČSN EN ISO 50001 není zaveden. Nejsou zavedena opatření pro sledování a vyhodnocování spotřeb energie a vyhodnocování racionality spotřeby včetně racionalizačních zásahů.

5.4. Celková energetická bilance

V následující tabulce je provedeno rozklíčování celkové spotřeby tepelné a elektrické energie na jednotlivé rozhodující okruhy spotřeb:

Ukazatel	Před realizací projektu		
	Energie		Náklady
	GJ	MWh	tis. Kč
Vstupy paliv a energie	358	99	320
Změna zásob paliv	0	0	0
Spotřeba paliv a energie	358	99	320
Prodej energie cizím	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie	358	99	320
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0
Spotřeba energie na vytápění	239	66	214
Spotřeba energie na chlazení	0	0	0
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	54	15	48
Spotřeba energie na větrání	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení	17	5	15
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	48	13	43
Spotřeba PHM	0	0	0

Graf energetické bilance



■ Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	■ Spotřeba energie na vytápění
■ Spotřeba energie na chlazení	■ Spotřeba energie na přípravu teplé vody
■ Spotřeba energie na větrání	■ Spotřeba energie na úpravu vlhkosti
■ Spotřeba energie na osvětlení	■ Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy
■ Spotřeba PHM	

6. Zhodnocení dle vyhlášky MPO ČR č.78/2013 Sb.

Energetická náročnost budovy se posuzuje dle metodiky vyhlášky č.78/2013 Sb., stanovuje se spotřeba energie v systémech vytápění, větrání, chlazení, klimatizace, přípravy teplé vody a osvětlení při jejím standardizovaném užívání.

ukazatele energetické náročnosti	stávající stav	požadovaná úroveň
Celková dodaná energie (MWh/rok)	105,9	97,3
Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)	317,7	113,7
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} (W/m ² K)	0,66	0,40

Požadavky vyhlášky MPO ČR č.78/2013 Sb. nejsou pro stávající stav splněny. Snížení hodnot ukazatelů energetické náročnosti lze dosáhnout především zlepšením tepelně – izolačních vlastností budovy a opatřeními v oblasti TZB – viz. kap. 7.1 a 7.2.

7. Návrh opatření ke zvýšení účinnosti užití energie

7.1. Možnosti snížení tepelné ztráty budov a jejich zhodnocení

Objekt nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2/2011 viz. kap. 5.1.3 a 5.1.4. Návrh na zlepšení tepelně izolačních vlastností objektu bylo zpracováno pro varianty:

- výměna výplní otvorů
- zateplení fasád
- zateplení podlahy
- zateplení stropu

- zateplení vnější fasády SO1 a zateplení podlahy PDL1 mezi 1NP a garážemi
- zateplení vnější fasády SO1, zateplení podlahy mezi 1NP a garážemi, zateplení stropu STR1 v půdní vestavbě

Varianty jsou navrženy tak, aby příslušné konstrukce splňovaly ČSN 73 0540-2/2011.

Z jednotlivých výpočtových tabulek jsou zřejmé energetické úspory v důsledku snížení potřeby tepla a finanční úspory.

7.1.1. Výměna výplní otvorů

Pro splnění požadavků ČSN 73 0540-2/2011 je předpokladem dosažení součinitele prostupu tepla nejvýše $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (doporučeno $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) a součinitele průvzdušnosti $(i)=0,000087 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}/\text{m Pa}^{-0,67}$ do výšky 8 m, $(i)=0,000060 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}/\text{m Pa}^{-0,67}$ a $(i)=0,000030 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}/\text{m Pa}^{-0,67}$ nad 20 m včetně. V současnosti se stupňují požadavky na okna a používají se okna s hodnotou součinitele prostupu tepla $U_w = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ včetně rámu – tyto požadavky splňují plastová okna s pětikomorovými profily a dřevěná eurookna se zasklením z izolačního dvoj-skla s pokovenou vrstvou a plněné inertním plynem argonem, distanční rámeček plastový, nebo nerezový, součinitel prostupu tepla zasklení $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (nesmí se vydávat za vlastnost celého okna včetně rámu). Nedoporučujeme použít zasklení s hliníkovým distančním rámečkem, v zimním období hrozí v této oblasti vznik kondenzátu, který může narušit navazující konstrukce.

V souvislosti s instalací velmi těsných oken je nutné řešit otázku přívodu hygienicky požadovaného množství vzduchu do interiéru. Přívod čerstvého vzduchu lze zajistit několika způsoby: spárové větrání a otevírání oken, mikroventilací v rámu okna, nucené větrání.

- Spárové větrání a otevírání oken – závisí na lidském faktoru, nedá se regulovat
- Mikroventilace v okenním rámu – závisí na povětrnostních podmínkách, zhorší tepelně technické vlastnosti okna
- Nucené větrání – nezávisí na povětrnostních podmínkách a je nutná plná regulace

konstrukce	tepelně - izolační materiál	tepelná vodivost (W/mK)	součinitel prostupu tepla (Wm ² K)	Tloušťka tepelné izolace (cm)
OZ1	-	-	1,5	-
OZ2	-	-	1,4	-
DO1	-	-	1,7	-

Jednotkové náklady na výměnu výplní otvorů jsou uvažovány ve výši 4 500 Kč/m².

Výměna výplní otvorů	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací úsporného opatření		roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Provozní náklady po realizaci úsporného opatření
	Spotřeba energie (GJ/r)	Provozní náklady (tis Kč/r)	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč/r	tis Kč/r
Bytový dům 159	254	227	9	2,550	8	368	219

7.1.2. Zateplení fasád

V posuzované budově se nachází celkem 2 typy fasád, které nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2/2011. Požadované součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011 a možnosti zlepšení tepelně – izolačních vlastností těchto konstrukcí, je uvedeno v následující tabulce:

konstrukce	tepelně - izolační materiál	tepelná vodivost (W/mK)	součinitel prostupu tepla (Wm ² K)	Tloušťka tepelné izolace (cm)
SO1	Polystyren	0,039	0,3	5
SN1	Minerální vlna	0,045	0,3	13

Pro zateplení je možné použít i jiný tepelně - izolační materiál s obdobnými tepelně – izolačními vlastnostmi. Přínos z hlediska tepelných ztrát, příslušné spotřeby jsou uvedeny v tabulce ve výpočtové části - **variantní řešení**.

Jednotkové náklady na zateplení fasád uvažovány ve výši 2 200 Kč/m².

