

ENERGETICKÝ AUDIT

Hasičská zbrojnice – Ústě

č.p. 272, 411 45 Ústě



Předkládá: RELOCA energy solutions, s. r. o.
Baranova 642/30, 130 00 Praha 3

Auditor: Ing. Jan Škráček

únor 2012

Obsah:

1	Identifikační údaje.....	5
1.1	Zadavatel energetického auditu	5
1.2	Provozovatel předmětu energetického auditu	5
1.3	Předkladatel energetického auditu	5
1.4	Zpracovatel energetického auditu	5
1.5	Předmět energetického auditu	5
2	Popis výchozího stavu.....	6
2.1	Základní údaje o předmětu energetického auditu	6
2.1.1	Předmět energetického auditu	6
2.1.2	Charakteristika	7
2.2	Základní údaje o energetických vstupech a výstupech	8
2.3	Energetické hospodářství	13
2.3.1	Dodavatelé energií	13
2.3.2	Zdroje pro vytápění (ÚT)	14
2.3.3	Příprava teplé užitkové vody (TV)	15
2.3.4	Vzduchotechnika	15
2.3.5	Chlazení	15
2.3.6	Osvětlení	15
2.3.7	Ostatní spotřebiče energie	15
2.3.8	Rozvody energií	15
2.4	Bilance zdrojů energie	16
2.5	Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu.....	16
2.6	Informace o stavební části	18
2.7	Vliv na životní prostředí	19
2.8	Popis míry zanedbané údržby	19
2.9	Záměry zadavatele	19
3	Hodnocení výchozího stavu.....	20
3.1	Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie	20
3.1.1	Vyhodnocení spotřeby tepla denostupňovou metodou	20
3.2	Zhodnocení stávajícího stavu budovy	22
3.2.1	Posouzení tepelně – technických vlastností obalových konstrukcí budovy dle ČSN 73 0540-2:2011	22
3.2.2	Výpočet měrné tepelné ztráty (ČSN EN ISO 13 790).....	23
3.2.3	Průměrný součinitel prostupu tepla a energetický šůtek obálky budovy	24
3.2.4	Posouzení měrné spotřeby tepla pro vytápění.....	25
3.3	Zhodnocení technologické části.....	26
3.3.1	Vytápění (ÚT)	26
3.3.2	Příprava TV	27
3.3.3	Vzduchotechnická zařízení	28
3.3.4	Chlazení.....	28
3.3.5	Osvětlení	28
3.3.6	Rozvody energií	28
3.4	Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství	29
4	Navržená opatření	31
4.1	Druhy úsporných opatření.....	31
4.2	Předběžné posouzení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie a zálohování energie	31
4.2.1	Tepelná čerpadla	31
4.2.2	Spalování biomasy	32
4.2.3	Kogenerační jednotka.....	32
4.2.4	Solární kolektory	32
4.2.5	Rekuperace	32
4.3	Beznákladová a nízkonákladová opatření.....	33
4.3.1	Opatření A - Energetický management	33
4.4	Vysokonákladová opatření.....	36

4.4.1	Opatření B – Výměna výplní otvorů	36
4.4.2	Opatření C – Zateplení obvodového pláště	37
4.4.3	Opatření D – Zateplení podlahy půdy	37
4.5	Souhrn navržených opatření.....	38
4.6	Definování variant	39
4.6.1	Varianta č. 1	40
4.6.2	Varianta č. 2	41
4.7	Energetické zhodnocení navržených variant.....	42
5	Ekonomické hodnocení variant	43
5.1	Metoda ekonomického hodnocení	43
5.2	Ekonomické vyhodnocení variant.....	45
6	Environmentální hodnocení variant	47
7	Výběr optimální varianty	49
7.1	Metodika a kritéria hodnocení	49
7.2	Vyhodnocení variant.....	50
8	Závazné výstupy energetického auditu.....	52
8.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství.....	52
8.2	Technický potenciál úspor	53
8.3	Optimální varianta energeticky úsporného projektu a doporučení energetického auditora.....	53
8.3.1	Shrnutí doporučených opatření	53
8.3.2	Zdůvodnění výběru doporučeného opatření, úspory apod.	54
8.4	Využití obnovitelných zdrojů energie a zálohování energie.....	54
9	Evidenční list energetického auditu	55
10	Přílohy.....	57
10.1	Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N dle ČSN 73 0540-2:2011	57
10.2	Protokol o výpočtu měrných tepelných ztrát a potřeby tepla na vytápění dle ČSN EN ISO 13 790 – stávající stav.....	59
10.3	Protokol k energetickému štítku obálky budovy – ČSN 73 0540-2:2011 – stávající stav... ..	62
10.4	Protokol k energetickému štítku obálky budovy – ČSN 73 0540-2:2011 – doporučená varianta a energetický šůtek	63
10.5	Protokol k energetickému štítku obálky budovy – ČSN 73 0540-2:2011 – referenční budova	65
10.6	Ekonomické zhodnocení doporučené varianty	66
10.7	Ekonomické zhodnocení doporučené varianty - dodavatelský úvěr	68
10.8	Ekonomické zhodnocení doporučené varianty - polovina odpisové doby.....	70
10.9	Protokol o výpočtu množství energie k přípravě TV	72

Seznam tabulek:

tabulka 1	Základní parametry předmětu energetického auditu	6
tabulka 2	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2009.....	8
tabulka 3	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2010.....	9
tabulka 4	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2011.....	9
tabulka 5	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA - průměr z let 2009 až 2011.....	10
tabulka 6	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA - průměr z let 2009 až 2011 v cenách roku 2011	10
tabulka 7	Měrná cena vstupních energií.....	11
tabulka 8	Procentní podíl na spotřebě a platbách za energie (vypočteno).....	12
tabulka 9	Parametry zdrojů vytápění.....	14
tabulka 10	Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro výchozí vstupní bilanci	16
tabulka 11	Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky	17
tabulka 12	Základní technické parametry budovy.....	19
tabulka 13	Hodnoty pro stanovení faktoru tvaru objektu.....	19
tabulka 14	Základní tvar energetické bilance předmětu EA pro průměr 2009 - 2011	20
tabulka 15	Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje.....	20

tabulka 16	Přepočet spotřeby tepla na vytápění na dlouhodobý průměr	21
tabulka 17	Upravená vstupní energetická bilance objektu	21
tabulka 18	Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro přepočtenou bilanci	22
tabulka 19	Základní technické ukazatele vlastních energet. zdrojů - přepočtená bilance	22
tabulka 20	Zhodnocení stavebních konstrukcí s ohledem ČSN 73 0540-2:2011	23
tabulka 21	Rozdělení měrné tepelné ztráty	23
tabulka 22	Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy	25
tabulka 23	Průměrný součinitel prostupu tepla (ČSN 73 0540-2:2011)	25
tabulka 24	Hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)	26
tabulka 25	Porovnání teoretické a skutečné spotřeby tepla na ÚT	26
tabulka 26	Ukazatele účinnosti samotného systému vytápění	27
tabulka 27	Posouzení přípravy TV dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. (kritérium GJ/m3)(vypočteno)	27
tabulka 28	Posouzení přípravy TV dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. (kritérium GJ/(m2rok))	27
tabulka 29	Vyčíslení tepelných ztrát v rozvodech TV	27
tabulka 30	Tabulka vypočtených tloušťek izolací dle vyhlášky č. 193/2007 Sb.	29
tabulka 31	Přehled teplot ve vybraných místnostech	34
tabulka 32	Souhrn navrhovaných opatření	38
tabulka 33	Ekonomické vyhodnocení jednotlivých opatření	38
tabulka 34	Seznam opatření ve variantě č. 1	40
tabulka 35	Upravená energetická bilance pro variantu č. 1	40
tabulka 36	Seznam opatření ve variantě č. 2	41
tabulka 37	Upravená energetická bilance pro variantu č. 2	41
tabulka 38	Změna dílčího hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)	42
tabulka 39	Změna energetické náročnosti budovy (ČSN 730540-2:2011)	42
tabulka 40	Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant - doba životnosti	45
tabulka 41	Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant - dodavatelský úvěr	46
tabulka 42	Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant - polovina odpisové doby	46
tabulka 43	Použité emisní faktory	47
tabulka 44	Současný stav produkce emisí	47
tabulka 45	Produkce emisí u výchozího stavu a varianty č. 1	47
tabulka 46	Produkce emisí u výchozího stavu a varianty č. 2	47
tabulka 47	Bodové ohodnocení posuzovaných kritérií a váhová matice kritérií (alternativa I)	50
tabulka 48	Váhová matice kritérií (alternativa II)	50
tabulka 49	Měrné ukazatele	52

Seznam grafů:

graf 1	Vývoj měrné ceny elektrické energie za poslední tři roky	11
graf 2	Vývoj měrné ceny tepla za poslední tři roky	11
graf 3	Roční spotřeby elektrické energie	12
graf 4	Roční spotřeby tepla	12
graf 5	Procentní podíl na spotřebě a platbách za energie	13
graf 6	Denostupně v letech 2009 - 2011	17
graf 7	Porovnání skutečných klimatických podmínek s dlouhodobým průměrem	17
graf 8	Porovnání spotřeby tepla s klimatickými podmínkami	18
graf 9	Poměr měrných tepelných ztrát objektu	24
graf 10	Příklad E-T křivky při diagnostikování poruchy	35
graf 11	Poměr investičních nákladů v tis. Kč a úspor jednotlivých opatření v GJ	39
graf 12	Poměr investičních nákladů a úspor finančních prostředků vzniklých jejich realizací	39
graf 13	Emise tuhých látek, SO ₂ , NO _x a CO v jednotlivých variantách	48
graf 14	Emise CO ₂ v jednotlivých variantách	48
graf 15	Charakteristické hodnoty jednotlivých opatření	51

Seznam obrázků:

obrázek 1	Situační schéma objektu	7
obrázek 2	Prvky otopné soustavy	14
obrázek 3	Příprava teplé vody	15
obrázek 4	Fotodokumentace stavební části	18
obrázek 5	Princip neustálého zlepšování energetického hospodářství	33

Seznam zkratk:

EA	energetický audit
PD	projektová dokumentace
CF	cash flow
IRR	vnitřní výnosové procento
NPV	čistá současná hodnota
Ni	investiční náklady
EÚP	energeticky úsporný projekt
kWe	kilowatt elektrický
kWt	kilowatt tepelný
GJ	gigajoule
NN	nízké napětí
VN	vysoké napětí
OZE	obnovitelný zdroj energie
KGJ	kogenerační jednotka
TČ	tepelné čerpadlo
ZZT	zpětné získávání tepla
OS	otopná soustava
TV	teplá užitková voda
ÚT	ústřední topení
VS	výměňiková stanice
KPS	kompaktní předávací stanice
HVS	hlavní výměňiková stanice
AN	akumulační nádrž
TRV	termoregulační ventil
IRC	“individual room control“
VZT	vzduchotechnika
CZT	centrální zásobení teplem
CP	cihla plná
CD	cihla dutá

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Zadavatel energetického auditu

Název/jméno	Město Ústěk		
Adresa	Mírové náměstí 83, 411 45 Ústěk		
Kontaktní osoba	Pavel Kunderát		
Telefon	416 795 609	Fax	416 795 363
IČ	264571	DIČ	CZ 264571
E-mail	ustek@iol.cz		

1.2 Provozovatel předmětu energetického auditu

Jméno	Město Ústěk		
Adresa	Mírové náměstí 83, 411 45 Ústěk		
Zástupce	Pavel Kunderát		
Telefon	416 795 609	Fax	416 795 363
IČ	264571	DIČ	CZ 264571
E-mail	ustek@iol.cz		

1.3 Předkladatel energetického auditu

Jméno	RELOCA energy solutions, s.r.o.		
Adresa	Baranova 642/30, 130 00 Praha 3		
Zástupce	Ing. Jan Škráček		
Telefon	277 277 050	Fax	-
IČ	28367146	DIČ	CZ 28367146
E-mail	info@reloca-es.cz		

1.4 Zpracovatel energetického auditu

Jméno	Ing. Jan Škráček		
Odborná způsobilost	Energetický auditor č. 769 zapsán v seznamu u MPO ČR		
Adresa	V Rovínách 77, 140 00 Praha 4		
E-mail	jan.skracek@reloca-es.cz		
Telefon	732 304 106		
Spolupráce	-		

1.5 Předmět energetického auditu

Název	Hasičská zbrojnice Ústěk
Adresa	Ul. Polské armády čp. 272, 411 45 Ústěk
Vlastník	Město Ústěk
Vztah k zadavateli EA	Zadavatel EA je majitelem objektu

2 POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 Základní údaje o předmětu energetického auditu

2.1.1 Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu je budova hasičské zbrojnice v Úštěku, vlastní konstrukce budovy a její energetické hospodářství. Energetickým hospodářstvím se, vzhledem k povaze objektu, rozumí spotřeba tepla na vytápění včetně rozvodů a regulace systému a spotřeba energií na přípravu teplé vody a další technologické procesy (osvětlení apod.).

Energetický audit je zpracován na základě zákona 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů a vyhlášek 213/2001 Sb. a 425/2007 Sb., kterými se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu.

Požadavek na zpracování EA vyplynul v návaznosti na záměry vedoucí k zlepšení tepelně technických parametrů obalových konstrukcí. Navrhovaná úsporná opatření jsou řešena s ohledem na požadavky dotačního programu OPŽP.

tabulka 1 Základní parametry předmětu energetického auditu

Identifikace činnosti				
Druh činnosti	Hasičská zbrojnice			
Počet zaměstnanců	13 (4 vždy ve službě)			
Provoz (dny v týdnu, směnnost)	24 hodin denně nepřetržitě			
Počet vytápěných budov	1			
Seznam budov				
	Objem vytápěné části budovy	Vytápěná podlah. plocha	Plocha ochlaz. konstrukcí	Faktor tvaru budovy
	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ² /m ³]
Hasičská zbrojnice	3 285	658	2 075	0,63

Ke zpracování auditu byly použity následující podklady:

- projektová studie SUNCAD s.r.o., únor 2012
- údaje o spotřebách energie včetně nákladů za energie (2009-2011)
- dostupná projektová dokumentace stavby
- údaje ze zpráv o pravidelné revizi elektrického zařízení
- ústní informace o provozu budovy, vytápěcích teplotách a útlumech
- informace z místního šetření a vlastní fotografie objektu

2.1.2 Charakteristika

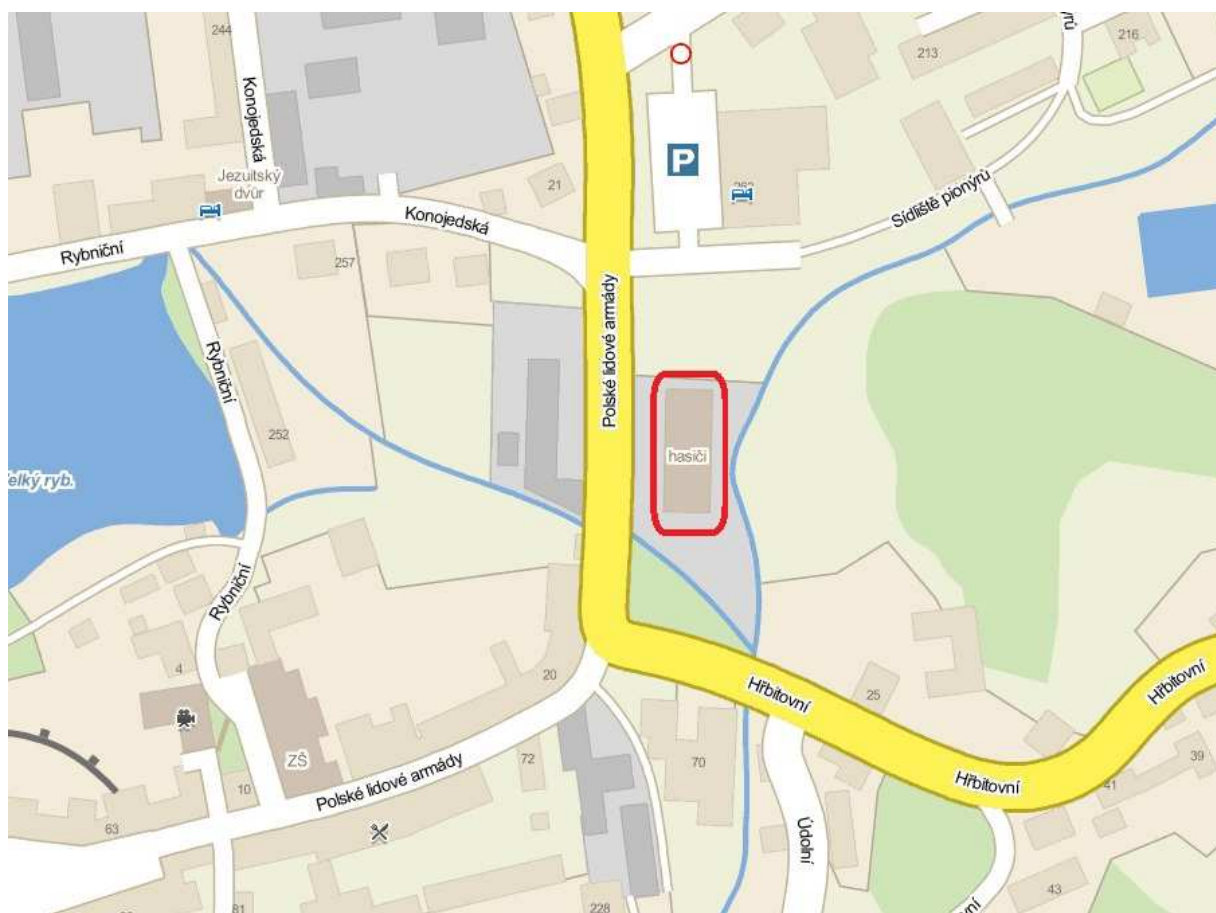
Jedná se o budovu hasičské zbrojnice v centru města Ústěku. Objekt je nepodsklepený, dvoupodlažní budova se sedlovou střechou a nevytápěným půdním prostorem. Budova je cihelná a parametry obalových konstrukcí nesplňují dnešní tepelné technické parametry. Vytápění zajišťuje kotel na zemní plyn umístěného uvnitř objektu. Příprava TV je primárně zajištěna nepřímo ohřevaným zásobníkem v kotelně a v kuchyňce pomocí el. zásobníkového ohřeváče.

Na základě výpisu z katastru nemovitostí není objekt označen jako nemovitá kulturní památka, ani není umístěn v památkově chráněném území. Objekt stojí v katastrálním území Ústěku 775533 na parcele č. 304/2.

Údaje o posledních významnějších rekonstrukcích

- Instalace nové kotelny na zemní plyn v 2001

obrázek 1 Situační schéma objektu



2.2 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

Předmět EA je zásobován těmito energiemi a médii:

- elektrická energie
- zemní plyn
- studená voda

V následujících tabulkách jsou uvedeny spotřeby energií dle poskytnutých fakturačních podkladů. Jsou uvedeny spotřeby včetně vynaložených nákladů.

Vzhledem k tomu, že ceny vstupních energií mají obecně stoupající tendenci a výhledově se předpokládá jejich další zvyšování budou jako vstup do dalších výpočtů a hodnocení uvažovány energetické vstupy a výstupy přepočtené v cenách z posledního roku.

Dodavatelem el. energie je ČEZ Prodej, s.r.o. a dodavatelem tepla je společnost ÚSTĚCKÉ SLUŽBY, spol. s r.o.. Elektrická energie je odebírána v rámci produktu Akumulace 8, odběrová sazba C25d.

tabulka 2 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2009

Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2009					
vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba en.	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
El. energie	MWh	19,954	3,60	71,83	69 221
Nákup tepla	GJ	N/A	1,00	N/A	N/A
Zemní plyn	tis. m ³				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis. m ³				
Druhotná energie	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				71,83	69 221
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				71,83	69 221

Pozn.: Cenové údaje v tabulce jsou uvedeny bez DPH. Údaje o spotřebě tepla za 2009 nebyly poskytnuty.

tabulka 3 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2010

Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2010					
vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba en.	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
El. energie	MWh	18,041	3,60	64,95	61 167
Nákup tepla	GJ	507,00	1,00	507,00	288 463
Zemní plyn	tis. m ³				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis. m ³				
Druhotná energie	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				571,95	349 630
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				571,95	349 630

Pozn.: Cenové údaje v tabulce jsou uvedeny bez DPH.

tabulka 4 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2011

Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2011					
vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba en.	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
El. energie	MWh	15,896	3,60	57,23	58 367
Nákup tepla	GJ	367,00	1,00	367,00	220 183
Zemní plyn	tis. m ³				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis. m ³				
Druhotná energie	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				424,23	278 550
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				424,23	278 550

Pozn.: Cenové údaje v tabulce jsou uvedeny bez DPH.

tabulka 5 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA - průměr z let 2009 až 2011

Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA - průměr z let 2010-2011					
vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba en.	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
El. energie	MWh	17,964	3,60	64,67	62 918
Nákup tepla	GJ	437,00	1,00	437,00	254 323
Zemní plyn	tis. m ³				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis. m ³				
Druhotná energie	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				501,67	317 241
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				501,67	317 241

Pozn.: Cenové údaje v tabulce jsou uvedeny bez DPH. Energetický vstup tepla a roční náklady jsou průměrovány z let 2010 až 2011.

tabulka 6 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA - průměr z let 2009 až 2011 v cenách roku 2011

Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA - průměr z let 2009-2011 v cenách 2011					
vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba en.	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
El. energie	MWh	17,964	3,60	64,67	65 959
Nákup tepla	GJ	437,000	1,00	437,00	262 180
Zemní plyn	tis. m ³				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis. m ³				
Druhotná energie	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				501,67	328 138
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				501,67	328 138

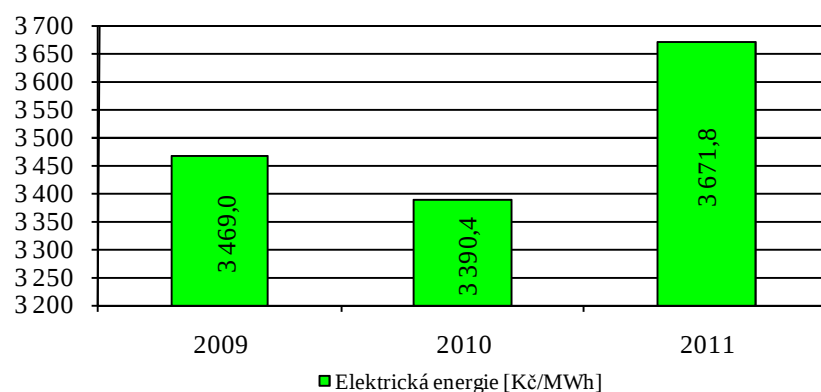
Pozn.: Cenové údaje v tabulce jsou uvedeny bez DPH. Energetický vstup tepla je průměrován z let 2010 až 2011.

