

Zpráva o energetickém auditu ZŠ Prokopa Velikého, Kolín – pavilon U 2.2

Vyracováno dle zákona „O hospodaření energií č.406/2000 Sb., se změnami 359/2003 Sb., 694/2004 Sb., 180/2005 Sb., 177/2006 Sb., 214/2006 Sb., 574/2006 Sb., 186/2006 Sb., 393/2007 Sb., 124/2008 Sb., 223/2009 Sb., 299/2011 Sb., 53/2012 Sb., 165/2012 Sb., 318/2012 Sb.“ a 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku.



Energetický specialista:

Ing. Pavlína Heřmanová,

oprávnění č.0587

Evidenční číslo EA: 060313058704

ENERGY BENEFIT CENTRE a.s.

03/2013

Obsah:

1. Titulní list	6
<i>Název předmětu energetického auditu</i>	<i>6</i>
<i>Datum vypracování energetického auditu</i>	<i>6</i>
<i>Jméno a příjmení energetického specialisty</i>	<i>6</i>
<i>Číslo oprávnění</i>	<i>6</i>
<i>Evidenční číslo energetického auditu z evidence o provedených činnostech energetických specialistů</i>	<i>6</i>
2. Identifikační údaje	7
2.1 Údaje o vlastníkově předmětu energetického auditu	7
2.2 Údaje o předmětu energetického auditu	7
2.3 Zadání energetického auditu	8
2.4 Účel energetického auditu	8
3. Popis stávajícího stavu předmětu energetického auditu	9
3.1 Údaje o předmětu energetického auditu	9
3.1.1 Popis předmětu energetického auditu	9
3.1.2 Charakteristika hlavních činností předmětu EA	9
3.1.2.1 Seznam budov v předmětu energetického auditu a jejich účel	9
3.1.2.2 Výrobní technologie, energeticky významné technologie v předmětu EA	9
3.1.3 Situační plán	9
3.2 Údaje o energetických vstupech za předcházející 3 roky	11
3.2.1 Parametry primárních energetických vstupů	12
3.2.2 Soupis základních údajů o energetických vstupech	12
3.2.3 Soupis základních údajů o energetických vstupech	15
3.3 Údaje o vlastních zdrojích energie	16
3.3.1 Základní údaje o vlastních energetických zdrojích	16
3.3.2 Stávající obnovitelné zdroje energie	17
3.4 Údaje o rozvodech energie v předmětu EA	17
3.4.1 Hlavní vnitřní rozvody tepla a chladu	17
3.4.2 Aktualizace schémat energ. rozvodů, zhodnocení stavu a vybavenost měření, stanovení energetických toků v jednotlivých úsecích	17
3.5 Významné spotřebiče energie	17
3.6 Údaje tepelně technické vlastnosti	17
3.7 Údaje o systému managementu hospodaření s energií	18
3.8 Dopady na životní prostředí	18
3.9 Popis míry zanedbané údržby	18
3.10 Zkušenosti získané od provozovatele objektu	18

4.	Vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického auditu	19
4.1	Vyhodnocení účinnosti užití energie.....	19
4.1.1	Ve zdrojích energie – přiměřené opotřebení	19
4.1.2	V rozvodech tepla a chladu – přiměřené opotřebení	19
4.1.3	Ve významných spotřebičích energie – přiměřené opotřebení	19
4.2	Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov	19
4.3	Celková energetická bilance.....	19
4.4	Energetické hodnocení budovy	21
4.4.1	Tepelné ztráty budovy	21
4.4.2	Posouzení tepelně-technických vlastností konstrukcí budovy	22
4.4.3	Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla budovy	22
4.4.4	Model energetické potřeby budovy	23
4.4.5	Využití tepelných zisků	24
4.4.6	Výpočtová potřeba tepla na vytápění objektu	24
4.5	Vyhodnocení hospodaření s energiemi.....	25
4.6	Celkový potenciál energetických úspor	25
5.	Návrhy opatření ke zvýšení účinnosti užití energie.....	26
5.1	Opatření č.1	26
5.2	Opatření č.2	27
5.3	Opatření č.3	28
5.4	Neinvestiční opatření, drobná investiční opatření do 50 000Kč.....	28
5.5	Souhrn navržených opatření	29
6.	Varianty z návrhu jednotlivých opatření.....	30
6.1	Varianta č.1.....	30
6.2	Varianta č.2.....	32
7.	Ekonomické vyhodnocení navržených variant	35
7.1	Vstupní údaje.....	35
7.2	Výstupní údaje.....	36
7.3	Ukazatele ekonomické efektivity.....	37
8.	Ekologické vyhodnocení navržených variant	40
	Vyhodnocení zátěže životního prostředí po realizaci variant	40
	Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie	41
9.	Výběr optimální varianty	42
10.	Doporučení energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický audit	43