Zateplení fasád (SO1, SO2, SN)	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací úsporného opatření		roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Provozní náklady po realizaci úsporného opatření
	Spotřeba energie (GJ/r)	Provozní náklady (tis Kč/r)	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč/r	tis Kč/r
Bytový dům 159	254	227	28	7,841	25	1 109	202

7.1.3. Zateplení stropů

V posuzované budově se nachází celkem 2 typy stropů, která nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2/2011. Požadované součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011 a možnosti zlepšení tepelně – izolačních vlastností těchto konstrukcí, je uvedeno v následující tabulce:

konstrukce	tepelně - izolační materiál	tepelná vodivost (W/mK)	součinitel prostupu tepla (Wm ² K)	Tloušťka tepelné izolace (cm)
STR1	Minerální vlna	0,049	0,3	3
STR2	Minerální vlna	0,049	0,3	2

Pro zateplení je možné použít i jiný tepelně - izolační materiál s obdobnými tepelně – izolačními vlastnostmi. Přínos z hlediska tepelných ztrát, příslušné spotřeby jsou uvedeny v tabulce ve výpočtové části - **variantní řešení**.

Jednotkové náklady na zateplení fasád uvažovány ve výši 2 200 Kč/m².

Zateplení stropů (STR1, STR2)	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací úsporného opatření		roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Provozní náklady po realizaci úsporného opatření
	Spotřeba energie (GJ/r)	Provozní náklady (tis Kč/r)	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč/r	tis Kč/r
Bytový dům 159	254	227	2	0,442	1	566	226

7.1.4. Zateplení podlahy

Pro splnění požadavků ČSN 73 0540-2/2011 je předpokladem **dosažení součinitele prostupu tepla nejvýše 0,6 W/m²K**. Pokud bude tepelně - izolačním materiálem např. polystyren (tep. vodivost = 0,043 W/mK) je nutná minimální tloušťka tepelně izolačního materiálu pro konstrukci PDL1 5 cm.

Pro zateplení podlah je možné použít i jiný tepelně - izolační materiál s obdobnými tepelně – izolačními vlastnostmi.

Jednotkové náklady na zateplení jsou uvažovány ve výši 2 900 Kč/m²

Zateplení podlah (PDL1)	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací úsporného opatření		roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Provozní náklady po realizaci úsporného opatření
	Spotřeba energie (GJ/r)	Provozní náklady (tis Kč/r)	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč/r	tis Kč/r
Bytový dům 159	254	227	4	1,052	3	731	224

7.1.5. Zateplení fasády a podlahy

Projektant provádí volbu tepelně izolačního materiálu tak, aby byly splněny požadavky ČSN 73 0540-2/2011. **Součinitel prostupu tepla celé konstrukce** musí být však maximálně roven hodnotám, které jsou uvedeny v následující tabulce. Součinitel prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce bude splněn např. pro níže uvedené tepelné vodivosti a tloušťky tepelně iz. materiálů:

konstrukce	tepelně - izolační materiál	tepelná vodivost (W/mK)	součinitel prostupu tepla (Wm ² K)	Tloušťka tepelné izolace (cm)
SO1	Polystyren	0,039	0,289	5
PDL1	Polystyren	0,039	0,509	2

Zateplení fasády (SO1), zateplení podlahy (PDL1)	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací úsporného opatření		roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Provozní náklady po realizaci úsporného opatření
	Spotřeba energie (GJ/r)	Provozní náklady (tis Kč/r)	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč/r	tis Kč/r
Bytový dům 159	254	227	30	8,294	27	1 534	201

7.1.6. Zateplení fasády, podlahy a stropu

Projektant provádí volbu tepelně izolačního materiálu tak, aby byly splněny požadavky ČSN 73 0540-2/2011. **Součinitel prostupu tepla** musí být však maximálně roven hodnotám, které jsou uvedeny v následující tabulce. Součinitel prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce bude splněn např. pro níže uvedené tepelné vodivosti a tloušťky tepelně iz. materiálů:

konstrukce	tepelně - izolační materiál	tepelná vodivost (W/mK)	součinitel prostupu tepla (Wm ² K)	Tloušťka tepelné izolace (cm)
SO1	polystyren	0,039	0,224	10
PDL1	XPS	0,043	0,384	5
STR1	Minerální vlna	0,049	0,200	10

Zateplení fasády (SO1), Zateplení podlahy (PDL1), Zateplení stropu (STR1)	Spotřeba energie a roční provozní náklady před realizací úsporného opatření		roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Provozní náklady po realizaci úsporného opatření
	Spotřeba energie (GJ/r)	Provozní náklady (tis Kč/r)	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč/r	tis Kč/r
Bytový dům 159	254	227	48	13,454	43	1 900	184

Poznámka: V ceně pro zlepšení tepelně izolačních vlastností nejsou zahrnuty doprovodné náklady jako např. sanace skrytých vad, sanace omítek, úprava parapetů, demontáž a montáž hromosvodu, odvoz materiálu a další úpravy vyplývající z projektové dokumentace.

7.2. Možnosti úsporných opatření v oblasti TZB

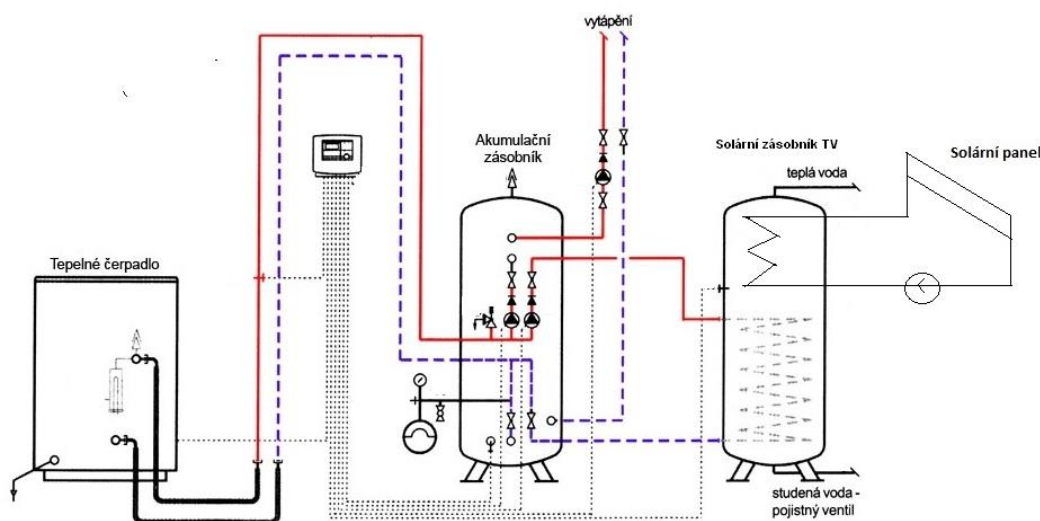
7.2.1. Otopná soustava budov a příprava teplé vody

- **Výměna zdroje pro vytápění a ohřev TV**

Jedním z hlavních úsporných opatření, které je možné v bytovém domě realizovat je instalace tepelného čerpadla vzduch/voda jako nového zdroje pro vytápění a zároveň jako zdroj pro přípravu teplé vody. Instalovaný tepelný výkon tepelných čerpadel by se měl pohybovat v rozsahu 25 - 35 kW, pro venkovní výpočtovou teplotu -15°C .