Na následující tabulce a příslušných grafech je dokumentována vzestupná tendence měrné ceny vstupních energií do objektu.

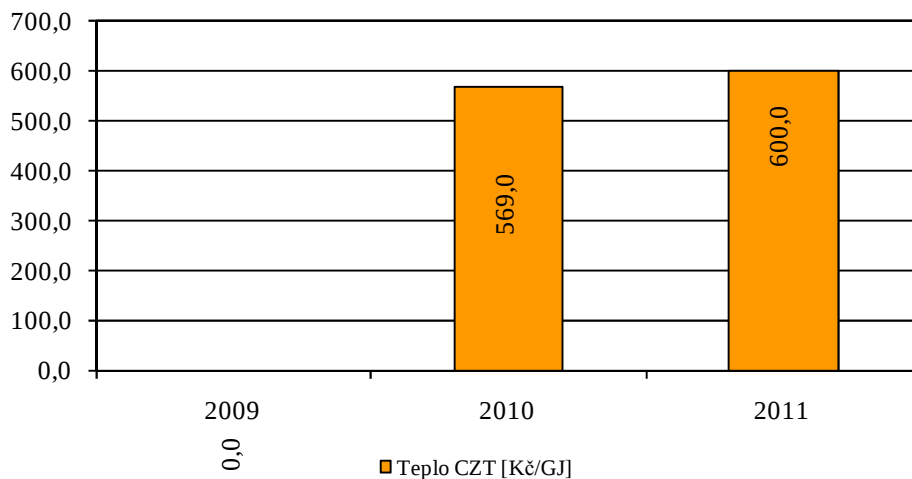
tabulka 7 Měrná cena vstupních energií

Měrná cena vstupních energií		
Období	El. energie	Teplo CZT
	Kč/MWh	Kč/GJ
2009	3 469,0	N/A
2010	3 390,4	569,0
2011	3 671,8	600,0

graf 1 Vývoj měrné ceny elektrické energie za poslední tři roky



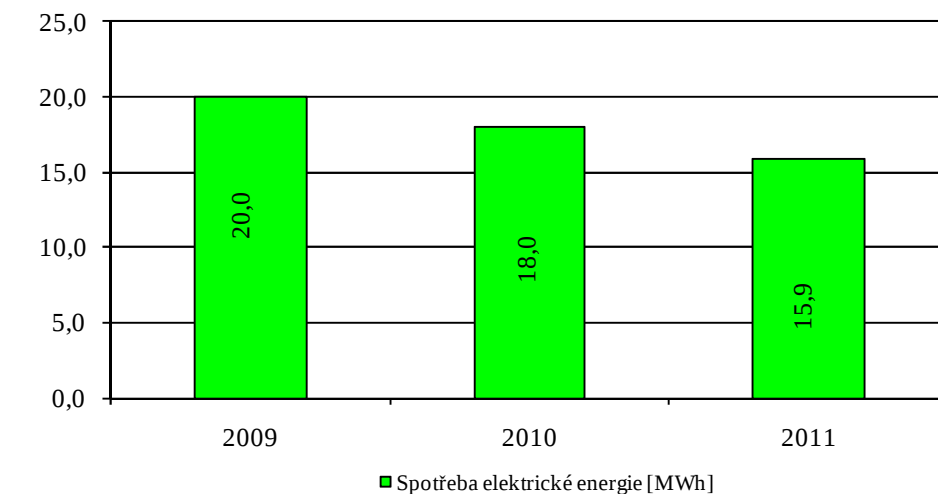
graf 2 Vývoj měrné ceny tepla za poslední tři roky



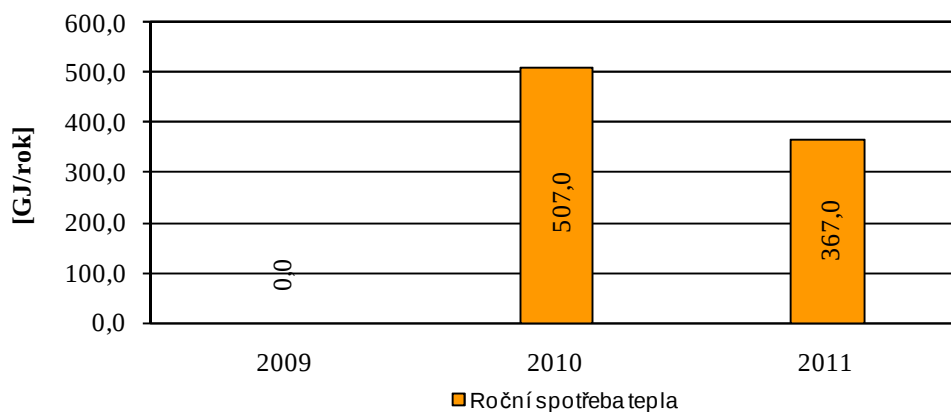
Pozn.: Cenové údaje v tabulce jsou uvedeny bez DPH. Údaje o spotřebě tepla za 2009 nebyly poskytnuty.

Tendence meziročních spotřeb vstupních energií je zobrazena v následujících grafech.

graf 3 Roční spotřeby elektrické energie



graf 4 Roční spotřeby tepla



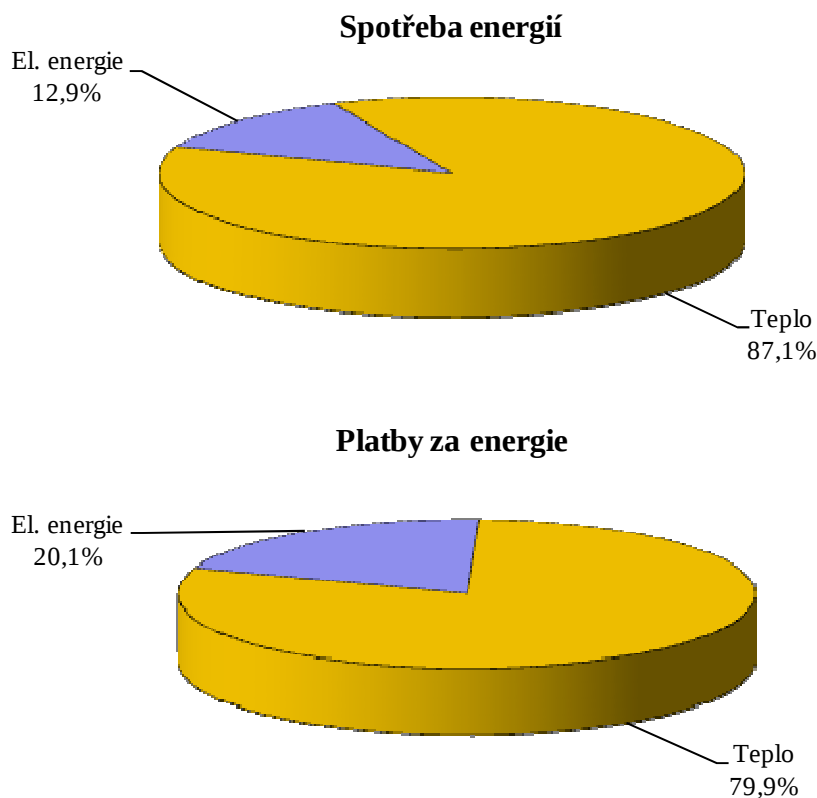
Pozn.: Údaje o spotřebě tepla za 2009 nebyly poskytnuty.

Pro lepší orientaci ve spotřebovaných vstupních energiích byla sestavena následující bilance. Vstupní údaje do výpočtů vychází z průměrných spotřeb za období 2009 až 2011 podle fakturačních údajů. Platby jsou vztaženy k cenám roku 2011.

tabulka 8 Procentní podíl na spotřebě a platbách za energie (vypočteno)

Účel spotřeby	Spotřeba energie			Platby za energie	
	MWh/rok	GJ/rok	%	tis. Kč	%
El. energie	17,96	64,7	12,9	66,0	20,1
Teplo	121,39	437,0	87,1	262,2	79,9
Celkem	139,4	501,7	100,0	328,1	100,0

graf 5 Procentní podíl na spotřebě a platbách za energie



2.3 Energetické hospodářství

Objekt je vytápěn z vlastní kotelny na zemní plyn, kterou spravuje společnost ÚŠTĚCKÉ SLUŽBY, spol. s r.o.. Příprava teplé vody probíhá topnou vodou ÚT v zásobníkovém ohřivači. Nucené větrání ani chlazení vnitřních prostor není v objektu zajištěno. El. energie dále slouží pro osvětlení a na další technologické procesy (např. výpočetní technika, atd.).

2.3.1 Dodavatelé energií

Dodavatel tepla: ÚŠTĚCKÉ SLUŽBY, spol. s r.o.
 Rybniční č.1, 441 45 Ústěk
 IČ: 25418599 DIČ: CZ 25418599
 Tel.: 416 795 571 E-mail: rekresluzby@mesto-ustek.cz

Dodavatel elektrické energie: ČEZ Prodej, s.r.o.
 Vinohradská 325/8, 120 21 Praha 2
 IČ: 27232433 DIČ: CZ27232433
 Tel.: 840 840 840 E-mail: cez@cez.cz

2.3.2 Zdroje pro vytápění (ÚT)

Vytápění objektu je zajištěno pomocí kotelny na zemní plyn umístěné v předmětu EA, ve které je umístěn 1 teplovodní kotel o celkovém výkonu 0,195 MW.

tabulka 9 Parametry zdrojů vytápění

	Zdroj č. 1
Výrobce	Ygnis
Typ	Pyronox LRP 195
Počet	1 ks
Jmenovitý výkon	195 kW
Rok výroby	2001
Palivo	Zemní plyn

Od kotlů je vedena topná voda k rozdělovači se sběračem, odkud je distribuována do 2 větví – požární stanice ÚT a větev pro přípravu teplé vody. Topné větve ÚT jsou osazeny trojcestným ventilem a cirkulačním čerpadlem s plynule regulovatelnými otáčkami, které s pomocí řídicí automatiky zajišťují ekvitermní regulaci a teplotní útlum mimo provozní dobu.

Jako koncových otopných spotřebičů je použito cca 19 ocelových plechových radiátorů RADIK s osazenými termoregulačními ventily s termostatickými hlavice. V garáži jako otopná tělesa registry 9x2,5' (cca 20m²)

obrázek 2 Prvky otopné soustavy



2.3.3 Příprava teplé užitkové vody (TV)

Příprava teplé vody je primárně zajišťována pomocí nepřímo ohřívaného zásobníku A.O.Smith IT 300 a objemu 300l a výkonu max. 47 kW. Topná voda ohřívající teplou vodu v zásobníku je přivedena z rozdělovače ÚT, větev je osazena cirkulačním čerpadlem. V kuchyňce je instalovaný elektrický zásobník o objemu 80l (cca 2kW).

Koncová odběrná místa jsou osazena převážně kohoutovými bateriemi. Izolovány jsou rozvody v kotelně a samotný zásobník, ale ne již rozvody k odběrným místům.

obrázek 3 Příprava teplé vody



Zásobník A.O.Smith IT 300



El. bojler v kuchyňce

2.3.4 Vzduchotechnika

Prostory v předmětu EA jsou větrány přirozeně okny. Nejsou osazena zařízení pro nucené větrání.

2.3.5 Chlazení

V předmětu EA nejsou osazena zařízení ke chlazení vnitřního vzduchu.

2.3.6 Osvětlení

Osvětlení vnitřních prostor objektu je zajištěno převážně zářivkovými svítlidly, místně jsou v méně používaných prostorech osazeny žárovková svítlidla. Regulace osvětlení je převážně ruční.

2.3.7 Ostatní spotřebiče energie

El. energie je odebírána v produktu Akumulace 8, odběrová sazba C25d. Odběrová sazba byla pro průměrnou spotřebu el. energie za poslední 3 roky porovnávána v rámci produktu, z tohoto porovnání je patrné, že odběrová sazba C25d je zvolena vhodně (při cenách roku 2011).

- Produkt: Akumulace 8
- Sazba: C25d
- Jistič: 3 x 32 A

Kromě osvětlení se ve společných prostorech objektu nacházejí další spotřebiče jako je vybavení kuchyněk a další drobné elektrospotřebiče.

2.3.8 Rozvody energií

Rozvody ÚT

Rozvod tepelné energie po objektu je pomocí klasické dvoutrubní otopné soustavy o teplotním spádu 90/70°C s nuceným oběhem topné vody. Rozvody v kotelně včetně rozdělovače se sběračem jsou izolovány termoizolačními trubicemi, ostatní rozvody včetně hlavních ležatých jsou izolovány

minerální nebo skelnou vatou v hliníkovém nebo plastovém obalu. Otopná tělesa jsou článková plechová Radik (celkem 19 ks) osazená převážně pod okny, jsou osazeny termostatickými ventily (TRV). V garáži topné registry.

Rozvody TV

Rozvody teplé vody jsou ocelové pozinkované. Rozvody jsou izolovány v kotelně a je izolován i samotný zásobník.

Vnitřní elektroinstalace

Dle pravidelných zpráv o revizi elektrického zařízení je schopna bezpečného provozu. Vlastní el. instalace je provedena kabely CYKY nebo AYKY.

Rozvody zemního plynu

Jedná se o nízkotlaké připojení zemního plynu. Rozvody jsou provedeny s trubek ocelových bezešvých.

2.4 Bilance zdrojů energie

Jako vlastní zdroj tepla v předmětu EA jsou hodnocen kotel na zemní plyn.

tabulka 10 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro výchozí vstupní bilanci

ř.	ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0,195
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	-
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	391,9
10	Prodej tepla	GJ	-
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	421,4
12	Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	421,4

2.5 Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

V následujících tabulkách jsou shrnuty klíčové vstupní hodnoty charakterizující klimatické podmínky v regionu a vnitřní podmínky. Průměrná teplota v objektu byla stanovena váženým průměrem vnitřních teplot v závislosti na objemu jednotlivých prostor.

Hodnoty pro výpočet denostupňů byly převzaty z ČHMÚ, měřicí stanice Ústí nad Labem. Parametry vnějšího prostředí byly převzaty z lokality Litoměřice. V případě chybějících dat byly údaje převzaty z dlouhodobého průměru nebo stanoveny odborným odhadem.

tabulka 11 Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

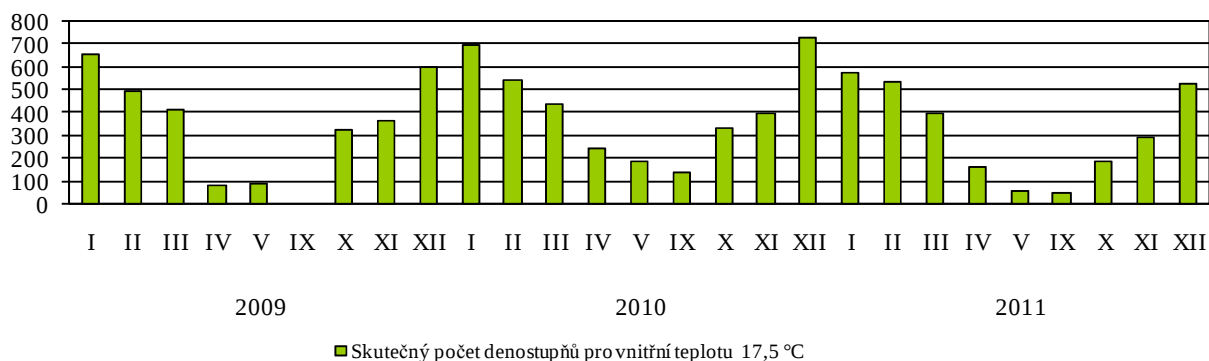
Parametry prostředí			
Lokalita	-	Litoměřice	Dlouhodobý normál ČR
Venkovní výpočtová teplota	t_e	-13 °C	- °C
Průměrná vnitřní teplota t_{is}	t_{is}	17,5 °C	- °C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	-	13 °C	- °C
Průměrná venkovní teplota t_{es}	t_{es}	4,10 °C	3,8 °C
Počet dnů otopného období	d	232 dní	242 dní
Počet denostupňů	$D^\circ = d (t_{is} - t_{es})$	3 109 °D	3 315 °D

Pozn.: Průměrná vnitřní teplota byla stanovena váženým průměrem vnitřních teplot jednotlivých prostor v objektu.

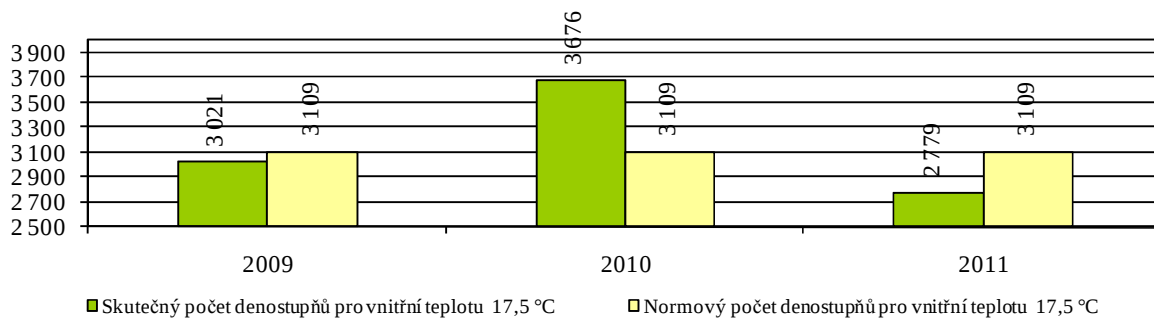
Místní klimatické podmínky			
rok	Průměrná venkovní teplota v topném období [°C]	Počet dnů otopného období	Počet denostupňů $D^\circ t_{is}$
2009	3,3	213	3 021
2010	3,0	253	3 676
2011	5,0	223	2 779

graf 6 Denostupně v letech 2009 - 2011

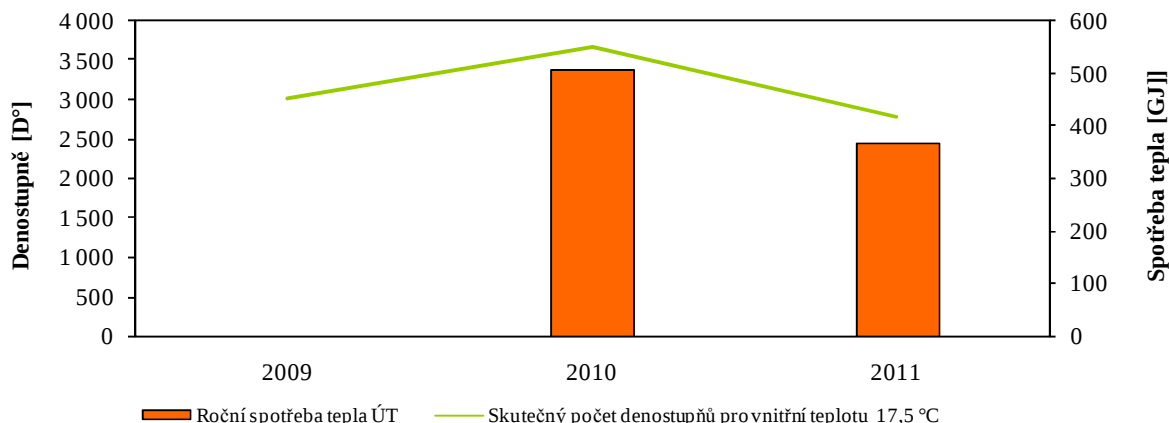
oD/měsíc



graf 7 Porovnání skutečných klimatických podmínek s dlouhodobým průměrem



graf 8 Porovnání spotřeby tepla s klimatickými podmínkami



2.6 Informace o stavební části

Svislá nosná konstrukce objektu je vyžděny z cihel plných. Nosné stěny nadzemních podlaží jsou tl. 0,30 m, nádstavba pravděpodobně z cihel Heluz.

Stropní konstrukce nad 1. NP tvoří stropní panely PPD o tl. 190mm, škvárobeton o tl. 100-250 mm, pilinobetonové desky o tl. 40mm, cementový nátěr a nad administrativní částí i volně ložená tepelná izolace o tl. 60 mm. Objekt je zastřešený kombinací sedlových a valbových střech – vlákonocementová skládaná krytina. Podlaha na terénu je betonová, v administrativní části s tepelnou izolací o tl. 20 mm. V celém objektu jsou původní dřevěné otvorové výplně (na východní straně luxfery), garážová vrata do větší garáže jsou po rekonstrukci, do menší původní plechové. Konstruktivní výška podlaží je 3 – 6,5 m.

obrázek 4 Fotodokumentace stavební části



tabulka 12 Základní technické parametry budovy

Technické parametry objektu		
Počet nadzemních podlaží	-	1
Počet podzemních podlaží	-	0
Obestavěný vytápěný prostor budovy	m ³	3 285
Zastavěná plocha objektu	m ²	694
Podlahová plocha všech prostorů v budově	m ²	658
Podlahová plocha vytápěných místností nad 15 °C vč.	m ²	658
Prům. světlá výška vytápěných místností	m	2,80
Plocha konstrukcí přiléhajících k sous. zónám či objektům	m ²	0
Plocha plně části svislých obvodových konstrukcí	m ²	507
Plocha výplní otvorů	m ²	105
Plocha střechy	m ²	0
Plocha konstrukcí na styku s terénem (podlahy)	m ²	694
Konstrukce do nevytápěných prostor (strop s půdou – podstřešní prost.)	m ²	769

tabulka 13 Hodnoty pro stanovení faktoru tvaru objektu

Geometrické parametry objektu		
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	m ²	2 075
Objem vytápěné části budovy	m ³	3 285
Faktor tvaru budovy	m ² /m ³	0,63

2.7 Vliv na životní prostředí

Znečišťující látky do ovzduší jsou sledovány na základě nařízení vlády č. 352/2002 Sb. a vyjádřeny i ve vyhlášce MPO ČR č. 213/2001 Sb. Jde především u tuhé látky, SO₂, NO_x, CO a CO₂. Emise pro zdroj tepla byly vypočteny z emisních faktorů daných Nařízením vlády č. 352/2001 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Započteny jsou emise vznikající provozem v budově (el. energie a ZP pro provoz v předmětu EA) a emise vznikající při výrobě dálkově dodávaného tepla. Posouzení je uvedeno v kapitole 6.