11 Evidenční list energetického auditu dle zák. č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů a přílohy č.1 vyhl. 480/2012 Sb.	45
12 Kopie dokladu o vydání oprávnění dle §10b zák. č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů	48

Přílohy:

- Příloha č. 1 - Protokol a energetický štítek obálky budov dle ČSN 73 0540-2:2011 pro doporučenou variantu
- Příloha č. 2 - Fotodokumentace

Výchozí podklady:

- Původní projektová dokumentace objektu z roku 1983 zpracovaného Jar. Šubrtem
- Fakturační doklady za dodávku elektřiny v období 03/2009 až 2011
- Fakturační doklady za dodávku tepla v období 2009 až 2011
- Energetický audit ZŠ Prokopa Velikého 633, Kolín – zpracovaného v říjnu 2008 Ing. Dagmar Richtrovou
- Zákony, normy, vyhlášky, předpisy, technická literatura

1. Titulní list

Název předmětu energetického auditu

**Snížení energetické náročnosti
ZŠ Prokopa Velikého, Kolín – pavilon U 2.2**

Datum vypracování energetického auditu

6.3.2013

Jméno a příjmení energetického specialisty

Ing. Pavlína Heřmanová

Číslo oprávnění

0587

Evidenční číslo energetického auditu z evidence o provedených činnostech energetických specialistů

060313058704

2. Identifikační údaje

2.1 Údaje o vlastníkově předmětu energetického auditu

Název a sídlo:	Město Kolín Karlovo náměstí 78 280 12 Kolín 1
Statutární orgán:	Mgr. et Bc. Vít Rakušan - starosta
Telefonní a faxové spojení:	321 720 911
E-mail:	posta@mukolin.cz
IČO:	00235440

2.2 Údaje o předmětu energetického auditu

Název:	ZŠ Prokopa Velikého – pavilon U 2.2
Umístění předmětu, adresa:	Prokopa Velikého 633 280 02, Kolín
Vlastník:	Město Kolín Karlovo náměstí 78 280 02, Kolín
Provozovatel:	ZŠ Prokopa Velikého Prokopa Velikého 633 280 02, Kolín
Jméno odpovědného zástupce:	Mgr. Irena Kaurová (ředitelka ZŠ) 48663620
Katastrální území:	Kolín 533165

2.3 Zadání energetického auditu

Zadání energetického auditu vychází z následujících podkladů:

- z požadavků zadavatele
- energetický audit budovy je zpracovaný podle vyhlášky č. 480/2012 Sb. o náležitostech energetického auditu. Budova je hodnocena dle norem ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13370 a ČSN 730540-2:2011.

2.4 Účel energetického auditu

Energetický audit je zpracován za účelem posouzení možností snížení energetických spotřeb předmětu energetického auditu, posouzení vytápěcího systému a spotřeby elektrické energie. Cílem navrhovaného řešení bude nalézt a doporučit takové řešení, které z hlediska provozovatele bude nejefektivnější a nejekonomičtější ve vztahu k dlouhodobým potřebám energií v budově v souladu se stávajícími, případně připravovanými zákony a závaznými předpisy v oblasti energetiky a životního prostředí.