Analýza úspor energie a provozních nákladů byla provedena pro předpokládaný roční topný faktor 2,5. Je uvažováno s bivalentním zapojením TČ.

Na následujícím obrázku je uvedeno ideové schéma zapojení TČ, systému ÚT, TV a solárního ohřevu:



Topná větev pro systém vytápění bude osazena regulační smyčkou s trojcestným směšovacím ventilem a frekvenčně řízeným cirkulačním čerpadlem. Regulační smyčka bude zajišťovat základní ekvitermní regulaci. Z této topné větve budou přes bytové rozdělovače napojeny jednotlivé otopné okruhy bytů. Topný systém v bytech bude řízen pokojovým termostatem v referenční místnosti, všechna otopná tělesa budou osazena termostatickým ventilem.

Teplá voda bude připravována v solárním zásobníku a bude zajištěna cirkulace teplé vody. Z rozvodu teplé vody budou napojena jednotlivá odběrná místa.

Konkrétní řešení zapojení jednotlivých systémů je věcí projektanta.

- **Solární ohřev vody**

V současné době je teplá voda připravována elektrickým kotlem, kde každá bytová jednotka má svůj ohřev. V navrhovaném opatření je posuzována úspora elektrické energie při využití solárního ohřevu teplé vody.

Je uvažováno s 11 kusy solárních panelů s těmito parametry:

Optická účinnost η_0	0,851	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	4,036	W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,0108	W/m ² .K ²
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	2,1	m ²
Sklon kolektoru β	45	°
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	45	°

Roční spotřeba tepla v teplé vodě činí 54 GJ. Uvedený solární systém zajišťuje 60% pokrytí. Předpokládaná investice pro celý systém solární ohřevu teplé vody je 200 tis Kč. Výše úspor tepla, provozních nákladů a náklady na realizaci jsou uvedeny v kapitole 8.

- **Důsledné uplatnění termostatických reg. ventilů**

Manipulací s termostatickou hlavicí v jednotlivých vytápěných prostorách je možné účinně snižovat spotřebu tepla. Toto opatření spadá spíše do organizačních opatření a zde je uváděno pro úplnost.

- **Tepelné izolace rozvodů**

Stávající i nové rozvody ÚT a TV budou vybaveny tepelnou izolací splňující požadavky vyhlášky MPO ČR č.193/2007 Sb.

7.2.2. Teplá a studená voda

Stávající bezdotykové a pákové odběrové baterie odpovídají současným požadavkům na racionální odběr, proto v této oblasti nejsou navrhována žádná úsporná opatření.

7.2.3. Hospodářství elektro

Spotřeba elektrické energie a úspory jsou dány intenzitou provozu elektrospotřebičů. Elektrospotřebiče jsou nové, úspory lze realizovat organizačními opatřeními uvedenými v 7.3.

7.3. Organizační opatření - energetické manažerství

Opatření vyžaduje, aby všechny osoby pohybující se v zadaném hospodářství, dodržovali zásady úsporného nakládání s energií. Energetické manažerství představuje řídicí nástroj na hospodárné využívání energie a obsahuje následující nejpodstatnější činnosti:

- Technologických zařízení
- Žádanou teplotu ve vytápěném prostoru volit s důrazem na snižování spotřeby tepla, důsledně uplatňovat útlumové režimy.
- Důsledné využívání TRV – nastavení optimální požadované teploty, snižování teploty v místnostech v době, kdy se tam nikdo nezdržuje.
- Pravidelné vyhodnocování spotřeby tepla, el. energie, spotřeby teplé a studené vody, okamžité reagování na anomálie – monitoring a targeting.
- Zainteresování obsluhy do energetických úspor – obsluha se podílí na vyhodnocování spotřeby.
- Vytvořit a dodržovat systém plánovaných oprav a běžné údržby
- Dodržovat intervaly pravidelných revizí (týká se všech vyhrazených zařízení)

- Světelné zdroje
- využívat je jen v době, kdy nejsou příznivé venkovní světelné podmínky
- v prostorách, kde není přístup denního osvětlení
- provádět komplexní plán údržby, včetně intervalu výměny světelných zdrojů

8. Dosažitelné energetické a finanční úspory

V tabulce jsou uvedena jednotlivá opatření, která jsou podrobně rozepsána v samostatných kapitolách, dále energetické a finanční úspory a nakonec náklady na pořízení jednotlivých úsporných opatření. Opatření jsou v této kapitole studována izolovaně, úspory není možné sčítat. Zákazníkovi uvedené hodnoty slouží jako orientace, kde jsou nejvyšší dosažitelné úspory.

Typ opatření	Roční úspora			Náklady na realizaci úsporného opatření	Spotřeba energie před realizací opatření	Provozní náklady před realizací opatření	Provozní náklady po realizaci opatření
	GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč	GJ/r	tis Kč	tis Kč
rekonstrukce LOP, výměna výplní otvorů, plastová okna U = 1,5 W/m ² K, střešní okna U = 1,4 W/m ² K, vstupní dveře U = 1,7 W/m ² K	9	3	8	368	254	227	219
Zateplení fasád (SO1, SO2, SN)	28	8	25	1 109	254	227	202
Zateplení stropů (STR1, STR2)	2	0	1	566	254	227	226
Zateplení podlah (PDL1)	4	1	3	731	254	227	224
Zateplení fasády (SO1), zateplení podlahy (PDL1)	30	8	27	1 534	254	227	201
Zateplení fasády (SO1), Zateplení podlahy (PDL1), Zateplení stropu (STR1)	48	13	43	1 900	254	227	184
Instalace 11 solárních panelů na ohřev teplé vody. Solární pokrytí bude dosahovat 60% celkové potřeby TV	32	9	29	194	254	227	198

9. Varianty energetických úsporných opatření

9.1. Stanovení variant souhrnu energ. úsporných opatření

Souhrn opatření byl navržen a ekonomicky zhodnocen ve dvou variantách, které jsou uvedené v následujících tabulkách. Součástí tabulek jsou i okrajové výchozí hodnoty, za kterých byly úspory stanoveny:

	Stručný popis opatření	Roční úspora energie	Roční úspora energie	Roční úspory provozních nákladů	Náklady na realizaci úsporného opatření	Spotřeba energie před realizací opatření	Provozní náklady před realizací opatření	Provozní náklady po realizaci opatření
		GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč	GJ/r	tis Kč	tis Kč
varianta A	Zateplení vnější fasády (SO1)	80	22,121	71	2 094	358	320	249
	Zateplení stropu v půdní vestavbě (STR1)							
	Zateplení podlahy mezi 1NP a garážemi (PDL1)							
	Instalace 11 solárních panelů na ohřev teplé vody. Solární pokrytí bude dosahovat 60% celkové potřeby TV							
	Monitoring a Targeting - energetický dozor							
	(specifikace zateplení viz. kap. 11.1.5)							

Výpočtová vnitřní teplota Ti	19,5 °C
Návrhová teplota venkovního vzduchu dle ČSN 73 0540-3/2005	-15 °C
Normová venkovní teplota v topném období	3,8 °C
Normová délka topného období	242 dní
Doba plného vytápění	16 hod
Doba tlumeného vytápění	8 hod

Stručný popis opatření		Roční úspora energie	Roční úspora energie	Roční úspory provozních nákladů	Náklady na realizaci úsporného opatření	Spotřeba energie před realizací opatření	Provozní náklady před realizací opatření	Provozní náklady po realizaci opatření
		GJ/r	MWh/r	tis Kč/r	tis Kč	GJ/r	tis Kč	tis Kč
varianta B	Zateplení vnější fasády (SO1)	80	22,121	71	2 594	358	320	123
	Zateplení stropu v půdní vestavbě (STR1)							
	Zateplení podlahy mezi 1NP a garážema (PDL1)							
	Instalace 11 solárních panelů na ohřev teplé vody. Solární pokrytí bude dosahovat 60% celkové potřeby TV							
	Instalace elektrickýého tepelného čerpadla vzduch/voda s bivalentním zapojením.							
	Monitoring a Targeting - energetický dozor							
	(specifikace zateplení viz. kap. 11.1.5)							
Výpočtová vnitřní teplota Ti				20 °C				

Normová venkovní teplota v topném období	3,8 °C
Normová délka topného období	242 dní
Doba plného vytápění	16 hod
Doba tlumeného vytápění	8 hod
Součinitel hmotnosti konstrukce f	0,35
Součinitel nesoučasnosti přírážek e	1,00

Dále byly jednotlivé varianty posouzeny podle ČSN 73 0540-2/2011:

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla – $U_{em,N,rq}$		0,40	W/m ² K
Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	varianta A	0,47	W/m ² K
Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	varianta B	0,40	W/m ² K

Posouzení ukazatelů energetické náročnosti budovy v jednotlivých variantách podle vyhlášky MPO ČR č.78/2013 Sb. je následujících tabulkách:

ukazatele energetické náročnosti	varianta A	požadovaná úroveň
Celková dodaná energie (MWh/rok)	72	97,3
Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)	181	113,7
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} (W/m ² K)	0,47	0,4

ukazatele energetické náročnosti	varianta B	požadovaná úroveň
Celková dodaná energie (MWh/rok)	69,1	97,3
Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)	83,4	113,7
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} (W/m ² K)	0,40	0,4

9.2. Ekonomické vyhodnocení

9.2.1. Obecné zásady vyhodnocování ekonomické efektivity

Hodnocení ekonomické efektivity úsporných opatření je obecně prováděno na bázi porovnání finančních efektů plynoucích z realizace hodnoceného opatření a finančních nároků spojených s realizací navrženého úsporného opatření.

Opatření lze z hlediska nároků na finanční zdroje rozdělit na:

A/ beznákladová

B/ nákladová - realizovaná v rámci oprav a údržby

- investiční akce

Všechna opatření realizovaná bez nároků na finanční zdroje tzv. *beznákladová opatření* vedoucí k úsporám energie jsou vždy ekonomicky efektivní. Jedná se zejména o organizační opatření, zlepšení obchodních smluv, úsporné chování spotřebitelů apod. Ekonomický efekt těchto opatření tedy je kvantifikován vyšší úspor nákladů na energii.

Opatření vyžadující finanční prostředky je nezbytné vždy vyhodnotit na základě kritérií ekonomické efektivity. Jak již bylo výše řečeno, tato opatření jsou rozdělena na dvě skupiny.

První skupina opatření je tvořena *opatřeními nízkonákladovými*, které lze realizovat v rámci oprav a údržby zařízení a jsou financována z provozních prostředků.

Druhá skupina opatření zahrnuje tzv. *vysokonákladová opatření*, která jsou založena na realizaci rekonstrukce či náhrady málo efektivních stávajících energetických zařízení a vyžadují vynaložení investičních nákladů spojených s pořízením nově instalovaných zařízení či stavebních úprav.

U nákladových opatření se vychází z hodnocení přínosu z jejich realizace na hospodářský výsledek hospodářského subjektu, tj. jeho zisku resp. nákladů a toku hotovosti.

Pro hodnocení ekonomické efektivity opatření se používají zejména **kritéria** založená na diskontování. Jedná se o kritéria:

čisté současné hodnoty – net present value NPV,

vnitřního výnosového procenta – internal rate of return IRR,

dynamické(reálné) doby návratnosti – dynamic pay back period.

Tato kritéria jsou založena na:

- stanovení ročních čistých toků hotovosti
- přepočtu různodobých čistých toků na současnou hodnotu pomocí diskontního činitele.

Čistý tok hotovosti (cash flow) v daném roce se pro opatření navržená a hodnocená v rámci energetického auditu stanovuje takto:

A/ nízkonákladová opatření

Cash flow (CF) = Úspory (U) – Mimořádné náklady na opravy a údržbu spojené s dosažením úspor energie (NPM)

kde: *Úspory (U)* se stanoví jako rozdíl ročních provozních nákladů před a po realizaci opatření včetně případných změn tržeb za energii, přičemž jejich výše se opakuje po dobu trvání realizovaného opatření.

Mimořádné provozní náklady (NPM) jsou provozní náklady vyvolané realizací předemětného opatření v rámci mimořádných opravárenských a údržbových činností.

B/ vysokonákladová opatření

Cash flow (CF) = Úspory (U) – Investiční náklady (IN)

kde:

Úspory (U) - reprezentují změnu provozních nákladů vyvolaných realizací opatření a stanoví se jako rozdíl provozních nákladů před realizací a po realizaci opatření. Rovněž zahrnují změny tržeb za případný prodej energie. Tato komponenta zahrnuje tedy úspory nákladů na energii vyplývající z upravené energetické bilance, změnu dalších provozních nákladů jako jsou mzdy, servisní služby, opravy, provozní hmoty a rovněž změnu tržeb za prodej energie.