2.8 Popis míry zanedbané údržby

U předmětu EA se projevuje špatný technický stav výplní otvorů (zejména vlivem stárí a povětrnostních podmínek).

2.9 Záměry zadavatele

Primárním záměrem provozovatele je úsporné a efektivní provozování předmětu EA, výměna otvorových výplní a zateplení obálky budovy.

3 HODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

3.1 Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie

Průměrnou spotřebu energií a náklady za ně za roky 2009 – 2011 dokumentuje následující tabulka. Ve výpočtu je uvažováno s 80% krytím spotřeby teplé vody pomocí nepřímo ohřívaného zásobníku v kotelně a 20% krytím spotřeby pomocí el. bojleru.

tabulka 14 Základní tvar energetické bilance předmětu EA pro průměr 2009 - 2011

ř.	ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	501,7	328,1
	z toho elektrická energie	64,7	66,0
	z toho teplo	437,0	262,2
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	501,7	328,1
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	501,7	328,1
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	39,6	24,6
	z toho ÚT	29,5	17,7
	z toho TV	10,1	6,9
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	401,4	241,6
	z toho ÚT	391,9	235,1
	z toho TV	9,5	6,5
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	60,8	62,0

Pozn.: Cenové údaje jsou v úrovni roku 2011 a jsou uvedeny bez DPH. Energetický vstup tepla a roční náklady jsou průměrovány z let 2010 až 2011.

tabulka 15 Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje	
Roční energetická účinnost zdroje	93,0 %
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	- %
Roční energetická účinnost výroby tepla	93,0 %
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	- GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,08 GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	558,2 hod/rok

3.1.1 Vyhodnocení spotřeby tepla denostupňovou metodou

Pro zohlednění vlivů konkrétních klimatických podmínek v lokalitě a pro objektivní porovnání spotřeby tepla na vytápění v jednotlivých letech se provádí přepočet spotřeby tepla pro vytápění denostupňovou metodou a je určena průměrná hodnota spotřeby tepla pro vytápění pro kontrolu a určení skutečné výše tepelné ztráty objektu.

tabulka 16 Přepočet spotřeby tepla na vytápění na dlouhodobý průměr

Zhodnocení tepla pro vytápění				
Rok	Spotřeba tepla na vytápění	Skutečný počet denostupňů	Normový počet denostupňů	Přepočtená spotřeba tepla
	GJ	D°	D°	GJ
2010	487,4	3 676	3 109	412,3
2011	347,4	2 779	3 109	388,6
Celkem	834,9	6 455,0	9 326,4	800,9
Průměr	417,4	3 227,5	4 663,2	400,4

Na základě provedeného přepočtu skutečné spotřeby se sestavuje výsledná vstupní energetická bilance objektu, která je dále použita jako výchozí stav pro výpočet úspor jednotlivých variant. Vzhledem k různým klimatickým podmínkám v jednotlivých letech jde o metodu, která sjednocuje spotřeby tepla na vytápění na stejnou bázi (dlouhodobý průměr denostupňů). Náklady na energie jsou vztaženy k cenám z roku 2011.

tabulka 17 Upravená vstupní energetická bilance objektu

ř.	ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	480,8	315,6
	z toho elektrická energie	64,7	66,0
	z toho zemní plyn	416,1	249,6
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	480,8	315,6
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	480,8	315,6
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	38,1	23,7
	z toho ÚT	28,0	16,8
	z toho TV	10,1	6,9
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	381,9	229,9
	z toho ÚT	372,4	223,4
	z toho TV	9,5	6,5
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	60,8	62,0

Pozn.: Cenové údaje vztaženy k cenám roku 2011 a jsou uvedeny bez DPH.

tabulka 18 *Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro přepočtenou bilanci*

ř.	ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem ¹⁾	MW _{tep}	0,195
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	-
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	372,4
10	Prodej tepla	GJ	-
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	400,4
12	Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	400,4

tabulka 19 *Základní technické ukazatele vlastních energet. zdrojů - přepočtená bilance*

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje	
Roční energetická účinnost zdroje	93,0 %
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	- %
Roční energetická účinnost výroby tepla	93,0 %
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	- GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,08 GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	530,5 hod/rok

3.2 Zhodnocení stávajícího stavu budovy

3.2.1 Posouzení tepelně – technických vlastností obalových konstrukcí budovy dle ČSN 73 0540-2:2011

Budova dosud neprošla rekonstrukcí se zaměřením na zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí.

Z technické a projektové dokumentace není zřejmé přesné složení a skladba některých obalových konstrukcí. Skladby jednotlivých konstrukcí na hranici obálky budovy, tzn. skladby konstrukcí ohraničujících vytápěnou část budovy, byly převzaty z dokumentace. V případě nedostatečných podkladů byly tyto parametry odhadnuty na základě znalosti místních poměrů a období výstavby objektu či převzaty z publikace Tepelně technické a energetické vlastnosti budov, Doc. Ing. Jaroslav Řehánek, DrSc., Ing. Antonín Janouš, Ing. Jaroslav Šafránek, Ing. Petr Kučera, CSc, kterou vydalo nakladatelství GRADA Publishing. Veškerá zjednodušení a odhady jsou provedeny vždy na stranu bezpečnosti.

V následující tabulce jsou zhodnoceny stávající stavební konstrukce objektu s ohledem na požadavek ČSN 73 0540-2:2011.

tabulka 20 Zhodnocení stavebních konstrukcí s ohledem ČSN 73 0540-2:2011

Typ konstrukce	Hodnoty součinitele prostupu tepla $U [W.m^{-2}.K^{-1}]$		Vyhodnocení požadavku ČSN 73 0540-2:2011
	stávající	požadované	
Otvory – dřevěná zdvojená okna	2,4	1,7	Nesplňuje
Otvory – vstupy plechové	5,5	1,7	Nesplňuje
Otvory – luxfery	3,0	1,7	Nesplňuje
Otvory – vstupy dřevěné	3,5	1,7	Nesplňuje
Stěna – CPP (CD) 0,3 m	1,2	0,38	Nesplňuje
Garážová vrata - nová	1,7	1,7	Splňuje
Garážová vrata původní	5,0	1,7	Nesplňuje
Strop k půdě + tepelná izolace 0,06 m	0,45	0,30	Nesplňuje
Strop k půdě nezateplený	1,00	0,30	Nesplňuje
Podlaha na terénu (Garáže)	3,0	0,45	Nesplňuje
Podlaha na terénu (Administrativní část)	1,1	0,45	Nesplňuje

Pozn.: Výpis požadovaných a doporučených hodnot součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce tak, jak je uvádí ČSN 73 0540-2:2011 jsou uvedeny v příloze EA.

Všechny konstrukce zahrnuté do ochlazované plochy kromě nových garážových vrat nesplňují požadavky na součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011.

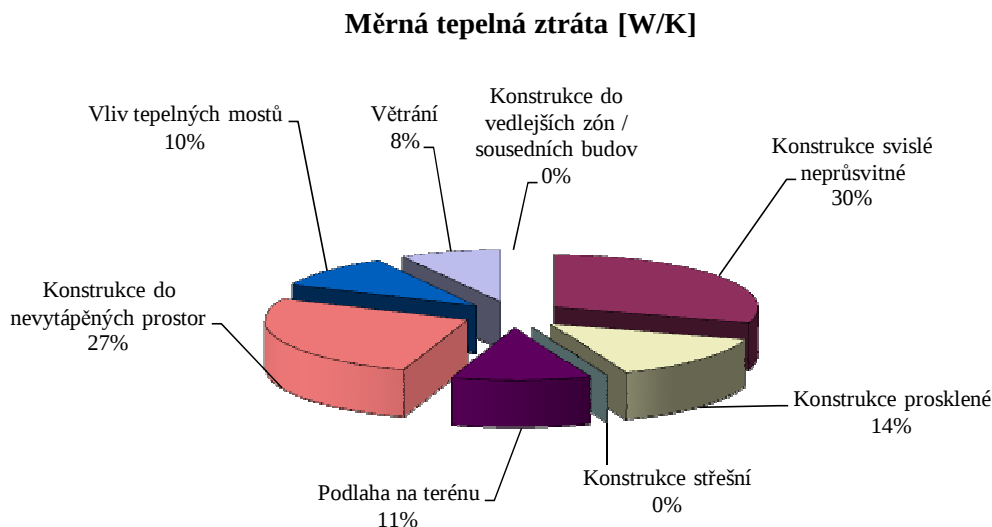
3.2.2 Výpočet měrné tepelné ztráty (ČSN EN ISO 13 790)

Pro výpočet měrné tepelné ztráty objektu byla použita dostupná výkresová dokumentace, fotodokumentace, informace provozovatele a místní šetření a byly definovány okrajové podmínky. Vlastní výpočet měrné tepelné ztráty je proveden metodikou podle normy ČSN EN ISO 13 790.

tabulka 21 Rozdělení měrné tepelné ztráty

Konstrukce	Plocha [m ²]	Měrná tepelná ztráta [W/K]
Konstrukce do vedlejších zón / sousedních budov	0	0,0
Konstrukce svislé neprůsvitné	507	607,9
Konstrukce prosklené	105	287,0
Konstrukce střešní	0	0,0
Konstrukce na styku s terénem	694	223,7
Konstrukce do nevytápěných prostor	769	541,1
Vliv tepelných mostů	0,1.A	207,5
Měrná tepelná ztráta prostupem tepla H_T	-	1 867,2
Větrání	-	164,2
Měrná tepelná ztráta celkem $H_T + H_V$	-	2 031,4

graf 9 Poměr měrných tepelných ztrát objektu



Ztráta tepla infiltrací je důsledkem netěsnosti otvorových výplní a způsobu výměny vzduchu ve vnitřních prostorech, které nemají nucené větrání nebo mají nucené větrání bez zpětného využití tepla. Tuto ztrátu je možné technickými prostředky i chováním obyvatel (větrání) omezit, avšak pouze na takovou míru, aby byly dodrženy hygienické požadavky na minimální výměnu vzduchu. Celková spotřeba energie na větrání je spočtena k zajištění hygienického minima čerstvého vzduchu a nelze ji nikterak jednoduše redukovat (ke snížení ztráty tepla infiltrací by bylo nutné realizovat nucené větrání s rekuperací či recirkulací vzduchu).

Největší tepelné ztráty prostupem vykazují dle výpočtu konstrukce stěn a konstrukce do nevytápěné půdy.

3.2.3 Průměrný součinitel prostupu tepla a energetický štítek obálky budovy

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} dle ČSN 73 0540-2:2011 slouží k hodnocení stavebně energetických vlastností budov v zimním období. Hodnocení se vztahuje na prostup tepla obálkou budovy, vyjadřuje tedy vliv samotného stavebního řešení. V hodnocení nejsou zohledněny žádné nejisté faktory jako je vliv lidského faktoru užívání budovy, způsobu vytápění, jeho regulace či vliv klimatických podmínek.

Hodnocená budova (nebo její ucelená část - zóna) musí dle ČSN 73 0540-2:2011 splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}, [W/(m^2.K)],$$

kde:

U_{em} je průměrný součinitel prostupu tepla budovy,

$U_{em,N}$ je požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla.

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$ se stanoví výpočtovým postupem dle ČSN 73 0540-2:2011 čl. 5.3.3 metodou referenční budovy. Zároveň platí, že hodnota požadavku nesmí překročit limity:

- pro nové obytné budovy $U_{em,N} = 0,5$
- pro ostatní budovy $U_{em,N} = 0,30 + (0,15 / (A/V))$
a zároveň pro $A/V \leq 0,2$ je $U_{em,N} = 1,05$ a pro $A/V \geq 1,0$ je $U_{em,N} = 0,45$

Pozn.: Uvedený postup platí pro budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotou v intervalu 18°C až 20°C.

Referenční budova je virtuální budova stejných rozměrů a stejného prostorového uspořádání jako budova hodnocená, shodného účelu a shodného umístění, na jejíž všech plochách obálky budovy jsou použity konstrukce se součiniteli prostupu tepla právě odpovídajícími příslušné normové požadované hodnotě (viz kapitola 3.2.1.)

Doporučená hodnota se vypočte ze vztahu:

$$U_{em,rec} = 0,75 U_{em,N} [W/(m^2.K)]$$

Hodnocení dle průměrného součinitele prostupu je vyjádřeno v Energetickém štítku obálky budovy, který obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a jeho grafická podoba dle ČSN 73 0540-2:2011 a protokol o výpočtu jsou uvedeny v přílohách EA.

Klasifikaci tříd prostupu tepla obálkou budovy podle ČSN 73 0540-2:2011 uvádí tabulka 24. Klasifikační ukazatel CI se stanoví:

$$CI = U_{em} / U_{em,N} [-]$$

tabulka 22 Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Prům. souč. prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² K)]	Slovní vyjádření	Klasifikační ukazatel CI
A	$U_{em} \leq 0,5 U_{em,N}$	Velmi úsporná	$CI \leq 0,5$
B	$0,5 U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 U_{em,N}$	Úsporná	$0,5 \leq CI \leq 0,75$
C	$0,75 U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	$0,75 \leq CI \leq 1,0$
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 U_{em,N}$	Nevyhovující	$1,0 \leq CI \leq 1,5$
E	$1,5 U_{em,N} \leq U_{em} < 2,0 U_{em,N}$	Nehospodárná	$1,5 \leq CI \leq 2,0$
F	$2,0 U_{em,N} \leq U_{em} < 2,2 U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	$2,0 \leq CI \leq 2,5$
G	$U_{em} > 2,5 U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	$CI \geq 2,5$

tabulka 23 Průměrný součinitel prostupu tepla (ČSN 73 0540-2:2011)

Průměrný součinitel prostupu tepla (ČSN 73 0540-2:2011)	
A/V - faktor tvaru budovy	0,63 m ² /m ³
H _t - měrná ztráta prostupem	1 867,2 W/K
U _{em} - průměrný součinitel prostupu tepla	0,90 W/(m ² K)
U _{em,N,rq} - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	0,38 W/(m ² K)
U _{em,N,rc} - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	0,28 W/(m ² K)
Klasifikační ukazatel CI	2,40 F - Velmi nehospodárná

Budova splňuje požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011, pokud všechny součinitele prostupu tepla jsou menší nebo rovny doporučeným hodnotám nebo pokud $U_{em} \leq U_{em,N}$. Tento požadavek hodnocená budova nesplňuje.

3.2.4 Posouzení měrné spotřeby tepla pro vytápění

Tato kapitola obsahuje posouzení měrné spotřeby tepla pro vytápění budov dle vyhl. č. 148/2007 Sb. a zároveň dle revidované normy ČSN 73 0540-2:2011. Přehled o vstupních údajích a měrných spotřebách tepla požadovaných a skutečných pro objekt ukazují následující tabulky.

Požadavky na energetickou náročnost jsou splněny, je-li energetická náročnost hodnocené budovy nižší než energetická náročnost referenční budovy. Referenční budova je výpočtově vytvořená budova téhož druhu, stejného tvaru, velikosti a vnitřního uspořádání, se stejným typem standardizovaného provozu a užívání jako hodnocená budova, a technickými normami předepsanou kvalitou obálky budovy a jejích energetických systémů.

Výpočet potřeby tepla na vytápění je proveden podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN 73 0540-2. Protokol o výpočtu je uveden v příloze.

tabulka 24 Hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)

Hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)		
Druh budovy	Administrativní	
Hodnocená budova		
Potřeba energie pro vytápění	423,7	GJ/rok
Uvažovaná účinnost výroby tepla	93,0	%
Spotřeba energie pro vytápění	455,6	GJ/rok
Referenční budova		
Požadovaná potřeba tepla	161,1	GJ/rok
Uvažovaná účinnost výroby tepla	88,6	%
Požadovaná spotřeba tepla	181,9	GJ/rok
Hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)		
Dodaná energie na vytápění $Q_{fuel,H}$	455,6	GJ/rok
Požadovaná energetická náročnost vytápění $R_{rq,H}$	181,9	GJ/rok
Měrná potřeba energie na celkovou podl. plochu EP_A	178,7	kWh/(m ² .rok)
Klasifikace	NEVYHOVUJE	

Pozn.: Účinnost výroby tepla pro referenční budovu uvažována dle nařízení vlády č. 25/2003 Sb.

3.3 Zhodnocení technologické části

3.3.1 Vytápění (ÚT)

Vytápěcí soustava je regulována ekvitermně, je zajištěna regulace v místě konečné spotřeby. Součástí regulace je nastavený program pro provádění teplotních útlumů.

Požadavky zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších novelizací v § 6 odst. 7. o instalaci regulace v místě konečné spotřeby jsou splněny.

V následující tabulce je provedeno porovnání teoretické spotřeby tepla na vytápění stanovenou bilančním výpočtem při zohlednění regulace otopného systému a účinnosti zdroje tepla se skutečnou spotřebou tepla vytápění stanovenou dle skutečných spotřeb a přepočtenou denostupňovou metodou.

tabulka 25 Porovnání teoretické a skutečné spotřeby tepla na ÚT

Porovnání teoretické a skutečné spotřeby tepla na ÚT				
Budova	Prům. vnitřní teplota	Celková měrná tepelná ztráta	Teoretická potřeba tepla na ÚT	Skutečná spotřeba tepla na ÚT
	°C	W/K	GJ/rok	GJ/rok
Hasičská zbrojnice Úštěk	17,5	2 031,4	455,6	400,4

Teoretická spotřeba tepla na vytápění je stanovena pro návrhové vnitřní teploty a uvažovanou účinnost výroby tepla. Rozdíl oproti celkové skutečné spotřebě tepla tedy reflektuje i případné vytápění budovy na vyšší nebo nižší než návrhové teploty. Dále tento rozdíl může být způsoben několika faktory, a to např. nevhodným chováním uživatel budovy v oblasti větrání nebo místní regulace otopné soustavy. Z hodnot uvedených v tabulce vyplývá, že skutečná spotřeba tepla na vytápění je nižší oproti teoreticky vypočtené hodnotě. Objekt je mírně nedotápen.

Účinnosti vytápěcího systému ukazuje následující tabulka.

tabulka 26 Ukazatele účinnosti samotného systému vytápění

Ukazatele účinnosti vytápění	
Celková tepelná ztráta (orientační hodnota)	195 kW
Výkon pro ohřev TV	max. 49 kW
Výkon pro VZT	0 kW
Instalovaný výkon zdrojů (celkový)	195 kW
Roční energetická účinnost výroby tepla	93,0 %
Teoretická spotřeba tepla na vytápění	455,6 GJ/rok
Spotřeba energie na vytápění	400,4 GJ/rok
Celková roční účinnost vytápěcího systému	113,76 %

Pozn.: Hodnota tepelné ztráty je pouze orientační, pro potřeby návrhu zdroje tepla je potřeba tuto hodnotu stanovit dle příslušných topenářských norem.

3.3.2 Příprava TV

Pro určení, zda-li je účinnost výroby a dodávky teplé užitkové vody na dostatečné úrovni je vhodné posoudit její přípravu dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. V § 5 a dále v příloze č. 2 a v příloze č. 3 této vyhlášky je uveden postup pro stanovení měrného ukazatele pro přípravu teplé užitkové vody, který požaduje spotřebu tepla na ohřátí 1 m³ teplé vody, resp. kolik tepla je potřeba na přípravu TV na metr čtvereční podlahové plochy (orientační ukazatel). Pokud hodnota skutečného měrného ukazatele přípravy teplé užitkové vody je menší než jeho maximální (ve vyhlášce daná) hodnota, lze konstatovat, že teplá užitková voda je připravována úsporně.

V předmětu EA není samostatné měření spotřebovaného tepla na přípravu TV. Vstupní parametry do hodnocení byly stanoveny na základě platných Českých technických norem a technických odhadů

tabulka 27 Posouzení přípravy TV dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. (kritérium GJ/m³)(vypočteno)

Rok	Množství ohřáté TV	Spotřeba tepla na ohřev TV	M dov	M skut
	m ³ /rok	GJ	GJ/m ³	GJ/m ³
Průměr	55	19,6	0,429	0,357

tabulka 28 Posouzení přípravy TV dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. (kritérium GJ/(m²rok))

Rok	Podlahová plocha	Spotřeba tepla na ohřev TV	M dov	M skut
	m ²	GJ	GJ/(m ² rok)	GJ/(m ² rok)
Průměr	658	19,6	0,036	0,030

tabulka 29 Vyčíslení tepelných ztrát v rozvodech TV

Rok	Množství ohřáté TV	Spotřeba tepla na ohřev TV	Teoret. potřeba na ohřev TV	Ztráty v rozvodech a ve zdroji	
	m ³ /rok	GJ/rok	GJ	GJ/rok	%
Průměr	55	19,6	9,5	10,1	51,4

Příprava teplé užitkové vody je úsporná, pokud platí, že Mskut < Mdov. Pokud platí pouze Mskut < Mdovmax, pak je naplněn mezní požadavek vyhlášky č. 194/2007 Sb.

Z výpočtů vyplývá, že spotřeba tepla na přípravu TV nepřekračuje hodnotu měrného ukazatele dodávky TV stanovenou ve vyhlášce č. 194/2007 Sb., příprava TV je tedy podle této vyhlášky vyhovující.

3.3.3 Vzduchotechnická zařízení

V předmětu EA nejsou zařízení pro nucené větrání.

3.3.4 Chlazení

V předmětu EA není zařízení pro chlazení vnitřních prostor.

3.3.5 Osvětlení

Osvětlovací soustava je provedena dle projektové dokumentace zpracované dle ČSN 36 0450 (dle druhu prostorů) a tedy splňuje požadavky příslušné normy.

Na základě požadavku vyhlášky MPO 425/2004 Sb. s účinností od 1.8.2004 byl proveden kontrolní orientační výpočet pro ověření požadované průměrné osvětlenosti ve vybraných prostorech. Výpočet byl proveden tokovou metodou. Při uvažování pravidelného čistění světelných zdrojů, jejich pravidelné výměně při skončení jejich životnosti a při použití tabulkových údajů o světelném toku jednotlivých typů zářivek udávaných výrobcem byly požadavky ČSN 36 0452 a ČSN EN 12464-1, která určuje nároky na průměrnou osvětlenost, ve srovnávací rovině splněny. Pro přesné zhodnocení stavu osvětlovací soustavy a případný návrh opatření je třeba provést autorizované měření intenzity osvětlení. Orientační výpočet v žádném případě nenahrazuje autorizované měření intenzity osvětlení.

Doporučujeme pouze připravit komplexní plán údržby, včetně stanovení intervalů výměny světelných zdrojů, čištění svítidel a způsobů jeho provádění. V případě změny využití prostor je vhodné vždy prověřit kvalitu osvětlení z hlediska požadavku na zrakový výkon a energetickou hospodárnost osvětlovací soustavy.