Samotné zpracování energetického auditu, jeho výstupy a závěrečné doporučení proto budou předpokladem pro rozhodování zadavatele energetického auditu o případných investicích do energeticky úsporných opatření.

3. Popis stávajícího stavu předmětu energetického auditu

3.1 Údaje o předmětu energetického auditu

3.1.1 Popis předmětu energetického auditu

Základní škola Prokopa Velikého se skládá ze čtyř pavilonů – pavilon internátu, tělocvičny (hala BIOS), gymnastický pavilon (v něm se nachází i výměňiková stanice) a učebnicový pavilon s názvem U 2.2. Předmětem energetického auditu je pouze učebnicový pavilon U2.2.

Posuzovaný pavilon U2.2 má tři nadzemní patra a není podsklepen. V objektu jsou umístěny kmenové třídy pro II. stupeň včetně sociálního zázemí, kabinetů, místností pro zaměstnance a odborných učeben. Štíty pavilonu jsou orientovány severozápad – jihovýchod. Průčelí pavilonu jsou orientovány severovýchod – jihozápad.

Obvodový plášť je tvořen z plynosilikátových tvárnic. Štíty a parapety jsou z keramzitbetonu. V okenním pásu jsou mezi okny meziokenní vložky, které jsou tvořeny lehkou sendvičovou konstrukcí. Okna v učebnách a kabinetech jsou dřevěná zdvojená, na chodbách a schodišti jsou okna ocelová, zasklená jedním sklem. V severozápadním štítu byly vyměněny mezi okny konstrukce MIV. Jako nové byly použity lehké kompletizované dílce MIV. Vstupní dveře jsou převážně ocelové zasklené jedním sklem. Střešní konstrukce byla shledána jako jednoplášťová, zateplena tepelnou izolací z desek Polsid tl. 50 mm a plynosilikátových desek tl. 200 mm. Podlaha na terénu je zateplena tepelnou izolací tl. 50 mm. V roce 2012 došlo ke kompletní rekonstrukci sociálních zařízení v tomto pavilonu.

3.1.2 Charakteristika hlavních činností předmětu EA

Předmětem energetického auditu je učebnicový pavilon U2.2 ZŠ Prokopa Velikého v Kolíně, v objektu se nachází učebny s hygienickým zázemím. Objekt je třípodlažní, nepodsklepený.

3.1.2.1 Seznam budov v předmětu energetického auditu a jejich účel

Učebnicový pavilon U2.2 ZŠ Prokopa Velikého v Kolíně, viz. situace.

3.1.2.2 Výrobní technologie, energeticky významné technologie v předmětu EA

Nejedná se o výrobní objekt.

3.1.3 Situační plán

Předmětem energetického auditu je pavilon U 2.2 Základní školy Prokopa Velikého stojící na parcele st. 5803/1 a 5803/2 v katastrálním území Kolín 533165 v obci Kolín 668150. Dle informací z katastru nemovitostí se jedná o objekt občanské vybavenosti. Objekt je majetkem města Kolín.

Na následujících situacích je znázorněn celý areál základní školy s vyznačením řešené části učebnového pavilonu U2.2.



Obr. 1- Situace areálu ZŠ Prokopa Velikého (katastrální mapa)



Obr. 2- Situace areálu ZŠ Prokopa Velikého (letecký pohled)



Obr. 3 – fasáda posuzovaného objektu učebnového pavilonu U2.2

3.2 Údaje o energetických vstupech za předcházející 3 roky

Dostupná projektová dokumentace

Původní projektová dokumentace objektu z roku 1983 zpracovaného Jar. Šubrtem. Na místě byla provedena fotodokumentace objektu. Dále byl k dispozici energetický ZŠ Prokopa Velikého 633, Kolín – zpracovaného v říjnu 2008 Ing. Dagmar Richtrovou.