Investiční náklady (IN) – výdaje kapitálového charakteru spojené s pořízením energetických zařízení a stavebních konstrukcí.

Hodnocení je možné provádět dvěma způsoby a to z pohledu:

- **projektu**, kdy se posuzuje efektivnost celkových vložených finančních zdrojů a nezkoumá se způsob jejich zajištění a ani se nezahrnuje vliv daní na ekonomický efekt,
- **investora**, kdy se posuzuje efektivnost vložených prostředků respektující způsob financování a vliv daní.

Na základě toho pak kritériální ukazatele současné hodnoty čistého toku hotovosti lze stanovit pomocí těchto výpočetních vztahů:

Hledisko projektu

a) nízkonákladová opatření

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} (U_t - NPM_t) \cdot (1 + r)^{-t}$$

b) vysokonákladová opatření

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} (U_t - IN_t) \cdot (1+r)^{-t}$$

Hledisko investora

a) nízkonákladová opatření

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} (U_t - NPM_t - D_{zt}) \cdot (1+r)^{-t}$$

b) vysokonákladová opatření

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_h} (U_t - IN_t - NU_t + INCZ_t - NSP_t + D_t - D_{zt}) \cdot (1+r)^{-t}$$

Vnitřní výnosové procento se obecně vypočte ze vztahu

$$\sum_{t=1}^{T_h} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} = 0$$

Dynamická(reálná) doba návratnosti investice se pak vypočte z rovnice

$$\sum_{t=1}^{Tsd} CF_t \cdot (1+r)^{-t} = 0$$

Význam použitých symbolů je následující:

- CF roční hodnota toku hotovosti (cash flow)
- DCF - diskontovaný tok hotovosti
- U - úspory nákladů vlivem realizace hodnoceného opatření
- NPM - mimořádné provozní náklady spojené s realizací provozních opatření
 v auditovaném systému výroby, distribuce a užití energie
- IN - investiční náklady celkem , které je nutné vynaložit na realizaci navrženého
 opatření
- D - dotace investičního záměru
- Dz - daň ze zisku
- NSP - splátky investičního úvěru
- INCZ - cizí kapitálové zdroje jako bankovní úvěry, obligace apod.
- NU - úroky z úvěrů
- r - diskontní míra
- T_h - doba hodnocení
- Tsd - reálná doba návratnosti investice

Pro správné pochopení a interpretaci výše uvedených ukazatelů uvádíme stručnou charakteristiku jednotlivých komponent těchto kritérií.

Investiční náklady – zahrnují všechny náklady kapitálového charakteru, které je nezbytné vynaložit za účelem opatření nových energetických zařízení a zabezpečení jejich provozu. Mají charakter jednorázových nákladů a jsou dlouhodobě vázány. Jedná se zejména o náklady spojené s koupí a montáží technologických zařízení a stavebních konstrukcí a zpracování projektové dokumentace.

Provozní náklady – zahrnují náklady spojené s provozem auditovaného systému a obsahují zejména spotřebu přímého a nepřímého materiálu, paliv a energie, služby zahrnující zejména náklady na opravy a údržbu, dopravu a spoje atd., osobní náklady tvořené souhrnem mezd, pojištění, odměn a ostatních osobních nákladů, ostatní náklady, které zahrnují zejména daně a poplatky a ostatní provozní náklady.

Mimořádné provozní náklady – reprezentují náklady spojené opatřeními navrženými auditorem ve stávajícím energetickém systému v rámci provozně – technických opatření. Jedná se zejména o spotřebu materiálu, služeb, osobních nákladů a dalších provozních nákladů, které je nezbytné vynaložit za účelem realizace předmětného opatření.

Úspory – lze vyjádřit dvojím způsobem a to buď jako rozdíl provozních nákladů před realizací opatření a po realizaci opatření, nebo jako úsporu paliv a energie vynásobené jednotkovými cenami za nákup.

Čistá současná hodnota – reprezentuje diskontovaný součet rozdílů příjmů a výdajů v jednotlivých letech hodnoceného období navrženého projektu úspor energie. Přepočet se provádí pomocí diskontního činitele za účelem přepočtu na současnou hodnotu. NPV se vyjadřuje za účelem stanovení ekonomické efektivnosti jednak celkového kapitálu použitého k financování úsporného projektu bez ohledu na poskytovatele kapitálu, jednak kapitálu vloženého pouze investorem. Jedná se pak o hodnocení z pohledu projektu a hodnocení z pohledu investora.

Úroky z úvěrů – závisí na podílu bankovních úvěrů na celkových investičních nákladech, které je nutné vynaložit na realizaci navržených úsporných opatření, výši úrokové míry a doby splácení úvěru. Splácení úvěrů se provádí různým způsobem jako např. individuálně, rovnoměrně či anuitně. Ve výpočtech z hlediska projektu se převážně používá anuitního splácení a při hodnocení z hlediska investora se používá rovnoměrného splácení.

Odpisy – patří do nákladů, které však nejsou výdaji neboť zůstávají k dispozici firmě a jejich použití je možné pro různé účely (např. pro splácení investičních úvěrů). Vliv odpisů se bezprostředně projevuje v základně pro výpočet daně ze zisku a z hlediska cash flow je na straně příjmů. Propočet odpisů se provádí pomocí odpisových sazeb pro jednotlivé odpisové skupiny. Výše těchto sazeb je definována zákonem o dani z příjmů. Při propočtech ekonomické efektivity se nejčastěji používá rovnoměrného odepisování.

Daň ze zisku (příjmu) – se stanovuje jako součin sazby daně z příjmu a tzv. základny daně ze zisku. Tato základna se stanoví jako rozdíl zisku před zdaněním korigovaná o připočitatelné a odpočitatelné položky. Jednou z důležitých odpočitatelných položek je odpočet 10% ze vstupní hodnoty nově pořizované investice zařazené do odpisové skupiny 1, 2 a 3. Tento odpočet se provádí v prvním roce provozu předmětného zařízení.

Dotace – představují finanční zdroje poskytnuté zejména státem na podporu určitých programů, kterými jsou např. státní programy na podporu úspor energie a ekologizace provozu různých technologií. V rámci toku hotovosti jsou zahrnuty na straně příjmů.

Diskontní činitel (úročitel) $(1+r)$ – slouží k přepočtu různodobých příjmů a výdajů ke stejnému časovému okamžiku a jejich vzájemnému porovnání. Výše diskontu r se v zásadě odvíjí buď od nákladovosti kapitálu nebo od očekávané míry výnosnosti.