3.3.6 Rozvody energií

Na základě novelizace vyhlášky č. 213/2001 Sb. a vyhlášky č. 193/2007 Sb. je vhodné posoudit tloušťku izolace potrubních rozvodů. V § 5, odst. 9 a odst. 11 a dále v příloze č. 3 této vyhlášky je uveden postup pro určení minimální tloušťky tepelné izolace rozvodů.

V § 8, odst. 1 této vyhlášky je uvedena minimální tloušťka tepelné izolace zásobníků teplé vody a otevřených expanzních nádob, a to 100 mm.

Vzhledem k tomu, že požadavek vyhlášky na minimální tloušťku tepelné izolace rozvodů se stanovuje výpočtem a je odlišný pro různé typy a materiály potrubí, nelze ho zde jednoduše uvést v číselné podobě. Pro orientaci je uveden výpočet požadavku pro ocelovou trubku bezešvou (hodnoty určeny pro teplotu média 70 °C).

Vlastní výpočet tloušťky izolací komplikuje poměrně obtížný výpočet dvou součinitelů přestupu tepla:

- 1) součinitel přestupu tepla z otopného média do trubky
- 2) součinitel přestupu tepla z povrchu izolace do okolního prostředí

První z nich lze zanedbat vzhledem k malému tepelnému odporu. Druhý lze vypočítat na základě přibližných rovnic. Pro další postup bude použitý přibližný výpočet:

$$\alpha_2 = 1,163 * \left(\frac{(t_{iz} - t_2)}{D_{iz}} \right)^{0,25}$$

Průměrná teplota okolí t_2 na venkovní straně potrubí je uvažována 15 °C. Povrchová teplota izolace je na začátku výpočtu odhadnuta a pomocí iteračního výpočtu dále upřesněna.

tabulka 30 Tabulka vypočtených tloušťek izolací dle vyhlášky č. 193/2007 Sb.

Potrubí	λ izolace	Ocelová trubka bezešvá Tloušťka izolace - požadavek
DN	W/(mK)	mm
DN 10 až DN 15	0,04	35
DN 20 až DN 32	0,04	45
DN 40 až DN 65	0,04	45
DN 80 až DN 125	0,04	60
DN 150 až DN200	0,04	80

Dle údajů, které obsahuje předchozí tabulka, lze konstatovat, že některé rozvody a armatury v prostoru objektu nejsou izolovány v souladu s vyhláškou č. 193/2007 platnou od 1. září 2007. Tepelné izolace viditelných rozvodů jsou v dobrém stavu.

Vzhledem k tomu, že vyhláška se vztahuje pouze na nově zřizovaná nebo podstatně rekonstruovaná zařízení, nevyplývá tedy pro daný předmět EA žádný právní požadavek k nápravě nevyhovujícího stavu. Povinnost uvést tloušťky tepelné izolace v soulad s požadavky vyhlášky připadá pouze v případě podstatnější rekonstrukce.

3.4 Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství

Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství je provedeno s ohledem na prováděcí vyhlášky zákona 406/2001 a České technické normy.

Stavební konstrukce

Požadavky na součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011 nesplňují všechny konstrukce. Celkově budova **nesplňuje** požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011, je hodnocena jako **F – Velmi nevhodná**.

U konstrukcí, na kterých není v dalších kapitolách energetického auditu navrženo zlepšení jejich tepelně izolačních vlastností, není technicky možné nebo ekonomicky vhodné s ohledem na dobu užívání budovy a její provozní účely tato opatření provádět (např. konstrukce podlahy na zemině).

Vytápění

Teplota otopné vody je regulována ekvitermně podle venkovní teploty a jsou prováděny útlumy vytápění. Otopná tělesa jsou osazena TRV. Automatická regulace v místě konečné spotřeby tak je instalována. Regulace systému ÚT **splňuje** požadavky zákona č. 406/2000 Sb. a navazujících předpisů o instalaci regulační techniky.

Měření spotřeby tepla na vytápění v předmětu EA není zajištěno, je měřen vstupující zemní plyn pro kotelnu (s přípravou teplé vody). Současná spotřeba energie na vytápění **nesplňuje** hodnotu předepsanou vyhláškou č. 148/2007 Sb.

Potenciál úspor lze hledat hlavně ve zlepšení tepelně-technických vlastností obalových konstrukcí předmětu EA, tedy ve snížení součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí. Jedná se o zateplení fasád, zateplení podlahy půdy, výměnu oken apod. Další možnosti úspory energie spočívají ve využití levnějších či spíše obnovitelných zdrojů energie.

Příprava teplé vody

Spotřeba tepla ani vstupní SV na přípravu TV není samostatně měřena. Stávající systém přípravy TV je provozován na dostatečné úrovni, hodnota měrného ukazatele dodávky TV stanovenou ve vyhlášce č. 194/2007 Sb, je dodržena.

Potenciál úspor lze hledat v energeticky uvědomělém chování uživatelů budovy.

Elektrická energie

Významným spotřebičem el. energie v předmětu EA je osvětlení. V rámci energetického auditu byl proveden orientační výpočet pro ověření požadované průměrné osvětlenosti ve vybraných prostorech. Orientační měření v žádném případě nenahrazuje autorizované měření intenzity osvětlení. Zhodnocení stavu instalovaného umělého osvětlení a následné případné úpravy náleží autorizovanému reviznímu technikovi osvětlovacích soustav.

Stávající sazba elektrická energie je zvolena vhodně.

Potenciál úspor lze hledat dále ve sledování míry využití el. spotřebičů, v jejich modernizaci, v důsledné regulaci osvětlení ve vnitřních prostorech a pravidelné výměně světelných zdrojů, energeticky úsporným provozem el. spotřebičů nebo nakupováním elektrických spotřebičů energetické třídy „A“.

4 NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

4.1 Druhy úsporných opatření

Úsporná opatření je možné dělit:

a) podle rozsahu investice

beznákladová - opatření především organizačního charakteru. Jedná se např. o dodržování vnitřních teplot v jednotlivých prostorech, realizaci útlumových programů (snižování teplot v nočních hodinách nebo při dlouhodobé nepřítomnosti osob), energetický management apod.

nízkonákladová - opatření, která za poměrně malých investičních nákladů vyvolají efekt úspor energie. Jedná se např. o utěsnění oken (snížení infiltrace), instalace samozavírání dveří apod.

vysokonákladová - opatření týkající se kompletní rekonstrukce systému vytápění, fasády (výměna oken, zateplení), apod.

b) podle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

opatření s rychlou návratností - takové opatření, které dosahuje vysokých úspor energie v poměru k vynaloženým nákladům. Pro taková opatření musí již být vytvořeny podmínky.

opatření nenávratná nebo s vysokou dobou ekonomické návratnosti - jsou to opatření směřující obecně ke snižování energetické náročnosti provozu zařízení.

4.2 Předběžné posouzení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie a zálohování energie

V případě opodstatněnosti využití zdroje obnovitelné energie je v kapitolách 4.3 a 4.4 provedeno celkové ekonomické vyhodnocení daného opatření.

4.2.1 Tepelná čerpadla



Tepelná čerpadla umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí, převádět ho na vyšší teplotní hladinu a předávat cíleně pro potřeby vytápění nebo ohřev teplé užitkové vody. Tepelná čerpadla je obecně vhodné navrhovat u teplovodních otopných systémů s nízkým teplotním spádem (čím menší rozdíl hladin teplot musí tepelné čerpadlo překonávat, tím méně energie spotřebuje). Otopné soustavy využívající tepelné čerpadlo pracují s nižšími teplotami otopné vody a s větší otopnou plochou, proto je vhodné navrhovat tepelná čerpadla u stávajících (zateplených) objektů a obecně u objektů s takovou spotřebou energie, aby instalovaný výkon

zdroje byl efektivně využit a tím i náklady na uspořenou jednotku energie byly co nejnižší (vzhledem k vysokým investičním nákladům). Investice do tohoto zařízení byla pro konkrétní předmět energetického auditu posouzena a předběžně ekonomicky vyhodnocena. V současné době je za daných okrajových podmínek investice do tohoto zařízení nevhodná.

4.2.2 Spalování biomasy



Spalování biomasy představuje jednu z teoretických možností využití obnovitelných zdrojů v budově. Pořízení kotle na biomasu by si vyžádalo nejen počáteční investici, ale i náklady na obsluhu kotle, prostor pro skladování paliva apod. V neposlední řadě tento fakt ovlivňuje poloha budovy v centru města. Palivo (biomasa) by bylo nutné dovážet z větších vzdáleností, což by si vyžádalo vyšší náklady a energie na dopravu snižuje celkový ekologický přínos tohoto způsobu vytápění. Investice do tohoto zařízení byla pro konkrétní předmět energetického auditu posouzena a předběžně ekonomicky vyhodnocena. V současné době je za daných

okrajových podmínek investice do tohoto zařízení nevhodná.

4.2.3 Kogenerační jednotka



Kogenerace představuje kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla. Oproti klasickým elektrárnám, ve kterých je teplo vzniklé při výrobě elektrické energie obvykle vypouštěno do okolí, využívá kogenerační jednotka teplo k vytápění a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné na jeho nákup. Teoreticky je možné toto zařízení instalovat, investičně se však jedná o velmi náročnou záležitost. Faktor nedostatečného odběru tepla a současně elektrické energie činí toto opatření problematickým. Investice do tohoto zařízení byla pro konkrétní předmět energetického auditu posouzena a předběžně ekonomicky vyhodnocena. V současné

době je za daných okrajových podmínek investice do tohoto zařízení nevhodná.

4.2.4 Solární kolektory



Solární zařízení na ohřev teplé užitkové vody je zařízení, které využívá sluneční záření volně dopadající na jeho plochu a s pomocí kapalinového okruhu je schopno celoročně dodávat teplo do zvoleného systému (typicky ohřev TV). Solární kolektory potřebují pro svůj optimální provoz akumulční zásobník o dostatečné kapacitě. Jejich přínos snižuje fakt, že v době maximálních solárních zisků je obvykle menší spotřeba tepla. Solární systém pro ohřev TV byl předmět EA vzhledem k celkově nízké spotřebě TV vyhodnocen jako nevhodný.

4.2.5 Rekuperace



Rekuperace neboli zpětné získávání tepla (ZZT) je děj, při němž se přiváděný vzduch do budovy předehřívá teplým odpadním vzduchem. Teplý vzduch není tedy bez užitku odveden ven, ale v rekuperační jednotce odevzdá většinu svého tepla přiváděnému vzduchu. Velmi vhodnými subjekty pro získání odpadního tepla jsou zejména provozy s velkým množstvím teplého odpadního vzduchu – veřejné lázně, prádelny, kuchyně apod. V předmětu EA se nenachází zařízení pro využití rekuperace.

4.3 Beznákladová a nízkonákladová opatření

4.3.1 Opatření A - Energetický management

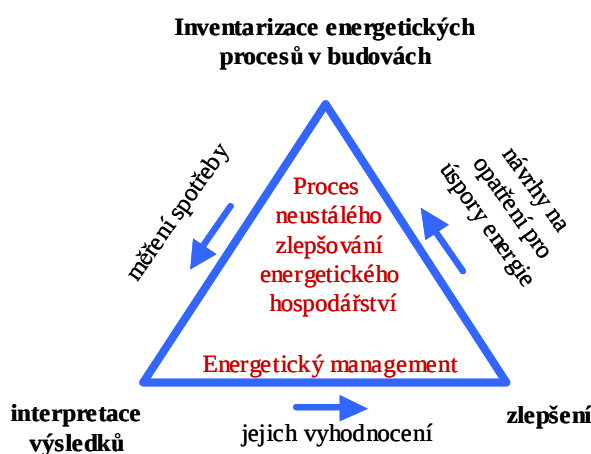
Základní znaky

- osvěta pro uživatele - doporučení uživatelům a důraz na jejich dodržování
- zodpovědnost za energetickou náročnost provozu

Náklady na energie jsou tvořeny náklady variabilními a fixními (cena zařízení rozpočítaná na jednotku energie, stálá obsluha, servis apod.). Všechny tyto náklady by měl posuzovat energetický management (dále jen EM).

Jedná se o uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetického hospodářství v budovách, který se skládá z následujících činností: měření spotřeby energie - stanovení potenciálu úspor energie - realizace opatření - vyhodnocení a porovnání velikosti úspor předpokládaných a skutečně dosažených.

obrázek 5 Princip neustálého zlepšování energetického hospodářství



Cílem Energetického managementu v budově je zabezpečit:

- správný provoz technických instalací
- rychlé zjištění chyb/poruch technických instalací a provozních postupů
- snížení spotřeby energie

Energetický management se také zabývá správným užíváním budovy. Je prokázáno, že po provedení konkrétního opatření jeho přínosy v čase klesají převážně vlivem neukáznivosti uživatelů budovy. Je třeba dodržovat tyto obecné zásady:

Vytápění

- Nastavení a provádění nočních útlumů dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. a to tak, aby útlumem nebyla podkročena teplota tepelné stability objektu (zajišťuje dodavatel tepla).
- Důsledně provádět útlumy vytápění v době nepřítomnosti uživatelů (díky TRV může provádět uživatel otopné soustavy).
- Nastavení regulace otopného systému tak, aby byla dodržována vyhláška č.194/2007 Sb., což znamená vytápění prostor maximálně o 2 °C více nežli je pro vnitřní prostor projektem stanovená teplota.
- Nepřetápět jednotlivé místnosti. Zvýšení teploty v místnosti o 1 °C znamená zvýšení spotřeby tepla o cca 6%.
- Záclona či jiná překážka by měla usměrňovat proudění tepla směrem do místnosti, nesmí zakrývat zdroj tepla a tím bránit šíření tepla. Nejvhodnější je záclona sahající po parapetní desku, před dlouhodobějším odchodem je vhodné zatahovat závěsy.

- Účinné a energeticky úsporné větrání. Částečně pootevřené okno je nesprávným větráním. Energeticky nejúspornější je větrání nárazové, tzn. vypnout topení a v závislosti na venkovní teplotě větráme zpravidla dvakrát denně po dobu 5 minut každou místnost. Čím je chladněji, tím je kratší doba větrání, protože výměna vzduchu proběhne rychleji.
- Za otopná tělesa je vhodné umístit hliníkovou fólii s tepelnou izolací nalepenou na stěnu, která snižuje pronikání tepla přes stěnu a odráží teplo zpět do místnosti.
- Pravidelné čištění otopných těles (dvakrát do roka).
- Pravidelné odvzdušňování otopné soustavy (v topném období alespoň jednou za dva měsíce).
- Zavírání dveří vytápěných nebo ochlazovaných místností.
- Průběžné sledování spotřeby tepla pro vytápění.
- Oprava porušené tepelné izolace rozvodů tepla v rámci pravidelných kontrol a revizí
- Údržba regulačních prvků (zejména funkčnost TRV).

tabulka 31 Přehled teplot ve vybraných místnostech

Teploty ve vnitřních prostorech	
Administrativní prostory	20 °C
Vytápěné garáže	15 °C
Šatny	20 °C
Vytápěné vedlejší místnosti (chodba, schodiště)	15 °C

Pozn.: Jedná se o vnitřní výpočtové teploty t_i dle ČSN 06 0210.

Je vhodné zvážit zavedení pravidelného sledování a vyhodnocování spotřeby tepla. Základní nástroj zde tvoří energeticko - teplotní diagram, tj. křivka, kde na vodorovnou osu nanášíme hodnoty průměrné venkovní teploty za týden T ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{týd}^{-1}$), na svislou osu hodnoty spotřeby energie na vytápění E vztažené na m^2 vytápěné plochy, které byly naměřeny během jednoho týdne ($\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{týd}^{-1}$). Každý záznam bude průsečíkem hodnot E a T za jeden týden. Čára vedená těmito naměřenými hodnotami se nazývá E-T křivka. E-T křivka ukazuje, jaká by měla být spotřeba v závislosti na venkovní teplotě.

Měření průměrné teploty

Měření se provádí pomocí přístroje automaticky počítajícího průměrnou venkovní teplotu vzduchu po nastavený časový úsek. Přístroj bývá umístěn uvnitř budovy, snímač teploty v exteriéru (nejlépe severní fasáda).

Měření spotřeby energií

Odečet na fakturačním měřidle, kde se odečte množství spotřebovaného tepla v GJ či MWh. Převedením na kWh dostaneme spotřebu tepelné energie objektu.

Přepočet

Zjištěný počet kWh se podělí vytápěnou podlahovou plochou a dostaneme týdenní množství spotřebovaných kWh vztažených na m^2 ($\text{kWh}/\text{týd}/\text{m}^2$).

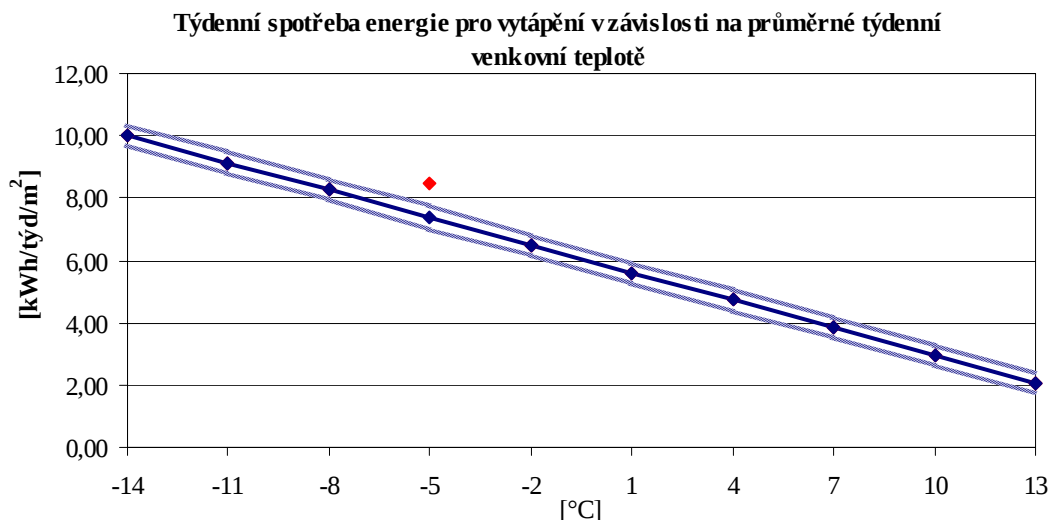
E-T křivku je vhodné stanovit za období několika měsíců topné sezóny. Při jejím stanovování je třeba sledovat správnou funkci soustavy vytápění, aby byla vyloučena možnost ovlivnění případnou poruchou regulace apod.

Při případné poruše dojde ke zvýšení spotřeby energie, které se projeví hodnotou mimo interval běžných hodnot spotřeby energie (červená tečka). Obvyklá velikost intervalu (čárkovaně), ve kterém kolísají spotřeby energie na vytápění vlivem solárních a vnitřních zisků, je cca 5 %. Při jejím překročení je nutno hledat příčinu.

Pravidelné sledování spotřeb může upozornit na přetápění objektu a celkové špatné hospodaření s energií. Náklady na instalaci přístroje sledujícího průměrnou venkovní teplotu jsou 10 tis. Kč. Úspora dosažená tímto opatřením se může projevit pouze v delším časovém horizontu, kdy může indikovat

zhoršenou funkci TRV, změnu hydraulického vyvážení otopné soustavy a s tím spojené přetápění či nedotápění některých částí objektu.

graf 10 Příklad E-T křivky při diagnostikování poruchy



TV

- **Provést důkladnou izolaci vnitřních rozvodů pro snížení spotřeby vody kvůli prodlevě při výtoku teplé vody**
- Nenechávat trvale téci teplou vodu.
- Oprava kapajících kohoutků. 10 kapek za minutu představuje za měsíc ve spotřebě navíc cca 170 litrů vody!
- Armatury s provzdušňovačem vody (perlátor) – u kterých je oproti klasickým bateriím zhruba poloviční výtokové množství.
- Pákové baterie – rychlejší a snadnější nastavení požadované teploty vody a možnost jednoduchého přerušení průtoku vody. V porovnání s klasickými směšovacími bateriemi ušetrí pákové baterie až okolo 20 % vody.
- Úsporná sprchová hlavice se stop ventilem místo běžně používané sprchové hlavice. Podstatou úspor vody při sprchování je omezení průtoku.

Elektrická energie

- Při výběru elektrospotřebiče dbát na energetickou náročnost. To platí zejména pro spotřebiče o vyšších příkonech či s dlouhou dobou denního provozu (údaj o spotřebě elektřiny (v kWh/24 hodin)) by měl být jedním ze základních kritérií při výběru.
- Pravidelné čištění osvětlovacích těles.
- Pravidelná kontrola elektrorozvodů. Přechodové odpory v jednotlivých spojích elektrické instalace zvyšují spotřebu elektřiny a mohou vést i k požáru.
- Dbát na volbu vhodné sazby elektrické energie při změně způsobu užívání prostor nebo změně spotřebičů.
- Úsporné chování uživatelů a správné užívání osvětlovací soustavy, tj. nesvítit v nepřítomnosti uživatelů budovy, zhasínat na soc. zařízeních apod.

Energetický management se zabývá i pravidelnou údržbou zařízení, která přímo nesouvisí se spotřebou energií nebo na ní má malý vliv. U elektrických zařízení je nutno dbát na jejich pravidelnou a včasnou údržbu. Je nutné si uvědomit, že při nedostatečném osvětlení může dojít k úrazu, úspora tak v tomto případě nesmí být nadřazena bezpečnosti, proto je nutné zajistit správnou funkci osvětlení společných prostor i za cenu vyšší spotřeby energie. Je vhodné postupně vyměnit stávající žárovky za kompaktní

zářivky. Není dobré pořizovat nejlevnější výrobky. Kompaktní zářivka by měla být vybavena zařízením pro zpoždění startu (tzv. teplý start), které výrazně prodlužuje její životnost.

Fungující energetický management v některých případech dokáže výrazně snížit náklady na energie. Konkrétní vyčíslení úspor energie je však velice obtížné, neboť je závislé na mnoha faktorech - finanční motivaci členů EM počínaje a cenami energie konče. Efektivita opatření je závislá i na dobré vůli jednotlivých uživatelů budovy, zda-li se budou řídit těmito obecnými zásadami. Z tohoto důvodu nebude opatření ekonomicky hodnoceno, ani nebude zahrnuto do vyčíslení jednotlivých variant. Obvyklá úspora energií se pohybuje v řádu procent spotřeby energií. S výše uvedenými obecnými zásadami energeticky správného užívání budovy by měli být seznámeni všichni uživatelé.