Fakturační měření:

- přehled spotřeb a plateb za elektrickou energii z roku 2010 a 2011
- přehled spotřeb a plateb za nákup tepla CZT z roku 2009, 2010, 2011

Provozní režim (směnnost, počet pracovních dnů v týdnu)

Základní škola – pavilon U 2.2

8:00 hod – 15:15 hod pondělí – pátek
Počet tříd – 18 + správa školy a sociální zařízení
Počet žáků – 262
Počet pedagogů – 45 (pro všechny budovy)
Počet provozních zaměstnanců - 13

Celý objekt je uzavřen 2 měsíc v době letních prázdnin a o podzimních, vánočních a jarních prázdninách.

Smluvní závazky mající vztah k energetickému hospodářství

Provozovatel objektu uzavřel smlouvu o dodávce elektrické energie s dodavatelem:
ČEZ Prodej, s.r.o.
Duhová 425/1
140 53 Praha

Provozovatel objektu uzavřel smlouvu o dodávce tepla s dodavatelem:

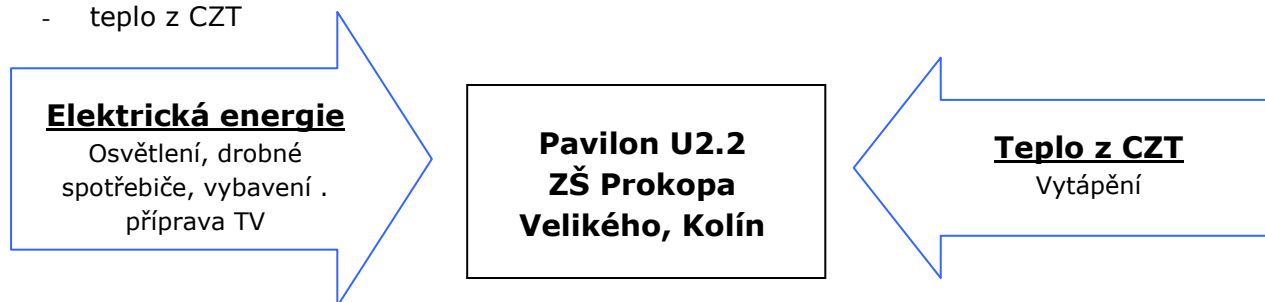
Dalkia Kolín a.s.
Tovární 21
280 63 Kolín V

Provozovatel objektu uzavřel smlouvu o dodávce pitné vody s dodavatelem:

Vodos s.r.o.
Legerova 21

Vstupní energie, které jsou fakturačně sledovány:

- elektrická energie
- teplo z CZT



Informativní tok uvažovaných energií v budově

3.2.1 Parametry primárních energetických vstupů

Elektrická energie

Elektrická energie je pro areál měřena dvěma elektroměry. Spotřeba probíhá ve vysokém tarifu s distribuční sazbou C02d Standard.

Teplo z CZT

Spotřeba tepla na vytápění je měřena ve výměňkové stanici. Teplo je do objektu dodáváno společností Dalkia Kolín a.s., která pro přípravu tepla spaluje hlavně hnědé uhlí.

Voda

Voda je dodávána do objektu z veřejné sítě. Spotřeba vody v areálu školy je měřena třemi vodoměry.

Objekt je konečným spotřebitelem elektrické energie, tepla a vody.

3.2.2 Soupis základních údajů o energetických vstupech

V následujících tabulkách je přehled energetických vstupů ve formě nakupovaných a dodávaných energií. Vzhledem k tomu, že fakturace spotřebovávaných energií je pro celý areál základní školy společná, jsou vždy nejprve uvedeny tabulky spotřeb pro celý areál a následně tabulky spotřeb řešeného učebnového pavilonu U2.2.