9.2.2. Použitý postup vyhodnocování ekonomické efektivity

V souladu s vyhláškou č.480/2012 Sb., která stanoví obsah energetického auditu a způsob jeho zpracování, je provedeno ekonomické vyhodnocení úsporných opatření ve dvou fázích. *První fáze* je zaměřena na vyhodnocení jednotlivých úsporných opatření na bázi kvantifikace úspor nákladů na energii

- investičních nákladů spojených s realizací opatření
- provozních nákladů po realizaci opatření
- stanovení prosté doby návratnosti dle vztahu $T_s = \frac{IN}{CF}$

Druhá fáze ekonomického hodnocení je pak zaměřena na vyhodnocení ekonomické efektivity variant úsporných opatření sestavených z množiny formulovaných úsporných opatření. Jednotlivé varianty jsou tvořeny souborem dílčích úsporných opatření, které se liší energetickým, ekonomickým a ekologickým efektem.

Ekonomické hodnocení variant úsporných opatření se provádí na bázi těchto kritériálních ukazatelů:

- prostá doba návratnosti
- reálná doba návratnosti
- čistá současná hodnota toku hotovosti
- vnitřní výnosové procento.

Ve výpočtech se pro přírůsky uvažuje 3% roční nárůst cen energie. Peněžní toky projektu se posuzují bez vlivu předpokládané státní podpory.

9.2.3. Výchozí předpoklady hodnocení

Všechny výpočty byly provedeny na bázi těchto předpokladů:

Název parametru	Měr. jednotka	Hodnota
Diskontní činitel	-	3%
Doba porovnání	roky	20
Cena elektrické energie TČ	Kč/GJ	771
Cena el. energie (celková cena)	Kč/MWh	3 224
Meziroční eskalace cen	-	3%

Poznámka: ceny paliv a energií jsou uvedeny s DPH.

9.2.4. Ekonomické vyhodnocení navržených variant

Ekonomické vyhodnocení bylo zpracováno pro všechny varianty:

Výsledky ekonomického vyhodnocení			
parametr	jednotka	varianta A	varianta B
Investiční výdaje projektu	Kč	2 094 180	2 594 180
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	Kč	-71 322	-197 529
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	Kč	0	0
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0
změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0
změna nákladů na emise a odpady	Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	71 322	197 529
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	3	3
Diskont	%	3	3
Ts - prostá doba návratnosti	roky	29,4	13,1
Tsd - reálná doba návratnosti	roky	30	14
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	-668	1 356
IRR - vnitřní výnosové procento	%	-0,5	7,5

Z ekonomických hodnocení investice jsou zřejmé vstupní údaje pro ekonomické zhodnocení (diskontní sazba a časové období pro ekonomické zhodnocení):

- Tok hotovosti v obou posuzovaných variantách financování
- Čistá současná hodnota investice (NPV)
- Vnitřní výnosové procento (IRR)

- Kumulovaný finanční tok
- prostá doba návratnosti
- reálná doba návratnosti

Vysvětlivky:

- *IRR – je tzv. výnosové procento z vložené investice do úsporných opatření. IRR informuje o výhodnosti nebo nevýhodnosti investice. IRR musí být větší než např. výše inflace nebo obvyklý úrok z termínovaného vkladu*
- *NPV – čistá současná hodnota investice - finanční výnosy z úspor snížené o diskontní sazbu (nebo o inflaci) 3% a o počáteční investici. Investice je výhodná, když je NPV kladné. Když je NPV = 0 je investice úročená jen výší diskontní sazby tj. 3 %.*

9.3. Ekologické vyhodnocení

Vyhodnocení z hlediska škodlivých emisí pro jednotlivé varianty je stanoveno podle zákona č.201/2012 Sb. a vyhlášky č.480/2012 Sb., provedeno je metodou globálního hodnocení:

Znečišťující látka	Výchozí stav	varianta A	Rozdíl	varianta B	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,038	0,029	0,008	0,017	0,021
SO ₂	0,186	0,144	0,041	0,083	0,103
NO _x	0,158	0,123	0,035	0,070	0,088
CO	0,040	0,031	0,009	0,018	0,022
CO ₂	116,228	90,346	25,882	51,748	64,480

9.4. Celková energetická bilance navržených variant

Pro jednotlivé varianty je v následujících tabulkách uvedeno rozklíčování celkové spotřeby tepelné a elektrické energie na jednotlivé rozhodující okruhy spotřeb:

Ukazatel	varianta A					
	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Energie		Náklady	Energie		Náklady
	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
Vstupy paliv a energie	358	99	320	278	77	249
Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie	358	99	320	278	77	249
Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie	358	99	320	278	77	249
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0	1	0	1
Spotřeba energie na vytápění	239	66	214	191	53	171
Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	54	15	48	22	6	19
Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení	17	5	15	17	5	15
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	48	13	43	48	13	43

varianta B						
Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Energie		Náklady	Energie		Náklady
	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
Vstupy paliv a energie	358	99	320	159	44	123
Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie	358	99	320	159	44	123
Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie	358	99	320	159	44	123
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na vytápění	239	66	214	85	24	66
Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	54	15	48	9	2	7
Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení	17	5	15	17	5	13
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	48	13	43	48	13	37

10. Výběr optimální varianty

Výběr optimální varianty je proveden na základě výsledků ekonomického vyhodnocení s ohledem na velikost úspor energie, ekologickém vyhodnocení a s přihlédnutím ke kritériím dotačních programů.

V následující části jsou uvedena hodnocení všech posuzovaných variant jednotlivými kritérii.

10.1. Ekonomické vyhodnocení

Výsledky ekonomického vyhodnocení			
parametr	jednotka	varianta A	varianta B
Investiční výdaje projektu	Kč	2 094 180	2 594 180
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	Kč	-71 322	-197 529
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	Kč	0	0
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0
změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0
změna nákladů na emise a odpady	Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	71 322	197 529
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	3	3
Diskont	%	3	3
Ts - prostá doba návratnosti	roky	29,4	13,1
Tsd - reálná doba návratnosti	roky	30	14
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	-668	1 356
IRR - vnitřní výnosové procento	%	-0,5	7,5

Ekonomická efektivnost je posuzována kritériem NPV. Dle tohoto kritéria je ekonomicky efektivní varianta B.

10.2. Vyhodnocení úspor energie

							varianta A	varianta B
roční úspory energií						GJ/a	80 GJ	198 GJ
						MWh/a	22 MWh	55 MWh
						%	22,27%	55,48%

Nejvyšší hodnoty úspory energie bylo dosaženo v posuzované variantě „B“.