4.4 Vysokonákladová opatření

4.4.1 Opatření B – Výměna výplní otvorů

Původní výplně otvorů nesplňují současné tepelně technické požadavky, jsou již na konci své životnosti a jsou zde značné problémy s těsností oken, což se projevuje především na návětrných stranách objektu, kde dochází k citelnému ochlazení vnitřních prostor. Proto je doporučena jejich výměna. Požadovaná hodnota normou ČSN 73 0540-2:2011 na součinitele prostupu tepla u svislých výplní otvorů je $U_{w,req} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Doporučená hodnota je $U_{w,rc} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Uvedená norma ČSN 73 0540-2:2011 připouští nejpozději do 31.12.2012 pro uvedené konstrukce požadovanou hodnotu $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Návrh opatření zahrnuje výměnu ochlazovaných výplní otvorů (okna dřevěná zdvojená, vstupy, luxfery). Ve výpočtu dosažitelných úspor je uvažováno s použitím plastových oken s tepelně izolačním **dvojsklem** ($U_g = \text{cca } 0,9-1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), kde celkový součinitel prostupu tepla okna je **$U_w = \text{max. } 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$** . U vstupů je navrženo použití plastových výplní s tepelně izolačním **dvojsklem** ($U_g = \text{cca } 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), kde celkový součinitel prostupu tepla je **$U_D = \text{max. } 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$** . Je doporučeno použití rámu s dvoustupňovým těsněním funkční spáry. Zároveň dojde k výraznému omezení spárové infiltrace, proto je nutné zajistit pravidelné větrání. Pokud nebudou prostory dostatečně větrány, může dojít i při správném provedení výměny oken k tvorbě plísní apod.

Investiční náklady byly stanoveny na základě znalostí současného tržního prostředí a konzultací s provozovatelem předmětu EA. Náklady jsou vyčísleny bez DPH a jsou v nich zahrnuty náklady na instalaci včetně souvisejících klempířských a zednických prací.

Po provedení tohoto opatření je nutno provést hydraulické vyregulování otopné soustavy tak, aby nedocházelo k přetápění prostor budovy. Je vhodné s dodavatelem tepla dohodnout úpravu ekvitermní křivky regulace v místě předání, pokud je to technicky možné.

Opatření je vhodné provádět před nebo současně se zateplením fasád budovy.

Plocha otvorů (okna a vstupy): 73 m^2 (okna a luxfery), $7,5 \text{ m}^2$ vstupy

Opatření B		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	450
z toho investice do EÚP	tis. Kč	450
Úspora energií	GJ	46
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	28
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-28
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0

4.4.2 Opatření C – Zateplení obvodového pláště

Stávající konstrukce původního obvodového pláště nesplňují současné tepelné technické požadavky, proto je doporučeno jejich zateplení. Požadovaná hodnota normou ČSN 73 0540 – 2:2011 na součinitele prostupu tepla u stěn je $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, doporučená hodnota je $U_{DOP} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Uvedená norma ČSN 73 0540-2:2011 připouští nejpozději do 31.12.2012 pro jednovrstvé zdivo požadovanou hodnotu $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ve výpočtu je uvažováno s použitím tepelné izolace se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,04 \text{ W/mK}$.

Z podstaty zateplování je nutno, z důvodu omezení možných tepelných mostů, výsledného architektonického výrazu objektu apod., zateplit i konstrukce nad rámec ochlazované obálky budovy dle ČSN 73 0540 (tzv. přidružené konstrukce). Jako přidružené konstrukce jsou uvažovány předsazené stěny, podlahy a stropy lodžii, sokl, atika. Ostění oken není započítáno.

Je navrženo zateplení kontaktním zateplovacím systémem. Zateplení bude provedeno po opravě narušených částí konstrukce. Při rekonstrukci je vhodné použít v konstrukci více tepelné izolace, než je požadavek normy ČSN 73 0540-2:2011, neboť většinu nákladů na jednotku plochy tvoří náklady na provedení zateplení. Přírůstek ceny při zvětšující se tloušťce izolace není příliš výrazný a vyšší úspora tepla pokryje tyto dodatečné náklady. Proto je navrženo a doporučeno zateplení, po jehož realizaci budou součinitelé prostupu tepla svislými konstrukcemi na úrovni doporučených hodnot dle ČSN 73 0540-2:2011.

Návrh opatření zahrnuje zateplení celého nadzemního obvodového pláště a stěn do nevytápěné půdy kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací **tl. 140 mm** pro dosažení součinitele prostupu tepla cca **$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$** , což splňuje doporučenou normovou hodnotu.

Investiční náklady byly stanoveny na základě znalostí současného tržního prostředí a konzultací s provozovatelem předmětu EA. Náklady jsou vyčísleny bez DPH a jsou v nich zahrnuty náklady na související klempířské práce, přeložení hromosvodů, pronájem lešení atd. Je uvažováno se zateplením min. k úrovni terénu.

Po zateplení obvodových stěn bude nutné kvalitně hydraulicky vyvážit otopnou soustavu, jinak bude hrozit neefektivní provoz soustavy, může např. dojít k nedotápění nebo k přetápění některých prostor, k vyšším oběhovým rychlostem otopné vody v některých místech apod.

Pokud bude prováděna rekonstrukce objektu po etapách, je z technologického postupu doporučeno provést nejdříve výměnu vstupů a oken a následně realizovat zateplení fasád objektu. V opačném případě by mohlo dojít ke zbytečnému dodatečnému zásahu do již zateplených fasád.

Plocha pro zateplení: 582 m²

Opatření C		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	950
z toho investice do EÚP	tis. Kč	950
Úspora energií	GJ	153
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	92
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-92
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0

4.4.3 Opatření D – Zateplení podlahy půdy

Opatření zahrnuje zateplení podlahy půdy. Při celkové rekonstrukci byl sice strop s půdou nad administrativní částí dodatečně zateplen volně loženou tepelnou izolací v tl. 60 mm, ale i takové zateplení nevyhovuje dnešním požadavkům ($U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$). Opatření tedy počítá s dalším dodatečným zateplením a to na stávající podlahu půdy tepelnou izolací **tl. 180 mm** pro dosažení součinitele prostupu tepla cca **$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Dále opatření počítá s položením volně ložené tepelné

izolace o tl. 240 mm nad strop půdy nad garážemi pro dosažení součinitele prostupu tepla cca $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Požadovaná hodnota normou ČSN 73 0540 – 2: 2011 je $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Doporučená hodnota je $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Investiční náklady byly stanoveny na základě znalostí současného tržního prostředí a konzultací s provozovatelem předmětu EA. Náklady jsou vyčísleny bez DPH.

Po realizaci opatření dojde ke snížení spotřeby tepla na vytápění a bude tak nutné provést úpravu ekvitermní otopné křivky, aby nedocházelo k přetápění prostor budovy.

Plocha pro zateplení je nižší oproti ploše ochlazované a to o plochu obvodových stěn a prostupů do půdního prostoru.

Plocha podlahy půdy: 694 m² (čistá plocha k zateplení cca 654 m²)

Opatření D		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	245
z toho investice do EÚP	tis. Kč	245
Úspora energií	GJ	56
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	12
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-12
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0

4.5 Souhrn navržených opatření

V následujících tabulkách je uvedeno přehledné shrnutí realizačních nákladů a předpokládaných úspor energie u jednotlivých navrhovaných opatření (diskontní sazba 3,07 %, růst ceny paliv 0 %).

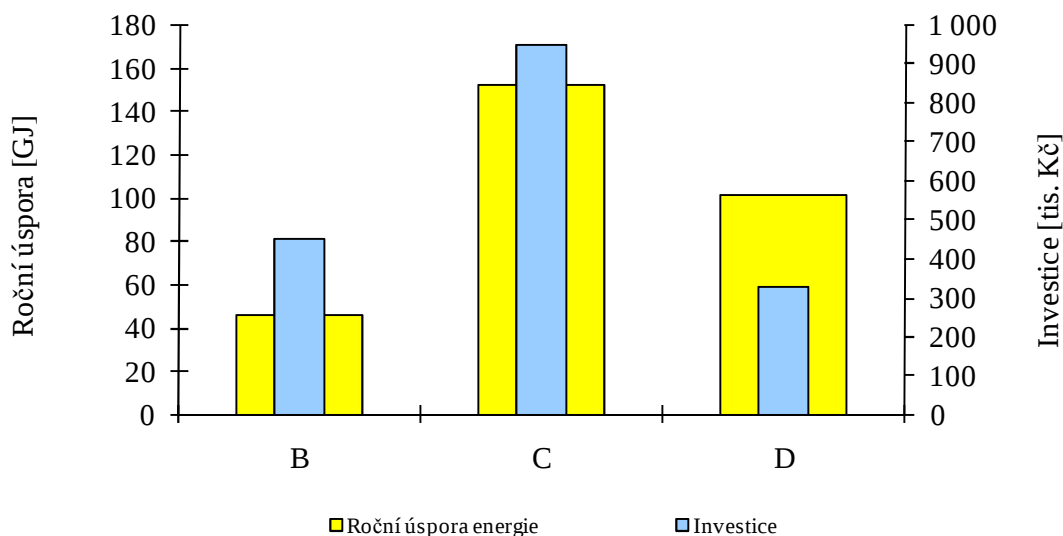
tabulka 32 Souhrn navrhovaných opatření

Navržené opatření	Označení	Úspora		Investice
	-	GJ/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč
Výměna otvorových výplní	B	46	28	450
Zateplení obvodového pláště	C	153	92	950
Zateplení podlahy půdního prostoru	D	102	61	330

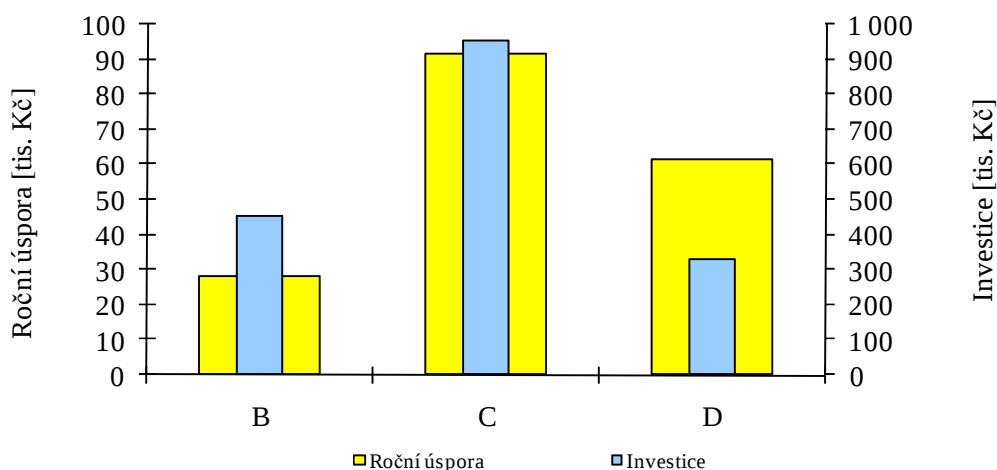
tabulka 33 Ekonomické vyhodnocení jednotlivých opatření

Opatření	Úspora		Investice	NPV	IRR	T _s	T _{sd}	Doba hodnocení
	GJ/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč	tis. Kč	%	let	let	let
B	46	28	450	50	4,6	16	0	30
C	153	92	950	693	8,9	10	14	30
D	102	61	330	766	18,4	5	7	30

graf 11 Poměr investičních nákladů v tis. Kč a úspor jednotlivých opatření v GJ



graf 12 Poměr investičních nákladů a úspor finančních prostředků vzniklých jejich realizací



4.6 Definování variant

V dalším textu jsou sestaveny soubory opatření do dvou variant. Obě varianty jsou kombinace nízkonákladových a vysokonákladových opatření. Navržená opatření lze realizovat každé samostatně a přinesou příslušnou úsporu energie. V následujících tabulkách a grafech jsou shrnuty upravené energetické bilance jednotlivých energeticky úsporných opatření, a to jak v bilancích energie (GJ/rok), tak ve finančních tocích (tis.Kč/rok). Ceny energií bez DPH jsou v relacích roku 2011. Opatření A Energetický management není zahrnuto v jednotlivých variantách ani v tocích peněz ani v tocích energií.

Celková úspora jednotlivých variant nemusí být pouze prostým součtem úspor všech opatření zahrnutých do varianty. Při určení celkové úspory varianty je uvažováno s vzájemnou interakcí jednotlivých opatření.

V mezisoučtech nákladů po realizaci je v některých případech možná odchylka +/- 1 tis.Kč způsobená zaokrouhlováním.

4.6.1 Varianta č. 1

Zahrnutá opatření ve variantě:

- Výměna výplní otvorů
- Zateplení obvodového pláště
- Zateplení podlahy půdy

tabulka 34 Seznam opatření ve variantě č. 1

Varianta 1	Investice celkem	Investice do EÚP	Úspora energie		Úspora osob. výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora ostat. výdajů
Opatření	tis. Kč	tis. Kč	GJ/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč/rok
B	450	450	46	28	0	0	0
C	950	950	153	92	0	0	0
D	330	330	102	61	0	0	0
Celkem	1 730	1 730	285	171	0	0	0

tabulka 35 Upravená energetická bilance pro variantu č. 1

VARIANTA 1		Výchozí stav		Po realizaci	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	195,4	144,4	195,4	144,4
	z toho elektrická energie	64,7	66,0	64,7	66,0
	z toho teplo	130,8	78,5	130,8	78,5
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	480,8	315,6	195,4	144,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	480,8	315,6	195,4	144,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	38,1	23,7	18,1	10,9
	z toho ÚT	28,0	16,8	8,1	4,8
	z toho TV	10,1	6,9	10,1	6,0
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	381,9	229,9	116,6	69,9
	z toho ÚT	372,4	223,4	107,1	64,2
	z toho TV	9,5	6,5	9,5	5,7
8	Spotřeba energie na technolog. a ostatní procesy (z ř.5)	60,8	62,0	60,8	62,0

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny bez DPH.

4.6.2 Varianta č. 2

Zahrnutá opatření ve variantě:

- Výměna výplní otvorů

tabulka 36 Seznam opatření ve variantě č. 2

Varianta 2	Investice celkem	Investice do EÚP	Úspora energie		Úspora osob. výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora ostat. výdajů
Opatření	tis. Kč	tis. Kč	GJ/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč/rok
B	450	450	46	28	0	0	0
Celkem	450	450	46	28	0	0	0

tabulka 37 Upravená energetická bilance pro variantu č. 2

VARIANTA 2		Výchozí stav		Po realizaci	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	480,8	315,6	434,3	287,7
	z toho elektrická energie	64,7	66,0	64,7	66,0
	z toho teplo	416,1	249,6	369,6	221,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	480,8	315,6	434,3	287,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	480,8	315,6	434,3	287,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	38,1	23,7	34,8	20,9
	z toho ÚT	28,0	16,8	24,8	14,9
	z toho TV	10,1	6,9	10,1	6,0
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	381,9	229,9	338,7	203,2
	z toho ÚT	372,4	223,4	329,2	197,5
	z toho TV	9,5	6,5	9,5	5,7
8	Spotřeba energie na technolog. a ostatní procesy (z ř.5)	60,8	62,0	60,8	62,0

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny bez DPH.

4.7 Energetické zhodnocení navržených variant

V následujících tabulkách je shrnuta energetická náročnost budov v současném stavu a po realizaci jednotlivých variant energeticky úsporných opatření. Označení VAR 0 v následujících tabulkách znamená stávající stav.

tabulka 38 Změna dílčího hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)

Hodnocení energetické náročnosti vytápění (vyhl. č.148/2007 Sb.)				
Varianta	$Q_{\text{fuel,H}}$	$R_{\text{rq,H}}$	EP_{HA}	Klasifikace
	GJ/rok	GJ/rok	kWh/m ²	
VAR 0	455,6	181,9	178,7	Nevyhovující
VAR 1	169,4	181,9	66,8	Vyhovující
VAR 2	407,1	181,9	160,5	Nevyhovující

$Q_{\text{fuel,H}}$ – spotřeba energie pro vytápění

$R_{\text{rq,H}}$ – spotřeba tepla na vytápění referenční budovy

EP_{HA} – měrná spotřeba energie na celkovou vytápěnou podlahovou plochu

tabulka 39 Změna energetické náročnosti budovy (ČSN 730540-2:2011)

Prostup tepla obálkou budovy - (ČSN 73 0540-2:2011)						
Varianta	Měrná tep. ztráta	$U_{\text{em,N,rq}}$	$U_{\text{em,N,rc}}$	U_{em}	CI	Klasifikace
	W/K	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	-	
VAR 0	1 867	0,38	0,28	0,90	2,40	F - Velmi nevhodná
VAR 1	747	0,38	0,28	0,36	0,96	C - Vyhovující
VAR 2	1 705	0,38	0,28	0,82	2,19	F - Velmi nevhodná

$U_{\text{em,N,rq}}$ – průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)

$U_{\text{em,N,rc}}$ – průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)

U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla

CI – klasifikační ukazatel

5 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ VARIANT

5.1 Metoda ekonomického hodnocení

Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky. Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických a stavebních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti.

Při zpracování ekonomické analýzy jsou obvykle základní vstupní údaje na jedné straně příjmové položky (obvykle v podobě úspory za energie) a na druhé straně výdajové položky (v podobě nákladů vynaložených na realizaci opatření).

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu jsou získávány takto :

- výše nákladů na úsporná opatření plynoucí z odborného odhadu na základě výsledků obdobných - již realizovaných akcí
- cenové informace výrobců, montážních firem a dodavatelských firem
- informace z publikací a internetu

Úspory jsou chápány jako rozdíl výdajů za energie v případě, že k realizaci navrhovaných opatření nedojde a v případě, že opatření realizována budou. Jako základ pro výpočet úspor tedy slouží současný stav a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno v korigovaných energetických bilancích jednotlivých variant. Při zpracování ekonomické analýzy je nutné stanovit další doplňkové vstupní údaje - doba porovnání, diskontní míra, cenový vývoj.

Diskontní míra

Pro ocenění hodnoty prostředků vydaných nebo přijatých v budoucnu se často pracuje s převodem na současnou hodnotu. Diskontní míra je prostředek, který tento převod umožňuje. Jde o určitou formu vyjádření meziroční hodnotové změny úrokové míry a dalších faktorů. Zvolená diskontní míra je 3,07% resp. 8 %.

Doba porovnání

Doba porovnání se obvykle stanovuje na základě životnosti zařízení. Vzhledem k tomu, že u navrhovaných opatření na úsporu energie se doby životnosti v jednotlivých variantách liší, je uvažována pro danou variantu doba životnosti části s nejnižší dobou životnosti.

Cenový vývoj

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě pak především změny cen energie výrazně ovlivňují ekonomické výsledky energetických projektů. V porovnání je počítáno s reálnými cenami, tudíž není zohledněna inflace.

Výstupními údaji jsou prostá návratnost investic, diskontovaná doba návratnosti a čistá současná hodnota. Výpočet těchto položek je definován ve vyhlášce MPO ČR č. 213/2001 Sb.

Prostá doba návratnosti investice T_s

Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz. Kritérium určuje, za jak dlouho pokryjí z projektu jeho investiční náklady. Prostou dobu návratnosti lze počítat jako rovnovážný bod kumulovaných příjmů a výdajů dle vztahu,

$$T_s = IN / CF$$

kde IN ... investiční náklady projektu
 CF ... roční přínosy projektu (cash - flow, změna peněžních toků pro realizaci projektu)

Diskontovaná doba návratnosti T_{sd}

Při uvažování současné hodnoty toků hotovosti lze určit dobu, ve které v daném projektu nastane rovnováha mezi příjmy a výdaji. Tato doba se označuje jako diskontovaná doba návratnosti prostředků a lze ji považovat za kritérium se srovnatelnou vypovídající schopností jako NPV. Obecně lze diskontovanou dobu návratnosti stanovit z podmínky $NPV = 0$,

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

kde CF_t ... roční přínosy projektu (změna peněžních toků pro realizaci projektu)
 r ... diskont
 $(1+r)^{-t}$... odúročitel

Čistá současná hodnota NPV

Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toku hotovosti. Toky hotovosti (Cash-Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují všechny hodnotové změny během života projektu. Pro hodnocení toku hotovosti se tyto upravují převodem z budoucích hodnot do současnosti. Hodnoty jsou zpravidla převedeny do období, kdy dochází k vynaložení největších investic. Takto převedená hodnota se nazývá současná hodnota. Průběžné pokrytí investic a dalších výdajů a příjmů vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají a představují skutečný stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo k tomuto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy. Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje NPV.

Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření nelze za daných podmínek realizovat.

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN$$

kde T_z ... doba životnosti (hodnocení) projektu

Vnitřní výnosové procento IRR

Vnitřní výnosové procento představuje hodnotu úrokové míry v procentech, při které hodnota $NPV = 0$. tento ukazatel je užitečný jako měřítko efektivnosti investic. Stačí jej porovnat s úrovní úrokových měr na finančním trhu a investor vidí, zda je vhodné do příslušné varianty investovat.

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

Posouzení dodavatelského úvěru

Při posuzování možnosti financování dodavatelským úvěrem byla zvýšena diskontní sazba, která tak zohledňuje úroky z úvěru poskytnutého dodavatelskou firmou. Tímto způsobem jsou redukovány peněžní příjmy v jednotlivých letech životnosti projektu.

Upozornění auditora

Návratnosti uvedené v auditu jsou vztaženy k ceně technických a jiných opatření bez prostředků potřebných pro projektování, technického dozoru na investiční akci, sledování a vyhodnocování účinnosti zavedených opatření. V neposlední řadě není uvažována cena finančních zdrojů (úroků).

5.2 Ekonomické vyhodnocení variant

Vstupním parametrem pro hodnocení ekonomické návratnosti jsou úspory nákladů na energie a vlastní investice do opatření. V následující tabulce jsou shrnuty investiční náklady jednotlivých variant a další ekonomické ukazatele.

Doba hodnocení byla stanovena v závislosti na opatření s nejvyšší životností. U opatření s nižší dobou hodnocení je uvažována reinvestice po skončení jejich uvažované životnosti.