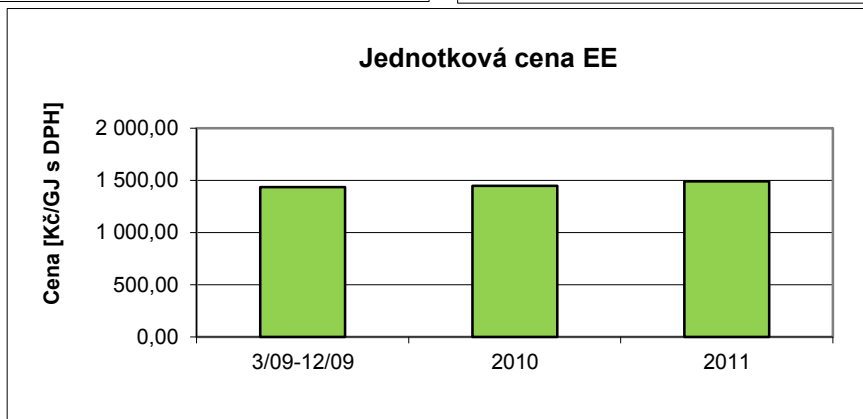
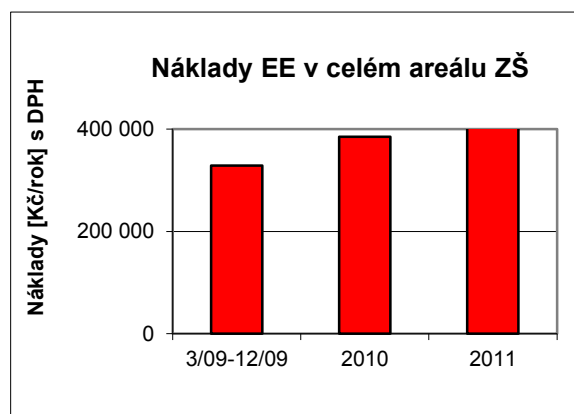
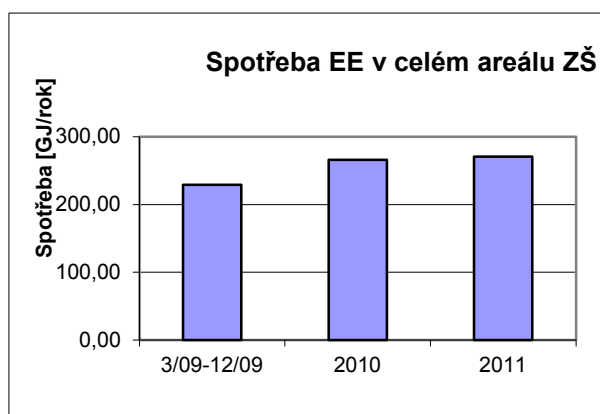
Spotřeba elektrické energie v areálu základní školy byla rozdělena pro jednotlivé pavilony odborným odhadem na základě zkušeností z obdobných objektů. Spotřeba tepla byla rozdělena dle ztrát v jednotlivých pavilonech, s přihlédnutím k rozdělení v původním energetickém auditu celého areálu.

Vstupy elektrické energie do celého areálu základní školy z faktur

	MWh	GJ	Kč s DPH	Kč/GJ s DPH
3/09-12/09	63,619	229,03	328 808,96	1 435,67
2010	73,883	265,98	385 069,66	1 447,75
2011	75,155	270,56	403 294,07	1 490,60
Průměr 2010-2011	74,52	268,27	399 881,19	1 490,60

Rozdělení vstupů elektrické energie pro pavilon U2.2 a ostatní pavilony ZŠ

	potřeba	cena za potř.	účinnost	spotřeba	cena za spotř.	ztráta	cena za ztrátu
	GJ/rok	Kč/rok		GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Ostatní pavilony	177,95	265 254,52	99,5%	178,85	266 587,46	0,89	1 332,94
Pavilon U2.2	88,98	132 627,26	99,5%	89,42	133 293,73	0,45	666,47
CELKEM	266,93	397 881,78	99,5%	268,27	399 881,19	1,34	1 999,41