10.3. Ekologické vyhodnocení

Znečišťující látka	Výchozí stav t/rok	varianta A t/rok	Rozdíl t/rok	varianta B t/rok	Rozdíl t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,038	0,029	0,008	0,017	0,021
SO ₂	0,186	0,144	0,041	0,083	0,103
NO _x	0,158	0,123	0,035	0,070	0,088
CO	0,040	0,031	0,009	0,018	0,022
CO ₂	116,228	90,346	25,882	51,748	64,480

Nejvyšší hodnoty úspor emisí CO₂ bylo dosaženo v posuzované variantě „B“.

10.4. Vyhodnocení požadavků ČSN 73 0540-2/2011

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla – $U_{em,N,rq}$		0,40	W/m ² K
Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	varianta A	0,47	W/m ² K
Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	varianta B	0,40	W/m ² K

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2/2011 je splněn pouze ve variantě „B“.

10.5. Vyhodnocení požadavků na energetickou náročnost

ukazatele energetické náročnosti	varianta A	požadovaná úroveň
Celková dodaná energie (MWh/rok)	72	97,3
Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)	181	113,7
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} (W/m ² K)	0,47	0,4

ukazatele energetické náročnosti	varianta B	požadovaná úroveň
Celková dodaná energie (MWh/rok)	69,1	97,3
Neobnovitelná primární energie (MWh/rok)	83,4	113,7
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} (W/m ² K)	0,40	0,4

Požadavky na energetickou náročnost budovy dle vyhlášky č.78/2013 Sb., §6 jsou splněny ve variantě „A“ a „B“.

Pro optimální variantu se požaduje nejvyšší hodnota NPV, splnění podmínek ČSN 73 0540-2/2011 na hodnotu průměrného souč. prostupu tepla, podmínek na energetickou náročnost dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Optimální variantou byla zvolena varianta „B“.

11. Doporučení energetického specialisty

11.1. Popis optimální varianty

Optimální varianta obsahuje souhrn úsporných opatření v oblasti zlepšení tepelně – izolačních vlastností konstrukcí budov:

Zateplení vnější fasády (SO1)

Podrobněji jsou jednotlivá úsporná opatření popsána v kapitole 7.1.6 a 7.2.

Předpokládané náklady na realizaci optimální varianty byly stanoveny ve výši 2 594 tis Kč.

Roční úspory energie byly vyčísleny na 55,112 MWh/rok a průměrné roční provozní náklady po realizaci jsou sníženy na 123 tis Kč/rok.

Okrajové podmínky pro stanovení potenciálu úspor energie a provozních nákladů jsou uvedeny v předchozích kapitolách.

11.2. Návrh koncepce systému managementu hosp. s energií

Koncepce musí být vytvořena tak, aby zajišťovala sledování a vyhodnocování spotřeb energií v závislosti na aktuálních podmínkách a umožňovala okamžitou reakci na anomálie. Je vhodné, aby vytvořená koncepce byla následně začleněna do systému managementu hospodaření s energií pro celou organizaci.

11.3. Upravená energetická bilance optimální varianty

Ukazatel	varianta B					
	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Energie		Náklady	Energie		Náklady
	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
Vstupy paliv a energie	358	99	320	159	44	123
Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie	358	99	320	159	44	123
Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie	358	99	320	159	44	123
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0	0	0,1	0
Spotřeba energie na vytápění	239	66	214	85	24	66
Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	54	15	48	9	2	7
Spotřeba energie na větrání	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
Spotřeba energie na osvětlení	17	5	15	17	5	13

11.4. Ekonomické a ekologické hodnocení opt. varianty

Základní ekonomické ukazatele optimální varianty:

- Reálná doba návratnosti 14 let
- Prostá doba návratnosti 13 let
- Roční růst cen energie 3%
- Doba hodnocení 20 let
- Diskont 3 %
- Cash – flow 198 tis Kč
- NPV 1 356 tis Kč
- IRR 8 %

Ekologické vyhodnocení je provedeno globální metodou:

Znečišťující látka	Výchozí stav	varianta B	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,038	0,017	0,021
SO ₂	0,186	0,083	0,103
NO _x	0,158	0,070	0,088
CO	0,040	0,018	0,022
CO ₂	116,228	51,748	64,480

Ing. Pavel Novák – energetický specialista číslo oprávnění 0096

Středisko pro úspory energie Most, Moskevská 508, 434 01

12. Přílohy – výpočtová a obrazová část

V následující části jsou uvedeny výpočtové listy, jejichž výsledky jsou použity v textu auditu. K výpočtům jsou použity jednak vlastní produkty, které byly vytvořeny s pomocí tabulkového procesoru Excel a jednak jsou využity softwarové produkty firmy PROTECH Nový Bor, dále ČEA a softwarový produkt GEMIS.