Ve výpočtech bylo uvažováno:

- diskontní sazba 3,07 %
- diskontní sazba při financování dodavatelským úvěrem 8 %
- roční růst ceny energie 0 %
- hodnocení je provedeno bez DPH
- hodnocení je provedeno bez vlivu případného dotačního titulu
- ceny energií jsou v cenové úrovni roku 2011

Financování formou dodavatelského úvěru není vhodné, z dlouhodobého hlediska není ekonomicky výhodné.

tabulka 40 Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant - doba životnosti

Varianta		1	2
Investice	tis. Kč	1 730	450
z toho investice do EÚP	tis. Kč	1 730	450
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-171	-28
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	171	28
Doba hodnocení	let	30	30
Diskont	%	3	3
Růst cen energií	%	0	0
Prostá doba návratnosti T_s	let	10,1	16,1
Reálná doba návratnosti T_{sd}	let	13,0	23,0
Čistá současná hodnota NPV	tis. Kč	1 595	91
Vnitřní výnosové procento IRR	%	9,2	4,6
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	-	neurčeno	neurčeno

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny bez DPH.

tabulka 41 Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant - dodavatelský úvěr

Varianta		1	2
Investice	tis. Kč	1 730	450
z toho investice do EÚP	tis. Kč	1 730	450
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-171	-28
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	171	28
Doba hodnocení	let	30	30
Diskont	%	8	8
Růst cen energií	%	0	0
Prostá doba návratnosti T_s	let	10,1	16,1
Reálná doba návratnosti T_{sd}	let	22,0	>30
Čistá současná hodnota NPV	tis. Kč	197	-136
Vnitřní výnosové procento IRR	%	9,2	4,6
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	-	neurčeno	neurčeno

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny bez DPH.

tabulka 42 Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant - polovina odpisové doby

Varianta		1	2
Investice	tis. Kč	1 730	450
z toho investice do EÚP	tis. Kč	1 730	450
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-171	-28
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	171	28
Doba hodnocení	let	15	15
Diskont	%	3	3
Růst cen energií	%	0	0
Prostá doba návratnosti T_s	let	10,1	16,1
Reálná doba návratnosti T_{sd}	let	13,0	>15
Čistá současná hodnota NPV	tis. Kč	303	-119
Vnitřní výnosové procento IRR	%	5,4	-0,9
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	-	neurčeno	neurčeno

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny bez DPH.

6 ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT

Znečišťující látky do ovzduší jsou sledovány na základě Nařízení vlády č. 352/2002 Sb. a vyjádřeny jsou i ve vyhlášce MPO ČR č. 213/2001 Sb. Jde především o tuhé látky, SO₂, NO_x, CO, C_xH_y a CO₂. Ekologické účinky posuzovaných variant jsou vyhodnoceny porovnáním emisí znečišťujících látek ve výchozím stavu a po realizaci dané varianty. Emise pro zdroj tepla byly vypočteny z emisních faktorů daných Nařízením vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Započteny jsou emise vznikající provozem v budově a emise vznikající při výrobě dodávaného tepla (ze zemního plynu). Jelikož v objektu je spotřebovávána el energie, která je získávána mimo budovu, je v tabulkách vyjádřena produkce emisí systémových elektráren na území ČR. Emisní faktory CO₂ jsou převzaty z vyhlášky č. 425/2004 Sb.

tabulka 43 Použité emisní faktory

Emisní faktory	elektrina	zemní plyn
	kg/GJ	kg/GJ
Tuhé látky	0,025910	0,000588
SO ₂	0,489376	0,000282
NO _x	0,415698	0,047059
CO	0,039300	0,009412
CO ₂	325,00	55,56

tabulka 44 Současný stav produkce emisí

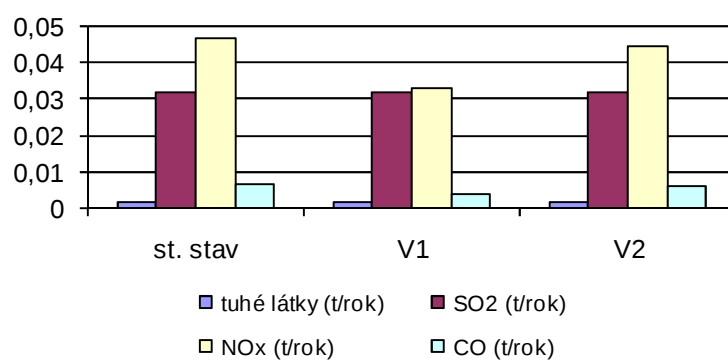
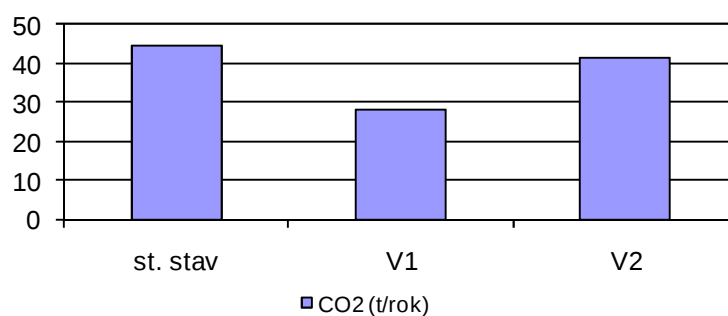
Výchozí stav	elektrina	zemní plyn	Celkem
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,0017	0,0003	0,0020
SO ₂	0,0317	0,0002	0,0319
NO _x	0,0269	0,0196	0,0465
CO	0,0026	0,0040	0,0066
CO ₂	21,0175	23,1165	44,1340

tabulka 45 Produkce emisí u výchozího stavu a varianty č. 1

VARIANTA 1	Výchozí stav	Po realizaci	Rozdíl	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	%
Tuhé látky	0,0020	0,0017	0,0003	15,0
SO ₂	0,0319	0,0316	0,0003	0,9
NO _x	0,0465	0,0330	0,0135	29,0
CO	0,0066	0,0037	0,0029	43,9
CO ₂	44,1340	28,2830	15,8510	35,9

tabulka 46 Produkce emisí u výchozího stavu a varianty č. 2

VARIANTA 2	Výchozí stav	Po realizaci	Rozdíl	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	%
Tuhé látky	0,0020	0,0018	0,0002	10,0
SO ₂	0,0319	0,0317	0,0002	0,6
NO _x	0,0465	0,0442	0,0023	4,9
CO	0,0066	0,0060	0,0006	9,1
CO ₂	44,1340	41,5534	2,5806	5,8

graf 13 Emise tuhých látek, SO₂, NO_x a CO v jednotlivých variantáchgraf 14 Emise CO₂ v jednotlivých variantách

7 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

7.1 Metodika a kritéria hodnocení

Výběr optimální varianty je proveden pomocí více hodnotících kritérií (hledisek):

- ekonomické hledisko
- environmentální hledisko
- technické hledisko
- provozní hledisko
- legislativní hledisko
- hledisko užitné hodnoty

Ekonomické hledisko

Toto hledisko zohledňuje výši pořizovacích nákladů do energeticky úsporného opatření. Jedním z bodů je například sledování doby návratnosti investice vložené do opatření na úsporu energie.

Environmentální hledisko

Z ekologického hlediska má největší význam opatření snižující spotřebu tepla objektu v co největší míře, a tedy maximálně snižující emise škodlivých látek. Bere se též v potaz produkce emisí škodlivých látek přímo spojenou s realizací energeticky úsporného opatření (tzv. svázané produkce).

Hledisko technické

Toto hledisko bere v potaz například životnost jednotlivých opatření. Životnost zateplovacího systému se předpokládá od 25 let výše. Naproti tomu regulační technika má technickou životnost cca 15 let nehledě na skutečnost, že ještě dříve morálně zastará. Toto hledisko též zohledňuje náročnost realizace.

Provozní hledisko

Tímto kritériem se zohledňuje náročnost realizovaného opatření na údržbu a provoz. Např. zateplení objektu, nebo výměna oken je provozně málo náročné opatření, naopak nová kotelna, nebo osazení termoregulačních ventilů jsou již více náročná na provoz i údržbu.

Legislativní hledisko

Některá opatření se nemusí, především před realizací, obejít bez komplikací v legislativní oblasti - např. zateplení fasády, či výměna oken na objektu památkově chráněném zcela jistě narazí na určitá legislativní omezení. Toto hledisko též zohlední náročnost uspokojení požadavků stavebního úřadu v předrealizační fázi – např. zohlední, zda k realizaci navrženého opatření postačí pouze ohlášení nebo bude muset proběhnout stavební řízení.

Hledisko užitné hodnoty

Dá se předpokládat, že danými opatřeními dojde k navýšení užitné hodnoty objektu. Například zateplení obvodového pláště se pozitivně projeví nejen na tepelně technických vlastnostech fasády, ale i na jejím vzhledu, což jistě přispěje k lepší reprezentativnosti budovy a tedy i k navýšení její tržní ceny.

7.2 Vyhodnocení variant

Optimální varianta vyplýne z multikriteriálního hodnocení. Každé hledisko u jednotlivých variant opatření bylo obodováno max. počtem bodů 100 a každému z nich byla přiřazena určitá váha.

Je na místě a je seriózní poznamenat, že výsledná optimální varianta, která vyplýne z tohoto multikriteriálního modelu, je do jisté míry subjektivním řešením. Výsledek totiž plně závisí na zvolených vahách, daném bodovém ohodnocení jednotlivých hledisek a též na vlastní volbě typů a počtu hledisek. Je tedy nutné si vytvořit k výsledkům tohoto typu hodnocení určitý rezervovaný přístup.

Demonstrovat závislost výsledků (charakteristických hodnot) na volbě váhového vektoru mají za úkol 2 alternativy (alternativa I a II), které se navzájem liší různě zvolenými váhovými vektory (viz následující tabulky) - u alternativy II byla větší váha přiřazena ekologickému kritériu, naopak menší ekonomickému.

Obě varianty jsou prezentovány v následujících dvou tabulkách a přehledně v grafu. Nejvyšší hodnota (100 bodů) = nejvíce příznivé.

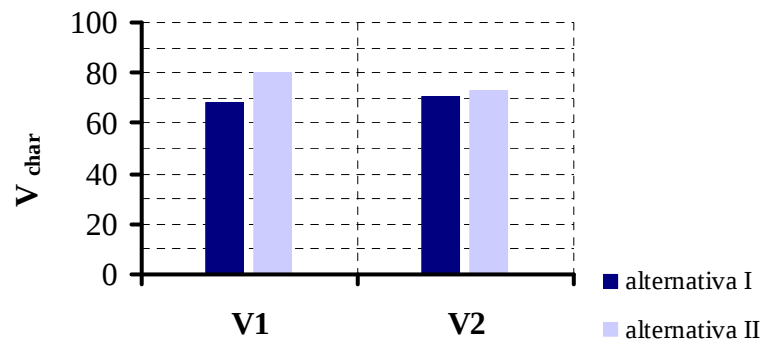
tabulka 47 Bodové ohodnocení posuzovaných kritérií a váhová matice kritérií (alternativa I)

Hodnocení variant		bodové ohodnocení		váhová matice ohodnocení	
kritérium	váhy	V1	V2	V1	V2
ekonomické	0,55	50	65	27,5	35,8
ekologické	0,20	95	70	19,0	14,0
technické	0,10	80	80	8,0	8,0
provozní	0,05	80	80	4,0	4,0
legislativní	0,05	100	100	5,0	5,0
užitné hodnoty	0,05	100	75	5,0	3,8
Vchar				68,5	70,5

tabulka 48 Váhová matice kritérií (alternativa II)

Hodnocení variant		bodové ohodnocení		váhová matice ohodnocení	
kritérium	váhy	V1	V2	V1	V2
ekonomické	0,25	50	65	12,5	16,3
ekologické	0,40	95	70	38,0	28,0
technické	0,20	80	80	16,0	16,0
provozní	0,05	80	80	4,0	4,0
legislativní	0,05	100	100	5,0	5,0
užitné hodnoty	0,05	100	75	5,0	3,8
Vchar				80,5	73,0

graf 15 Charakteristické hodnoty jednotlivých opatření



Z rozdílu alternativ I a II je patrné, že volba vah může ovlivnit výsledky hodnocení a záleží pouze na nás, které hledisko považujeme za důležitější.

Jako výhodnější k realizaci je doporučena varianta 1.

8 ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

8.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Energetický management je provozován na dostatečné úrovni.

Z hlediska zlepšení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí nebyly provedeny v poslední době žádné rekonstrukce.

Konstrukce zahrnuté do ochlazované plochy **nesplňují** požadavky na součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011. U konstrukcí, u kterých není v energetickém auditu navrženo zlepšení jejich tepelně izolačních vlastností, není technicky možné, ekonomicky nebo z důvodu památkové ochrany vhodné tato opatření provádět s ohledem na dobu užívání budovy a její provozní účely (např. podlaha na zemině).

Objekt **nesplňuje** požadavky vyhlášky č.148/2007 Sb. pro dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění.

Hodnocený objekt **nesplňuje** požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2:2011. Podle hodnocení prostupu tepla obálkou budovy je objekt klasifikován jako **F – Velmi nehospodárný**.

Regulace teploty otopné vody je ekvitermní a je realizován teplotní útlum. Automatická regulace v místě konečné spotřeby je zajištěna TRV. Současná regulace otopného systému **splňuje** požadavky zákona č. 406/2000 Sb. a prováděcí vyhlášky č. 194/2007 Sb.

Na základě bilančního hodnocení potřeby tepla na vytápění lze konstatovat, že za daných okrajových podmínek je budova mírně nedotápěna.

Tepelné izolace rozvodů a armatur převážně vyhovují požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Sb.

Stávající systém přípravy TV je provozován na dostatečné úrovni, **hodnota měrného ukazatele dodávky TV stanovená ve vyhlášce č. 194/2007 Sb. je dodržena**.

Osvětlení v budově je převážně zářivkové, žárovky jsou instalovány pouze v podružných a méně využívaných prostorech. Byl proveden kontrolní orientační výpočet pro ověření požadované průměrné osvětlenosti ve vybraných prostorech. Orientační výpočet v žádném případě nenahrazuje autorizované měření intenzity osvětlení. Při obměně elektrických spotřebičů je třeba dbát na nákup energeticky úsporných zařízení (třídy A).

Odběrová sazba el. energie byla pro průměrnou spotřebu el. energie za poslední 3 roky porovnávána v rámci produktu, z tohoto porovnání je patrné, že odběrová sazba je zvolena vhodně.

tabulka 49 Měrné ukazatele

Legislativní požadavky	Požadavek	Skutečnost	Klasifikace
Spotřeba energie na vytápění (vyhl. č. 148/2007 Sb.)	181,9 GJ/rok	455,6 GJ/rok	Nevyhovuje
Průměrný součinitel prostupu tepla (ČSN 73 0540-2:2011)	0,38 W/(m ² K)	0,90 W/(m ² K)	F - Velmi nehospodárná
Měrný ukazatel spotřeby tepelné energie na dodávku TV (vyhl. č. 194/2007 Sb.)	0,429 GJ/m ³	0,357 GJ/m ³	Vyhovuje

8.2 Technický potenciál úspor

Lze dosáhnout jistých energetických úspor, které jsou dosažitelné realizací opatření v současné době dostupnými technologiemi (všechna opatření však nemusejí být ekonomicky výhodná). Tento potenciál je označován jako *teoretický* či *technický*. Tento potenciál nemusí být možno dosáhnout pouze opatřeními posuzovanými v tomto auditu. Tato hodnota je pouze teoretická a ukazuje účinnost navržených opatření vzhledem k teoretickému maximu úspor.

Pro vyčíslení technického potenciálu úspor energie byla uvažována následující opatření:

- výměna oken a vstupů (dosažení součinitele prostupu tepla $U \leq 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)
- zateplení střech (dosažení součinitele prostupu tepla $U \leq 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)
- zateplení obvodového pláště (dosažení součinitele prostupu tepla $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) a lepší
- instalace úsporných spotřebičů elektrické energie
- využití obnovitelných zdrojů energie
- zavedení důsledného energetického managementu

Celkovou spotřebu energie lze v tomto výčtu uvedenými opatřeními snížit z výchozí hodnoty spotřeby energií (upravená bilance) 481 GJ/rok na cca 130 GJ/rok (tj. cca na 27 % původní spotřeby).

8.3 Optimální varianta energeticky úsporného projektu a doporučení energetického auditora

Na základě rozboru tepelného hospodářství a současného stavu stavebních konstrukcí objektu a TZB se doporučuje:

- zavést energetický management
- realizovat variantu V1

8.3.1 Shrnutí doporučených opatření

Výše úspor je vyčíslena z upravené energetické bilance, která upravuje spotřeby energií na dlouhodobý průměr. Úspory energií tak mohou v jednotlivých letech kolísat. Výpočet úspor také předpokládá dodržení stávajícího režimu vytápění, počtu osob apod., pokud toto nemění samotná opatření navržená v energetickém auditu a doporučená k realizaci.

Energetický management je jednoduchou, nenáročnou složkou systému hospodaření s energií, který za minimálních nákladů umožňuje sledovat vývoj spotřeb energií a rychleji reagovat na vznikající neehospodárnosti. Energeticky uvědomělé užívání umožňuje významnou úsporu nákladů a snižuje i negativní zátěž životního prostředí v dané lokalitě. Toto opatření je vždy ekonomicky nejefektivnější.

Jako energeticky úsporný projekt byla vybrána varianta, která v sobě zahrnuje vhodná opatření na jednotlivých zařízeních a konstrukcích. Ze stavební části je nejvhodnější provést zateplení vybraných ochlazovaných neprůsvitných konstrukcí a výměnu výplní otvorů za nová s tepelně izolačním dvojsklem. Tím dojde k výraznému poklesu tepelných ztrát skrz tyto konstrukce a k podstatnému snížení tepelné ztráty infilrací a tím i k výraznému snížení potřeby tepla na vytápění a zlepšení vnitřního mikroklimatu.

Pozn.: Ve výpočtu hodnoty úspory při aplikaci tohoto souboru opatření bylo uvažováno s „energetickou disciplinovaností“ uživatelů budovy. Jde tedy o hodnotu maximální dosažitelné úspory. Její dosažení závisí ve velké míře na chování uživatelů budovy.

8.3.2 Zdůvodnění výběru doporučeného opatření, úspory apod.

Doporučené opatření je možno shrnout v těchto základních bodech:

- realizací doporučené varianty se docílí úspory energie cca 285 GJ/rok
- celkové investiční náklady činí 1 730 tis. Kč bez DPH
- roční finanční úspora nákladů na energie představuje cca 171 tis. Kč bez DPH
- měrné investiční náklady (EÚP) na uspořenou jednotku energie cca 6,0 tis. Kč/GJ
- **u jednotlivých konstrukcí navržených k rekonstrukci bude dosaženo doporučených hodnot součinitele prostupu tepla dle ČSN 730540-2:2011**
- **po realizaci opatření v doporučené variantě bude předmět EA splňovat požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,N,rc}$ uvedenou v tab. č. 5 ČSN 730540-2:2011**

8.4 Využití obnovitelných zdrojů energie a zálohování energie

Pro stávající stav objektu bylo provedeno v kapitole 4.2 předběžné posouzení a ekonomické vyhodnocení instalace obnovitelných zdrojů v budově. V případě opodstatněnosti využití zdroje obnovitelné energie je v kapitolách 4.2 a 4.4 provedeno celkové ekonomické vyhodnocení daného opatření.

Z tohoto posouzení a ekonomického hodnocení nevyplyvá vhodnost instalace těchto zdrojů v předmětu EA.

9 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Předmět energetického auditu EA	Hasičská zbrojnice Ústěk		
Adresa	čp. 272, 411 45 Ústěk		
Zadavatel EA	Město Ústěk	Zástupce	Pavel Kundrát
Adresa zadavatele	Mírové náměstí 83, 411 45 Ústěk		
Telefon	416 795 609	Fax	-
		E-mail	ustek@iol.cz
Charakteristika předmětu EA	Jedná se o budovu hasičské zbrojnice v centru města Ústěk. Objekt je nepodsklepený, dvoupodlažní budova se sedlovou střechou a nevytápěným půdním prostorem. Objekt je obdélníkového půdorysu a vnitřní je členěn na dvě garážové sekce a jednu administrativní se zázemím pro pracovníky na nepřetržitý 24 hodinový celoroční provoz.		
1. Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	Objekt je vytápěn z vlastní kotelny na zemní plyn, ve které je umístěn jeden teplovodní kotel o celkovém výkonu 0,195 MW. Otopná tělesa jsou desková plechová osazena TRV, v garážích registry. V kotelne jsou vedeny 2 topné větve - vytápění ÚT a větev pro přípravu teplé vody do nepřímoohřívaného zásobníku o objemu 300 l. V kuchyňce je umístěn el. bojler. Nucené větrání ani chlazení vnitřních prostor není v objektu zajištěno.		
Vlastní energetický zdroj	Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. výkon (MW)	
	0,195	-	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)	-		
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	416,1	
	Nákup (GJ/r)	-	
	Prodej (GJ/r)	-	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)	-	
	Nákup (MWh/r)	18,0	
	Prodej (MWh/r)	-	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	480,8	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r) 60,8	
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r)	Nositel energie
ÚT	55	400,4	zemní plyn
TV	-	19,6	zemní plyn, el. energie
Ostatní	-	60,8	el. energie

2. Energeticky úsporný projekt					
Stručný popis doporučené varianty	• Výměna výplní otvorů • Zateplení obvodového pláště • Zateplení podlahy půdy				
Investiční náklady (tis. Kč)	1 730		z toho technologie (tis. Kč)		-
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu		
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	
	481	316	195	144	
Potenciál energetických úspor teoretický	GJ/r		MWh/r		
	285		79		
Přínosy z hlediska ochrany životního prostředí					
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)		Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,0020		0,0017		0,0003
SO ₂	0,0319		0,0316		0,0003
NO _x	0,0465		0,0330		0,0135
CO	0,0066		0,0037		0,0029
CO ₂	44,1340		28,2830		15,8510
Ekonomická efektivnost					
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	171		Doba hodnocení (roky)		30
Prostá doba návratnosti (roky)	10		Diskont (%)		3,07
Reálná doba návratnosti (roky)	>13	NPV (tis. Kč)	-1 595	IRR (%)	9,2
Energetický auditor	Ing. Jan Škráček		Č. osvědčení		č.769 ze dne 20.11.2009
Podpis			Datum		27.2.2012

10 PŘÍLOHY

10.1 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N dle ČSN 73 0540-2:2011

Pozn.: Hodnoty uvedené v tabulce platí pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\Theta_{im} = 20^\circ\text{C}$.

ČSN 73 0540-2:2011	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]		
Popis konstrukce	požadované hodnoty $U_{N, 20}$	doporučené hodnoty $U_{rec, 20}$	doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas, 20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	1,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 ° C včetně	1,05	0,70	0,5
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 ° C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 ° C vč.	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 ° C vč.	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9

ČSN 73 0540-2:2011		Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]		
Popis konstrukce		požadované hodnoty $U_{N, 20}$	doporučené hodnoty $U_{rec, 20}$	doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas, 20}$
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru		3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°n vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP) hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v .m ⁻² /m ² kde A je celková plocha obv. pláště (LOP) v m ² A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ²	$f_w \leq 0,5$	0,3+1,4 f_w	0,2+ f_w	0,15+0,85 f_w
	$f_w > 0,5$	0,7+0,6 f_w		
Kovový rám výplně otvoru		-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾		-	1,3	0,9 – 0,7
Rám lehkého obvodového pláště		-	1,8	1,2
POZNÁMKY ¹⁾ Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 30.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m ² .K) ²⁾ Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m ² .K) ³⁾ Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni. ⁴⁾ V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru . ⁵⁾ Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů , včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy. ⁶⁾ Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370. ⁷⁾ průsvitné: Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5 W/(m ² .K).				

10.2 Protokol o výpočtu měrných tepelných ztrát a potřeby tepla na vytápění dle ČSN EN ISO 13 790 – stávající stav

Identifikační údaje budovy			
Druh stavby	Hasičská zbrojnice Úštěk		
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	čp. 272, 411 45 Úštěk		
Charakteristika a okrajové podmínky budovy			
Objem budovy - vnější objem vytápěné zóny budovy	V	3 285	m ³
Vzduchový objem budovy	V _a	2 628	m ³
Celková plocha - součet vnějších ploch ochlazovaných kcí.	A	2 075	m ²
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,63	m ² /m ³
Průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em}	0,90	W/(m ² K)
Požadovaná vnitřní teplota zóny	Q _i	17,5	°C
Průměrná venkovní teplota v otopném období	Q _e	4,1	°C
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	Q _v	-13	°C
Počet dnů v otopném období	n _d	232	dní
Režim vytápění	S přerušovaným vytápěním		
Počet časových úseků v týdnu	t	3	-
Počet zón v budově	N	1	-

Zóna 1

Ustálená tepelná propustnost zeminou podle ČSN EN ISO 13370			
Typ výpočtu	Podlaha na úrovni terénu		
Tloušťka obvodové stěny	w	0,3	m
Tepelný odpor stěn suterénu	R _w	2,00	m ² K/W
Ekvivalentní tloušťka podlahy	d _t	1,84	m ² K/W
Celková ekvivalentní tloušťka suterénních stěn	d _w	4,34	m
Tepelná vodivost zeminy	l	2,00	m
Plocha podlahy 1	A ₁	374,4	W/(mK)
Tepelný odpor podlahy 1	R _{f1}	0,33	m ²
Plocha podlahy 2	A ₂	319,92	m
Tepelný odpor podlahy 2	R _{f2}	0,91	m
Celková plocha podlahy	A	694,32	m ²
Průměrný tepelný odpor podlahy	R _f	0,60	m ² K/W
Exponovaný obvod podlahy	P	122,6	m
Charakteristický rozměr podlahy	B'	11,3	m
Hloubka podlahy suterénu pod úrovní terénu	z	-	m
Výška hor. povrchu podlahy nad úrovní terénu	h	-	m
Intenzita výměny vzduchu v nevytápěném suterénu	n	-	1/h
Objem vzduchu v nevytápěném suterénu	V	-	m ³
Plocha vytápěné části suterénu v kontaktu se zeminou		-	m ²
Plocha nevytápěné části suterénu v kontaktu se zeminou		-	m ²
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_s	223,7	W/K

Měrná ztráta prostupem tepla přes nevytápěné prostory			
Nevytápěný prostor č.1			
Typ prostoru	Půda		
Objem vzduchu v prostoru	V _u	1 388,6	m ³
Násobnost výměny vzduchu do nevytápěného prostoru	n	0,0	1/h
Násobnost výměny vzduchu z nevyt. prostoru do exteriéru	n	1,0	1/h
Dělicí konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/(m ² K)]	Umístění
Podlaha půdy č.1	374,4	1,00	int. - nevyt.prostor
Podlaha půdy č.2	319,9	0,45	int. - nevyt.prostor
Stěny	75,0	1,20	int. - nevyt.prostor
Střešní krytina	801,8	5,50	nevyt.prostor - ext.
Obvodové stěny	49,7	0,38	nevyt.prostor - ext.
Tepelná propustnost z interiéru do nevyt. prostoru	L _{iu}	608,4	W/K
Tepelná propustnost z nevyt. prostoru do exteriéru	L _{ue}	4428,5	W/K
Měrná ztráta z interiéru do nevyt. prostoru	H _{iu}	608,4	W/K
Měrná ztráta z nevyt. prostoru do exteriéru	H _{ue}	4891,4	W/K
Parametr b podle EN ISO 13 789	b	0,9	-
Měrná ztráta prostupem přes nevytápěný prostor č.1	H _{U1}	541,1	W/K
Měrná ztráta prostupem přes nevytápěné prostory celkem	H _U	231,6	W/K

Tepelná propustnost mezi obvodovými konstrukcemi mezi interiérem a exteriérem							
Ochlazovaná konstrukce		Plocha A_i $[m^2]$	Součinitel prostupu tepla U_i $[W/(m^2.K)]$	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq} (U_{N,rc})$ $[W/(m^2.K)]$		Činitel teplotní redukce $b_i [-]$	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ $[W/K]$
stě	obvodová stěna CP	506,6	1,20	0,38	(0,25)	1,00	607,93
okna, dveře	Okna - Z	15,8	2,40	1,70	(1,2)	1,00	38,02
	Okna - S	15,8	2,40	1,70	(1,2)	1,00	37,80
	Luxfery – J	8,0	3,00	1,70	(1,2)	1,00	24,00
	Okna – V	33,8	2,40	1,70	(1,2)	1,00	81,22
	Vstup – V	2,1	3,50	1,70	(1,2)	1,00	7,35
	Vstup plech - J	1,8	5,50	1,70	(1,2)	1,00	9,82
	Vstup - Z	3,6	3,50	1,70	(1,2)	1,00	12,50
	Garážová vrata plech.	10,8	5,00	1,70	(1,2)	1,00	54,00
	Garážová vrata zateplená	13,1	1,70	1,70	(1,2)	1,00	22,34
Přirážka na tepelné mosty		0,1.A					207,51
Celkem		611,4	-	-	-	-	1 102,5

Návrhová tepelná ztráta větráním - ČSN EN ISO 13790				
Přirozené větrání				
Přirozené větrání	Druh místností	Bytová budova		
	Výpočtová teplota vnitřního prostoru	Θ_{int}	17,5	°C
	Výpočtová venkovní teplota	Θ_e	-13,0	°C
	Intenzita výměny venkovního vzduchu za hodinu	n_{min}	15,0	m ³ /h
	Vytápěný objem z vnitřních rozměrů – přirozené větrání	V	7	m ³
	Hygienické množství vzduchu	$V'_{min,i}$	105	m³/h
	Intenzita výměny vzduchu za hod. při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem	n_{50}	3,5	h ⁻¹
	Stínící činitel (odstínění větru)	e_i	0,03	-
	Výškový korekční činitel	ϵ_i	1,0	-
	Doba provozního režimu budovy	$\check{C}as_{prov}$	24,0	hod
	Doba mimo provozní režim (pouze infiltrace)	$\check{C}as_{klidu}$	0,0	hod
	Infiltrace obvodovým pláštěm budovy	$V'_{inf,i}$	483	m³/h
	Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	V'_i	483	m³/h
	Tepelné ztráty přirozeným větráním a infiltrací	$H_{ve,i}$	164	W/K
	Návrhová tepelná ztráta přirozeným větráním a infiltrací	Φ_v	5	kW

Výpočet potřeby energie na vytápění podle ČSN EN ISO 13790				
Účel výpočtu	K posouzení efektu energ. úsporných opatření			
Použití rozměrů k výpočtu	Vnější			
Regulace topného systému				
Ekvitermní regulace	ano			
Zónová regulace	ne			
Regulace v místě konečné spotřeby	ano			
Časový průběh vytápění				
t1 = denní režim	h/denně	14	h	
t3 = noční režim	h/denně	10	h	
t3 = víkendový režim	h/denně	0	h	
Tepelná propustnost mezi obv. kceami mezi int. a ext.	L_D	1 102,5	W/K	
Ustálená tepelná propustnost zeminou	L_S	223,7	W/K	
Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěnými prostory	H_U	541,1	W/K	
Měrná ztráta prostupem tepla	H_T	1 867,2	W/K	
Potřeba energie na krytí ztrát budovy - prostupem	Q_T	439,2	GJ/rok	
Měrná tepelná ztráta přirozeným větráním a infiltrací	H_{vi}	164,2	W/K	
Měrná tepelná ztráta nuceným větráním	H_{Vi}	0,0	W/K	
Měrná tepelná ztráta větráním a infiltrací	H_v	164,2	W/K	
Potřeba energie na krytí ztrát budovy - větráním	Q_v	36,4	GJ/rok	
Celková měrná tepelná ztráta	H	2 031,4	W/K	
Celková potřeba energie na krytí ztrát za otopné období	Q_L	475,6	GJ/rok	
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	26,4	GJ/rok	
Solární tepelné zisky	Q_s	26,9	GJ/rok	
Podíl instalace regulace v místě konečné spotřeby		100%		
Podíl využitelných tepelných zisků	η	0,97	-	
Potřeba tepla na vytápění	Q_h	423,7	GJ/rok	

10.3 Protokol k energetickému štítku obálky budovy – ČSN 73 0540-2:2011 – stávající stav

Identifikační údaje						
Druh stavby	Hasičská zbrojnice Úštěk					
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	čp. 272, 411 45 Úštěk					
Katastrální území a katastrální číslo	775533 č. parc. 304/2					
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Město Úštěk					
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Město Úštěk					
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Mírové náměstí 83, 411 45 Úštěk					
Telefon / E-mail	416 795 609		ustek@iol.cz			
Charakteristika budovy						
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy				3 285	m ³	
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí				2 075	m ²	
Faktor tvaru budovy A / V				0,63	m ² /m ³	
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}				20,0	°C	
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e				-13,0	°C	
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Ochlazovaná konstrukce	Plocha	Souč. prostupu tepla	Požadovaný (doporučený) souč. prostupu tepla		Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
	A_i	U_i	$U_{N,rq} (U_{N,rc})$		b_i	$H_{ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$
	m ²	W/(m ² K)	W/(m ² K)		-	W/K
Obvodová stěna CP	506,6	1,20	0,38	0,25	1,00	607,93
Okna - Z	15,8	2,40	1,70	1,20	1,00	38,02
Okna - S	15,8	2,40	1,70	1,20	1,00	37,80
Luxfery – J	8,0	3,00	1,70	1,20	1,00	24,00
Okna – V	33,8	2,40	1,70	1,20	1,00	81,22
Vstup – V	2,1	3,50	1,70	1,20	1,00	7,35
Vstup plech - J	1,8	5,50	1,70	1,20	1,00	9,82
Vstup - Z	3,6	3,50	1,70	1,20	1,00	12,50
Garážová vrata plech.	10,8	5,00	1,70	1,20	1,00	54,00
Garážová vrata zateplená	13,1	1,70	1,70	1,20	1,00	22,34
Podlaha půdy č.1	374,4	1,00	0,30	0,20	0,89	332,99
Podlaha půdy č.2	319,9	0,45	0,30	0,20	0,89	128,04
Stěny	75,0	1,20	0,38	0,25	0,89	80,04
Podlaha na terénu 1*	374,4	3,00	0,45	0,30	-	223,69
Podlaha na terénu 2*	319,9	1,10	0,45	0,30	-	
Suterénní stěna v kontaktu se zeminou*	0,0	-	-	-	-	207,51
Propustnost tepelnými mosty $L_{d,tb}$	0,1.A	-	-	-	-	
Celkem	2 075,1	-	-	-	-	1 867,22
Stanovení stavebně energetické vlastnosti budovy						
Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K		1 867,22			
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m²K)		0,90			
$U_{em,N,rq}$ -průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	W/(m ² K)		0,38			
$U_{em,N,rc}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	W/(m ² K)		0,28			
Klasifikační ukazatel CI	2,40		F - Velmi nevhodná			

Pozn.: * ustálená tepelná propustnost zeminou je spočtena podle EN ISO 13 370.

10.4 Protokol k energetickému štítku obálky budovy – ČSN 73 0540-2:2011 – doporučená varianta a energetický štítek

Identifikační údaje						
Druh stavby	Hasičská zbrojnice Úštěk					
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	čp. 272, 411 45 Úštěk					
Katastrální území a katastrální číslo	775533 č. parc. 304/2					
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Město Úštěk					
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Město Úštěk					
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Mírové náměstí 83, 411 45 Úštěk					
Telefon / E-mail	416 795 609		ustek@iol.cz			
Charakteristika budovy						
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy				3 285	m ³	
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí				2 075	m ²	
Faktor tvaru budovy A / V				0,63	m ² /m ³	
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ _{im}				20,0	°C	
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ _e				-13,0	°C	
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Ochlazovaná konstrukce	Plocha	Souč. prostupu tepla	Požadovaný (doporučený) souč. prostupu tepla		Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
	A _i	U _i	U _{N,rq} (U _{N,rc})		b _i	H _{ti} = A _i ·U _i ·b _i
	m ²	W/(m ² K)	W/(m ² K)		-	W/K
Obvodová stěna CP	506,6	0,24	0,38	0,25	1,00	121,59
Okna - Z	15,8	1,10	1,70	1,20	1,00	17,42
Okna - S	15,8	1,10	1,70	1,20	1,00	17,33
Luxfery – J	8,0	1,10	1,70	1,20	1,00	8,80
Okna – V	33,8	1,10	1,70	1,20	1,00	37,22
Vstup – V	2,1	1,20	1,70	1,20	1,00	2,52
Vstup plech - J	1,8	1,20	1,70	1,20	1,00	2,14
Vstup - Z	3,6	1,20	1,70	1,20	1,00	4,28
Garážová vrata plech.	10,8	5,00	1,70	1,20	1,00	54,00
Garážová vrata zateplená	13,1	1,70	1,70	1,20	1,00	22,34
Podlaha půdy č.1	374,4	1,00	0,30	0,20	0,97	61,93
Podlaha půdy č.2	319,9	0,45	0,30	0,20	0,97	52,91
Stěny	75,0	0,24	0,38	0,25	0,97	17,51
Podlaha na terénu 1*	374,4	3,00	0,45	0,30	-	223,69
Podlaha na terénu 2*	319,9	1,10	0,45	0,30	-	
Suterénní stěna v kontaktu se zeminou*	0,0	-	-	-	-	103,75
Propustnost tepelnými mosty L _{d,tb}	0,05.A	-	-	-	-	
Celkem	2 075,1	-	-	-	-	747,44
Stanovení stavebně energetické vlastnosti budovy						
Měrná ztráta prostupem tepla H _T	W/K		747,44			
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = H_T / A	W/(m²K)		0,36			
U _{em,N,rq} -průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	W/(m ² K)		0,38			
U _{em,N,rc} - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	W/(m ² K)		0,28			
Klasifikační ukazatel CI	0,96		C - Vyhovující			

Pozn.: * ustálená tepelná propustnost zeminou je spočtena podle EN ISO 13 370.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK

OBÁLKY BUDOVY

Hasičská zbrojnice Ústěk		Hodnocení obálky budovy					
čp. 272, 411 45 Ústěk							
Celková podlahová plocha: 658 m ²		stávající		doporučení			
CI VELMI ÚSPORNÁ A B C D E F G 0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5 MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ				0,96 2,40			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve W/(m².K) $U_{em} = H_T / A$		0,90		0,36			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m².K)		0,38		0,38			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}							
CI		0,5	0,75	1	1,5	2	2,5
U_{em}		0,19	0,28	0,38	0,56	0,75	0,94
Platnost štítku do							
Štítek vypracoval		Ing. Jan Škráček Energetický auditor č. 0769					

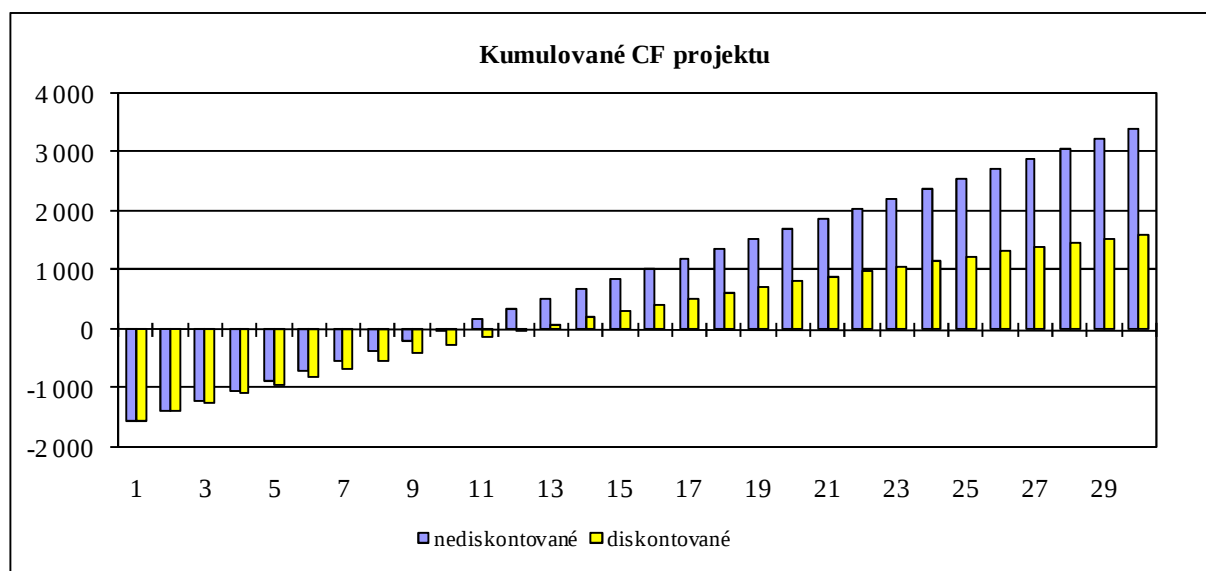
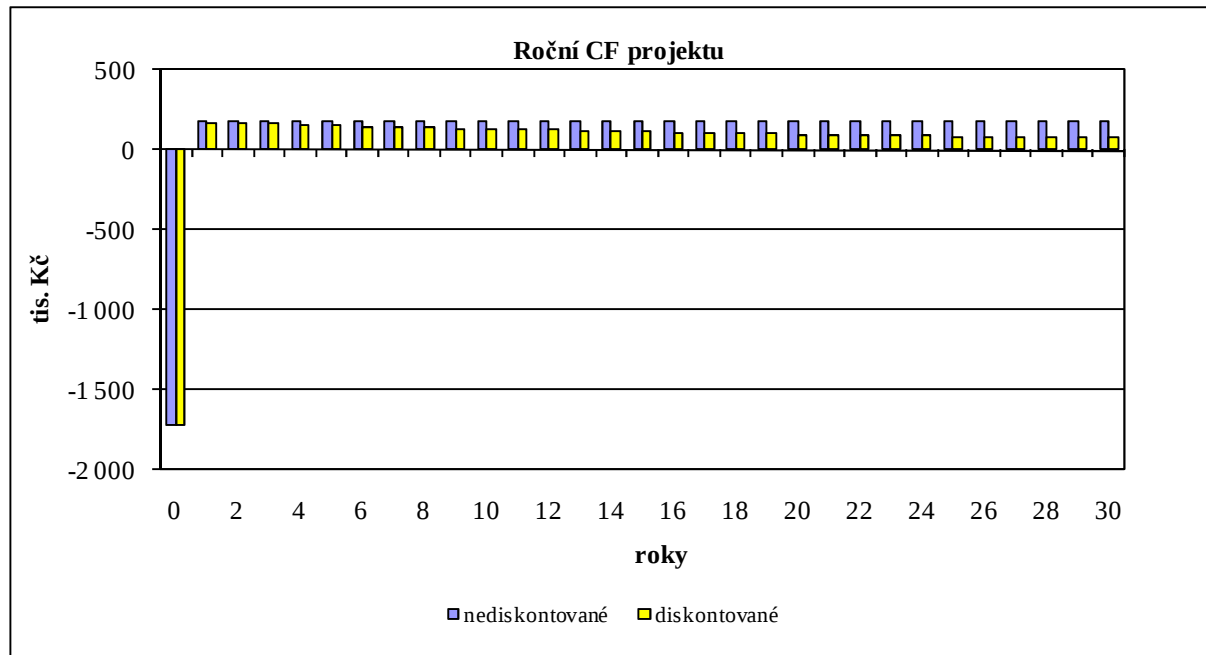
10.5 Protokol k energetickému štítku obálky budovy – ČSN 73 0540-2:2011 – referenční budova

Identifikační údaje					
Druh stavby	Hasičská zbrojnice Úštěk				
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	čp. 272, 411 45 Úštěk				
Katastrální území a katastrální číslo	775533 č. parc. 304/2				
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Město Úštěk				
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Město Úštěk				
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Mírové náměstí 83, 411 45 Úštěk				
Telefon / E-mail	416 795 609	ustek@iol.cz			
Charakteristika budovy					
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy	3 285	m^3			
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí	2 075	m^2			
Faktor tvaru budovy A / V	0,63	m^2/m^3			
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	20,0	$^{\circ}\text{C}$			
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_{e}	-13,0	$^{\circ}\text{C}$			
Rozbor plochy fasády dle čl. 5.3.3.					
Celkem započitatelná plocha výplní otvorů	104,8	m^2			
Celkem obvodové stěny (po odečtení otvorů)	506,6	m^2			
Zbývající část ploch výplní otvorů započtena jako obvodová stěna	0	m^2			
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí					
Ochlazovaná konstrukce	Plocha	Souč. prostupu tepla	Požadovaný souč. prostupu tepla	Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
	A_i	U_i	$U_{\text{N,rq}} (U_{\text{N,rc}})$	b_i	$H_{\text{ti}} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$
	m^2	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	-	W/K
Obvodová stěna CP	506,6	0,38	0,38	1,00	192,51
Okna - Z	15,8	1,70	1,70	1,00	26,93
Okna - S	15,8	1,70	1,70	1,00	26,78
Luxfery – J	8,0	1,70	1,70	1,00	13,60
Okna – V	33,8	1,70	1,70	1,00	57,53
Vstup – V	2,1	1,70	1,70	1,00	3,57
Vstup plech - J	1,8	1,70	1,70	1,00	3,03
Vstup - Z	3,6	1,70	1,70	1,00	6,07
Garážová vrata plech.	10,8	1,70	1,70	1,00	18,36
Garážová vrata zateplená	13,1	1,70	1,70	1,00	22,34
Podlaha půdy č.1	374,4	0,30	0,30	0,95	106,69
Podlaha půdy č.2	319,9	0,30	0,30	0,95	91,16
Stěny	75,0	0,38	0,38	0,95	27,07
Podlaha na terénu 1*	374,4	0,45	0,45	-	142,00
Podlaha na terénu 2*	319,9	0,45	0,45	-	
Suterénní stěna v kontaktu se zeminou*	0,0	-	-	-	
Propustnost tepelnými mosty $L_{\text{d,tb}}$	-	-	-	-	-
Celkem	2 075,1	-	-	-	737,63
Stanovení stavebně energetické vlastnosti budovy					
Přirážka na vliv tepelných vazeb (čl. 5.3.4)	-		0,02		
Měrná ztráta prostupem tepla H_{T} - referenční budova	W/K		737,63		
$U_{\text{em,N,rq}}$ - požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla (vypočtený)	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		0,38		
$U_{\text{em,N,rq}}$ - požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla (s uvažováním vlivu omezení dle tab.5)	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		0,38		
$U_{\text{em,N,rc}}$ - doporučený průměrný součinitel prostupu tepla	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		0,28		