**12.1. Kopie dokladu o vydání oprávnění podle §10b zákona
č.406/2000Sb.**



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. Pavel Novák

r. č. 611028/1837

je oprávněn

provádět energetický audit

s platností od 14.8.2002

provádět kontroly kotlů

s platností od 21.4.2008

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budov

s platností od 21.4.2008

~~~~~  
podle zákona č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií

**Číslo oprávnění: 0096**

V Praze dne 21. dubna 2008

  
Ing. Tomáš Hüner

náměstek ministra průmyslu a obchodu



## 12.2. Plochy jednotlivých konstrukcí, tepelné ztráty

| Zóna 1                                                   | Bytový dům 159                                                    |                                                             |                                                                            |                                                                 |                                             |                                                   |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Označení konstrukce                                      | plocha konstrukce -<br>vnější rozměry<br>$A \text{ (m}^2\text{)}$ | součinitel<br>prostupu tepla<br>$U \text{ (W/m}^2\text{K)}$ | převažující vnitřní<br>výpočtová teplota<br>$T_i \text{ (}^\circ\text{C)}$ | venkovní<br>výpočtová teplota<br>$T_e \text{ (}^\circ\text{C)}$ | činitel teplotní<br>redukce $b \text{ (1)}$ | Měrná ztráta<br>prostupem<br>tepla $\text{(W/K)}$ |
| SO1                                                      | 365                                                               | 0,48                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 1,00                                        | 301                                               |
| SO2                                                      | 101                                                               | 0,26                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 1,00                                        | 31                                                |
| SN1                                                      | 38                                                                | 1,29                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 0,74                                        | 46                                                |
| SCH 1                                                    | 69                                                                | 0,24                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 1,00                                        | 20                                                |
| STR1                                                     | 167                                                               | 0,34                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 0,74                                        | 54                                                |
| STR2                                                     | 22                                                                | 0,32                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 0,74                                        | 7                                                 |
| PDL1                                                     | 252                                                               | 0,68                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 0,57                                        | 111                                               |
| OZ1                                                      | 77                                                                | 1,80                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 1,15                                        | 163                                               |
| OZ2                                                      | 4                                                                 | 1,80                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 1,15                                        | 8                                                 |
| DO1                                                      | 1                                                                 | 1,80                                                        | 19,5                                                                       | -15                                                             | 1,15                                        | 3                                                 |
| Vnější objem vytápěné zóny budovy $V$                    |                                                                   |                                                             | 2 180                                                                      | $\text{m}^3$                                                    |                                             |                                                   |
| Celková plocha ochl. konstrukcí na systémové hranici $A$ |                                                                   |                                                             | 1 095                                                                      | $\text{m}^2$                                                    |                                             |                                                   |
| Vnitřní vytápěný objem zóny budovy $V_i$                 |                                                                   |                                                             | 1 744                                                                      | $\text{m}^3$                                                    |                                             |                                                   |
| Intenzita výměny vzduchu $n$                             |                                                                   |                                                             | 0,50                                                                       | $\text{h}^{-1}$                                                 |                                             |                                                   |
| Měrná ztráta prostupem $H_T$                             |                                                                   |                                                             | 744                                                                        | $\text{W/K}$                                                    |                                             |                                                   |
| Měrná tepelná ztráta větráním $H_V$                      |                                                                   |                                                             | 296                                                                        | $\text{W/K}$                                                    |                                             |                                                   |
| Měrná tepelná ztráta budovy $H$                          |                                                                   |                                                             | 1 041                                                                      | $\text{W/K}$                                                    |                                             |                                                   |

### **12.3. Tepelně – izolační vlastnosti stavebních konstrukcí**

Hodnocení konstrukcí budov dle ČSN 73 0540-2/2011, které jsou uvedeny v kapitole 2.2:

## 12.4. Přepoččet emisních faktorů

| palivo             | druh emise / emisní faktor (kg/GJ) |               |              |               |            |     |
|--------------------|------------------------------------|---------------|--------------|---------------|------------|-----|
|                    | prach                              | oxid siřičitý | oxidy dusíku | oxid uhelnatý | uhlovodíky | CO2 |
| CZT - hnědé uhlí   | 8,624                              | 0,823         | 1            | 0,033         | 0,009      | 100 |
| zemní plyn         | 0,000528                           | 0,000253      | 0,034294     | 0,008441      | 0,001688   | 56  |
| elektrická energie | 0,106                              | 0,519         | 0,442        | 0,111         | 0          | 325 |
| těžký topný olej   | 0,000                              | 0,000         | 0,00         | 0,000         | 0,000      | 0   |

|              | Varianta | Varianta                                            | stávající stav          |         |              | varianta A            |         |              | varianta B            |         |
|--------------|----------|-----------------------------------------------------|-------------------------|---------|--------------|-----------------------|---------|--------------|-----------------------|---------|
|              |          |                                                     | Před realizací projektu |         |              | Po realizaci projektu |         |              | Po realizaci projektu |         |
|              | Řádek    | Ukazatel                                            | Energie                 | Náklady |              | Energie               | Náklady |              | Energie               | Náklady |
|              |          |                                                     | GJ                      | tis Kč  |              | GJ                    | tis Kč  |              | GJ                    | tis Kč  |
|              | 1.       | Vstupy paliv a energie                              | 358                     | 320     |              | 278                   | 249     |              | 159                   | 123     |
|              | 2.       | Změna zásob paliv                                   | 0                       | 0       |              | 0                     | 0       |              | 0                     | 0       |
|              | 3.       | Spotřeba paliv a energie                            | 358                     | 320     |              | 278                   | 249     |              | 159                   | 123     |
|              | 4.       | Prodej energie cizím                                | 0                       | 0       |              | 0                     | 0       |              | 0                     | 0       |
| vyber palivo | 5.       | Konečná spotřeba paliv a energie                    | 358                     | 320     | vyber palivo | 278                   | 249     | vyber palivo | 159                   | 123     |
|              | 6.       | Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie       | 0                       | 0       |              | 1                     | 1       |              | 0                     | 0       |
| elektřina    |          | Ztráty tepla v rozvodech TV (sol. ohřev)            | 0                       | 0       | elektřina    | 1                     | 1       | elektřina    | 0,4                   | 0,4     |
|              | 7.       | Spotřeba energie na vytápění                        | 239                     | 214     |              | 191                   | 171     |              | 85                    | 66      |
| elektřina    |          | Spotřeba energie na vytápění elektrickým kotlem     | 239                     | 214     | elektřina    | 191                   | 171     | elektřina    | 0                     | 0       |
| elektřina    |          | Spotřeba energie na vytápění tepelným čerpadlem     | 0                       | 0       | elektřina    | 0                     | 0       | elektřina    | 70                    | 54      |
| elektřina    |          | Spotřeba energie na vytápění bivalentním zdrojem    | 0                       | 0       | elektřina    | 0                     | 0       | elektřina    | 15                    | 12      |
|              | 8.       | Spotřeba energie na chlazení                        | 0                       | 0       |              | 0                     | 0       |              | 0                     | 0       |
|              | 9.       | Spotřeba energie na přípravu teplé vody             | 54                      | 48      |              | 22                    | 19      |              | 9                     | 7       |
| elektřina    |          | Příprava teplé vody elektrickým kotlem              | 54                      | 48      | elektřina    | 22                    | 19      | elektřina    | 0                     | 0       |
| elektřina    |          | Příprava teplé vody tepelným čerpadlem              | 0                       | 0       | elektřina    | 0                     | 0       | elektřina    | 9                     | 7       |
|              | 10.      | Spotřeba energie na větrání                         | 0                       | 0       |              | 0                     | 0       |              | 0                     | 0       |
|              | 11.      | Spotřeba energie na úpravu vlhkosti                 | 0                       | 0       |              | 0                     | 0       |              | 0                     | 0       |
|              | 12.      | Spotřeba energie na osvětlení                       | 17                      | 15      |              | 17                    | 15      |              | 17                    | 13      |
| elektřina    |          | Spotřeba elektrické energie pro osvětlení           | 17                      | 15      | elektřina    | 17                    | 15      | elektřina    | 17                    | 13      |
|              | 13.      | Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy | 48                      | 43      |              | 48                    | 43      |              | 48                    | 37      |
| elektřina    |          | El. energie - ostatní                               | 48                      | 43      | elektřina    | 48                    | 43      | elektřina    | 48                    | 37      |

## **12.5. Vstupní údaje od zadavatele – výpisy z faktur dodavatelů energií**

V této kapitole jsou uvedeny poskytnuté výpisy z faktur dodavatelů energií