Pozn.: * ustálená tepelná propustnost zeminou je spočtena podle EN ISO 13 370. Ve výpočtu požadované hodnoty $U_{\text{em,N,rq}}$ bylo uvažováno s omezením dle tab. 5 v ČSN 73 0540-2:2011

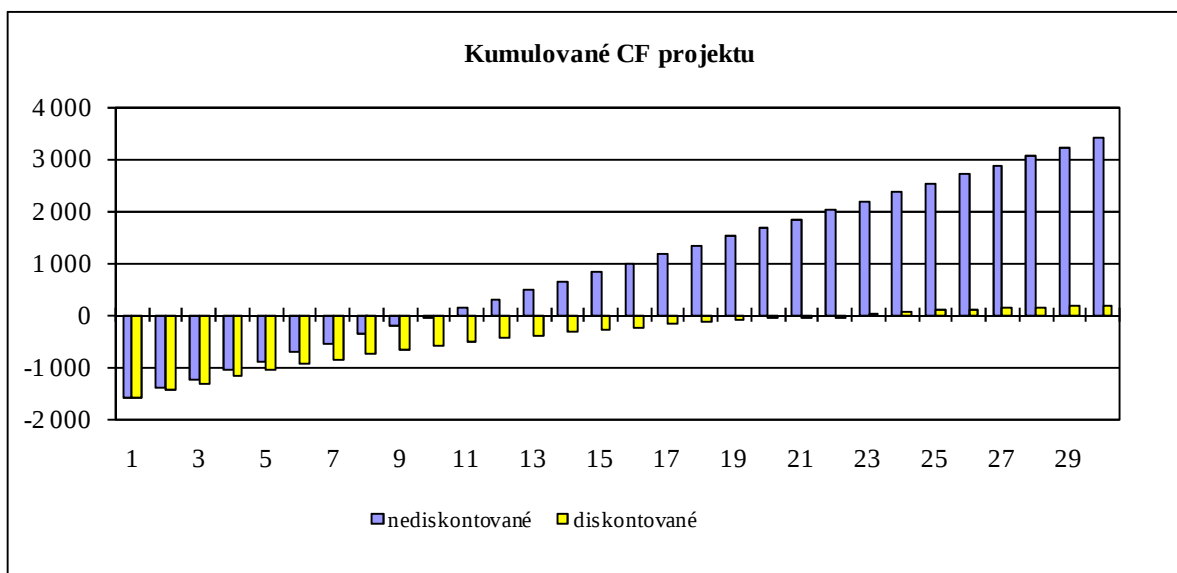
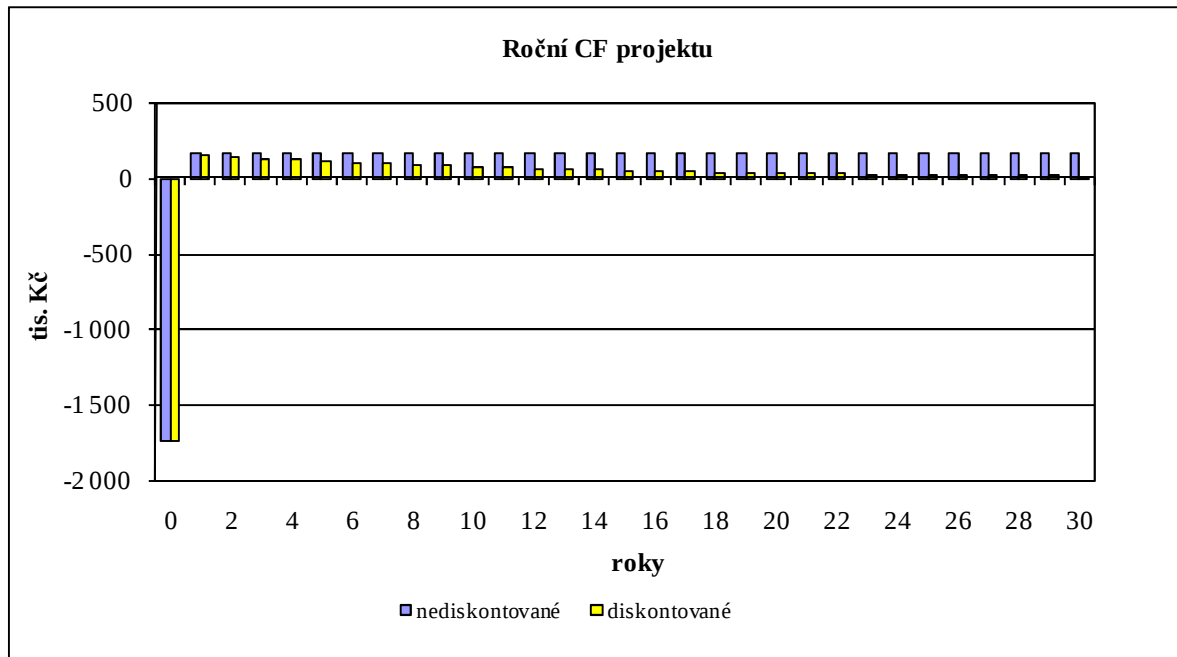
10.6 Ekonomické zhodnocení doporučené varianty

Diskontní sazba					3,07%	Roční nárůst cen paliv			0%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	
0	2012			1 730,0	-1 730,0		-1 730,0	-1 730,0	0
1	2013	315,6	144,4	0,0	171,2	166,1	-1 558,8	-1 563,9	0
2	2014	315,6	144,4	0,0	171,2	161,1	-1 387,6	-1 402,8	0
3	2015	315,6	144,4	0,0	171,2	156,3	-1 216,5	-1 246,5	0
4	2016	315,6	144,4	0,0	171,2	151,7	-1 045,3	-1 094,8	0
5	2017	315,6	144,4	0,0	171,2	147,2	-874,1	-947,6	0
6	2018	315,6	144,4	0,0	171,2	142,8	-702,9	-804,9	0
7	2019	315,6	144,4	0,0	171,2	138,5	-531,8	-666,3	0
8	2020	315,6	144,4	0,0	171,2	134,4	-360,6	-531,9	0
9	2021	315,6	144,4	0,0	171,2	130,4	-189,4	-401,5	0
10	2022	315,6	144,4	0,0	171,2	126,5	-18,2	-275,0	0
11	2023	315,6	144,4	0,0	171,2	122,7	152,9	-152,3	0
12	2024	315,6	144,4	0,0	171,2	119,1	324,1	-33,2	13
13	2025	315,6	144,4	0,0	171,2	115,5	495,3	82,3	0
14	2026	315,6	144,4	0,0	171,2	112,1	666,5	194,4	0
15	2027	315,6	144,4	0,0	171,2	108,8	837,6	303,2	0
16	2028	315,6	144,4	0,0	171,2	105,5	1 008,8	408,7	0
17	2029	315,6	144,4	0,0	171,2	102,4	1 180,0	511,1	0
18	2030	315,6	144,4	0,0	171,2	99,3	1 351,2	610,4	0
19	2031	315,6	144,4	0,0	171,2	96,4	1 522,4	706,8	0
20	2032	315,6	144,4	0,0	171,2	93,5	1 693,5	800,3	0
21	2033	315,6	144,4	0,0	171,2	90,7	1 864,7	891,0	0
22	2034	315,6	144,4	0,0	171,2	88,0	2 035,9	979,0	0
23	2035	315,6	144,4	0,0	171,2	85,4	2 207,1	1 064,4	0
24	2036	315,6	144,4	0,0	171,2	82,8	2 378,2	1 147,2	0
25	2037	315,6	144,4	0,0	171,2	80,4	2 549,4	1 227,6	0
26	2038	315,6	144,4	0,0	171,2	78,0	2 720,6	1 305,6	0
27	2039	315,6	144,4	0,0	171,2	75,7	2 891,8	1 381,2	0
28	2040	315,6	144,4	0,0	171,2	73,4	3 062,9	1 454,7	0
29	2041	315,6	144,4	0,0	171,2	71,2	3 234,1	1 525,9	0
30	2042	315,6	144,4	0,0	171,2	69,1	3 405,3	1 595,0	0
Čistá současná hodnota							NPV	1 595,0 tis. Kč	
Vnitřní výnosové procento							IRR	9,2 %	
Prostá doba návratnosti							T _s	10,1 roky (let)	
Reálná doba návratnosti							T _{sd}	13,0 roky (let)	



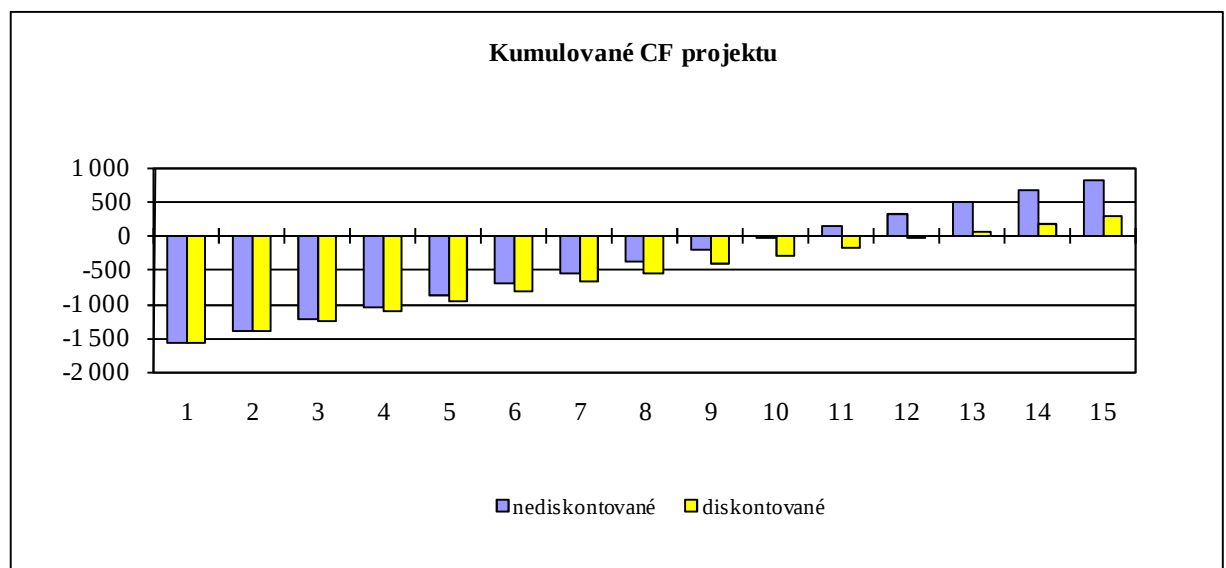
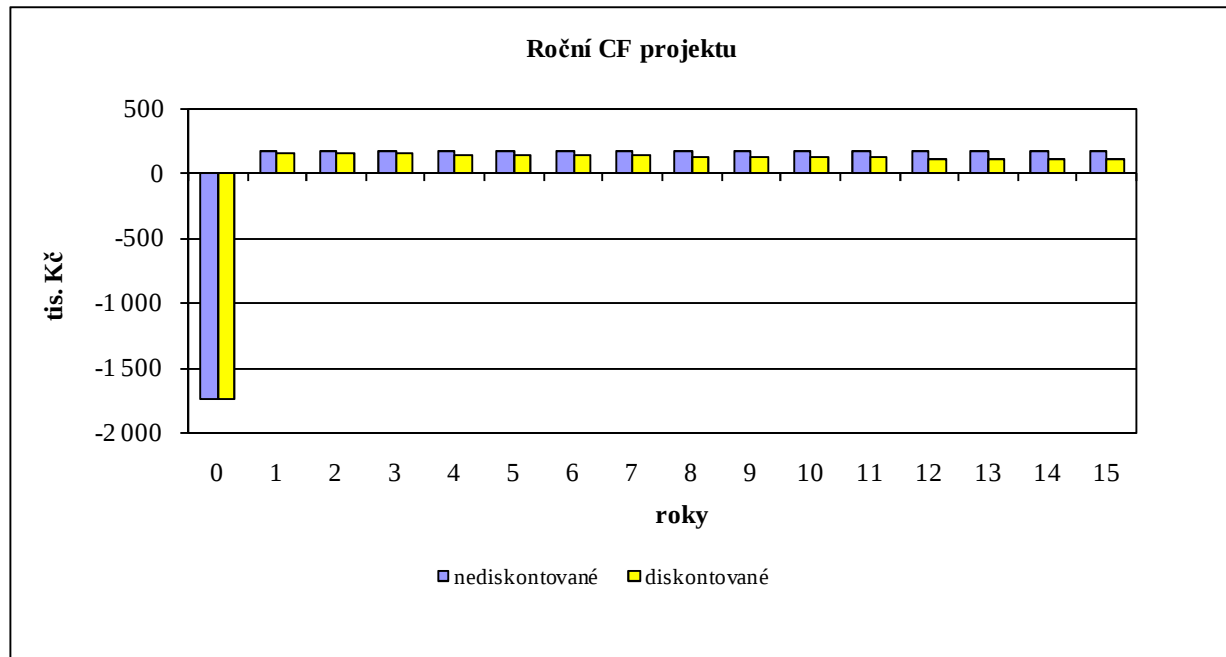
10.7 Ekonomické zhodnocení doporučené varianty - dodavatelský úvěr

Diskontní sazba					8%	Roční nárůst cen paliv			0%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč						
0	2012			1 730,0	-1 730,0		-1 730,0	-1 730,0	0
1	2013	315,6	144,4	0,0	171,2	158,5	-1 558,8	-1 571,5	0
2	2014	315,6	144,4	0,0	171,2	146,8	-1 387,6	-1 424,7	0
3	2015	315,6	144,4	0,0	171,2	135,9	-1 216,5	-1 288,9	0
4	2016	315,6	144,4	0,0	171,2	125,8	-1 045,3	-1 163,0	0
5	2017	315,6	144,4	0,0	171,2	116,5	-874,1	-1 046,5	0
6	2018	315,6	144,4	0,0	171,2	107,9	-702,9	-938,7	0
7	2019	315,6	144,4	0,0	171,2	99,9	-531,8	-838,8	0
8	2020	315,6	144,4	0,0	171,2	92,5	-360,6	-746,3	0
9	2021	315,6	144,4	0,0	171,2	85,6	-189,4	-660,7	0
10	2022	315,6	144,4	0,0	171,2	79,3	-18,2	-581,4	0
11	2023	315,6	144,4	0,0	171,2	73,4	152,9	-508,0	0
12	2024	315,6	144,4	0,0	171,2	68,0	324,1	-440,0	0
13	2025	315,6	144,4	0,0	171,2	62,9	495,3	-377,1	0
14	2026	315,6	144,4	0,0	171,2	58,3	666,5	-318,8	0
15	2027	315,6	144,4	0,0	171,2	54,0	837,6	-264,8	0
16	2028	315,6	144,4	0,0	171,2	50,0	1 008,8	-214,9	0
17	2029	315,6	144,4	0,0	171,2	46,3	1 180,0	-168,6	0
18	2030	315,6	144,4	0,0	171,2	42,8	1 351,2	-125,8	0
19	2031	315,6	144,4	0,0	171,2	39,7	1 522,4	-86,1	0
20	2032	315,6	144,4	0,0	171,2	36,7	1 693,5	-49,4	0
21	2033	315,6	144,4	0,0	171,2	34,0	1 864,7	-15,4	22
22	2034	315,6	144,4	0,0	171,2	31,5	2 035,9	16,1	0
23	2035	315,6	144,4	0,0	171,2	29,2	2 207,1	45,3	0
24	2036	315,6	144,4	0,0	171,2	27,0	2 378,2	72,3	0
25	2037	315,6	144,4	0,0	171,2	25,0	2 549,4	97,3	0
26	2038	315,6	144,4	0,0	171,2	23,1	2 720,6	120,4	0
27	2039	315,6	144,4	0,0	171,2	21,4	2 891,8	141,8	0
28	2040	315,6	144,4	0,0	171,2	19,8	3 062,9	161,7	0
29	2041	315,6	144,4	0,0	171,2	18,4	3 234,1	180,1	0
30	2042	315,6	144,4	0,0	171,2	17,0	3 405,3	197,1	0
Čistá současná hodnota							NPV	197,1 tis. Kč	
Vnitřní výnosové procento							IRR	9,2 %	
Prostá doba návratnosti							T _s	10,1 roky (let)	
Reálná doba návratnosti							T _{sd}	22,0 roky (let)	



10.8 Ekonomické zhodnocení doporučené varianty - polovina odpisové doby

Diskontní sazba				3,07%	Roční nárůst cen paliv			0%
Rok	Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
	pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
	tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	
0	2012			1 730,0	-1 730,0		-1 730,0	0
1	2013	315,6	144,4	0,0	171,2	166,1	-1 558,8	0
2	2014	315,6	144,4	0,0	171,2	161,1	-1 387,6	0
3	2015	315,6	144,4	0,0	171,2	156,3	-1 216,5	0
4	2016	315,6	144,4	0,0	171,2	151,7	-1 045,3	0
5	2017	315,6	144,4	0,0	171,2	147,2	-874,1	0
6	2018	315,6	144,4	0,0	171,2	142,8	-702,9	0
7	2019	315,6	144,4	0,0	171,2	138,5	-531,8	0
8	2020	315,6	144,4	0,0	171,2	134,4	-360,6	0
9	2021	315,6	144,4	0,0	171,2	130,4	-189,4	0
10	2022	315,6	144,4	0,0	171,2	126,5	-18,2	0
11	2023	315,6	144,4	0,0	171,2	122,7	152,9	0
12	2024	315,6	144,4	0,0	171,2	119,1	324,1	13
13	2025	315,6	144,4	0,0	171,2	115,5	495,3	0
14	2026	315,6	144,4	0,0	171,2	112,1	666,5	0
15	2027	315,6	144,4	0,0	171,2	108,8	837,6	0
Čistá současná hodnota						NPV	303,2 tis. Kč	
Vnitřní výnosové procento						IRR	5,4 %	
Prostá doba návratnosti						T _s	10,1 roky (let)	
Reálná doba návratnosti						T _{sd}	13,0 roky (let)	



10.9 Protokol o výpočtu množství energie k přípravě TV

Potřeba vody a tepla pro přípravu teplé vody dle ČSN EN 15316-3-1, 2, 3		
Druh budovy	Administrativní budova	
specifická spotřeba TV na měrnou jednotku a den	$V_{W,f,day}$	30 l/den
počet měrných jednotek	f	5 osob
teplota teplé vody (60°C)	$\Theta_{W,del}$	55 °C
teplota studené vody přiváděné do ohříváče (13,5°C)	$\Theta_{W,0}$	13,5 °C
Denní potřeba teplé vody na den	$V_{W,day}$	0,15 m³/den
Potřeba tepla pro přípravu TV	Q_W	26,03 MJ/den
Ztráta zásobníkového ohříváče TV		
střední teplota vody v zásobníku TV	$\Theta_{W,st,avg}$	60 °C
střední teplota v okolí zásobníku TV	$\Theta_{amb,avg}$	17 °C
střední rozdíl mezi teplotou vody v zásobníku a okolím	$\Delta\Theta_{amb,avg}$	45 °C
Počet zásobníků	n	2 ks
tepelná ztráta zásobníku	$Q_{W,st,sby}$	18 MJ/den
Ztráta nepřímo ohříváného zásobníkového ohříváče TV	$Q_{W,st,ls}$	17 MJ/den
Potrubí od zdroje tepla k zásobníku		
DN vnitřního potrubí		10 až 15
součinitel prostupu tepla úseku potrubí	U_W	0,15 W/(m.K)
délka úseku potrubí včetně délkových přírážek	L_W	5,00 m
průměrná okolní teplota potrubí	Θ_{amb}	17,00 °C
průměrná teplota teplé vody v úseku potrubí	$\Theta_{\Omega,\delta t\sigma,\alpha\omega\gamma}$	60,00 °C
doba provozu cirkulačního čerpadla	t_w	24,00 h/den
Ztráta v potrubí od zdroje tepla k zásobníku	$Q_{W,p,ls}$	2,79 MJ/den
Potrubí bez cirkulace		
objem vody v potrubí	$V_{W,dis}$	0,01 m ³
průměrná okolní teplota potrubí	Q_{amb}	17,00 °C
teplota vody přivádění do potrubí	$Q_{W,dis,nom}$	45,00 °C
počet odběrů vody během dne	n_{tap}	15,00 -
Ztráta v potrubí bez cirkulace	$Q_{W,dis,ls,ind}$	7,80 MJ/den
Potrubí s cirkulací - provoz cirkulace		
DN vnitřního potrubí		-
součinitel prostupu tepla úseku potrubí	- Nelze sloučit do jedné hodnoty	
Plocha průměru potrubí pro výpočet objemu	A_i	- m ²
délka úseku potrubí	$L_{W,i}$	- m
délkové přírážek armatur	L_i	- m
průměrná okolní teplota potrubí	$\Theta_{amb,i}$	- °C
průměrná teplota teplé vody v úseku potrubí	$\Theta_{W,dis,avg,i}$	- °C
doba provozu cirkulačního čerpadla	t_w	- h/den
počet provozních cyklů cirkulačního čerpadla	n_{norm}	- -
Ztráta v potrubí s cirkulací	$Q_{W,dis,ls,col}$	- MJ/den
Denní potřeba vody pro přípravu teplé vody	$V_{W,day}$	0,15 m ³ /den
Denní potřeba tepla pro přípravu teplé vody	$Q_{W,gen,out}$	0,05 GJ/den
Počet dní dodávky TV		365 den/rok
Potřeba vody pro přípravu teplé vody		54,75 m³/rok
Potřeba tepla pro přípravu teplé vody		19,56 GJ/rok