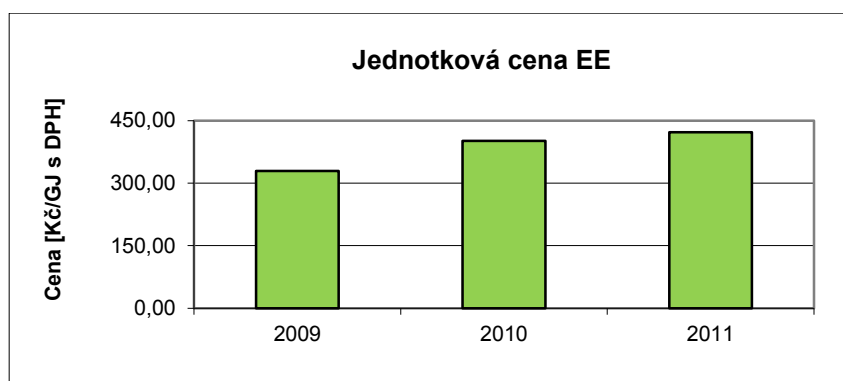
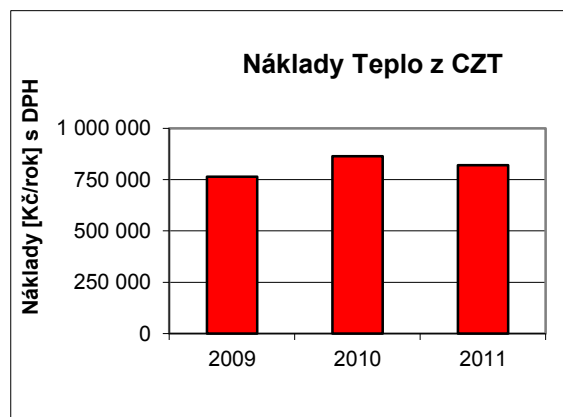
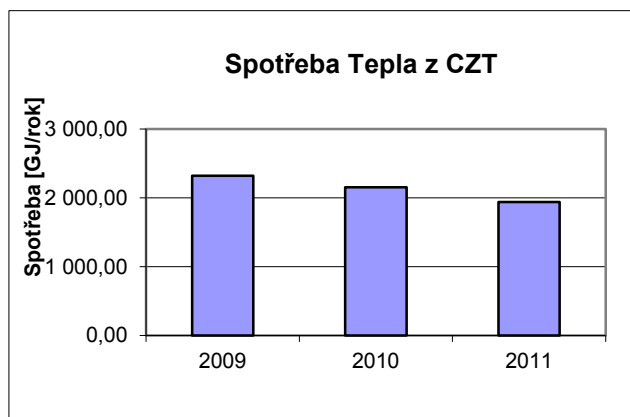


Vstupy tepla z CZT do celého areálu základní školy z faktur

	MWh	GJ	Kč s DPH	Kč/GJ s DPH
2009	644,319	2 319,55	763 936,62	329,35
2010	597,775	2 151,99	864 024,02	401,50
2011	538,875	1 939,95	819 434,89	422,40
Průměr	593,66	2 137,16	902 737,80	422,40

Rozdělení vstupů tepla z CZT pro pavilon U2.2 a ostatní pavilony ZŠ

	potřeba	cena za potř.	účinnost	spotřeba	cena za spotř.	ztráta	cena za ztrátu
	GJ/rok	Kč/rok		GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Pavilon U2.2	1010,57	426 863,10	83,7%	1 208,08	510 292,32	197,51	83 429,22
Ostatní pavilony	836,18	353 200,93	90,0%	929,08	392 445,48	92,91	39 244,55
CELKEM	1846,74	780 064,03	86,4%	2 137,16	902 737,80	290,42	122 673,77



Tabulky obsahují údaje v technických jednotkách a ročních peněžních nákladech. Pro další výpočty tohoto EA bude uvažována jednotková cena z posledního fakturačního období.

3.2.3 Soupis základních údajů o energetických vstupech

Níže uvedené tabulky představují přehled průměrných hodnot energetických vstupů z účetních dokladů.

Vstupy energií do celého areálu základní školy z fakturačních dokladů

Vstupy paliv a energií	jednotka	množství	výhřevnost [GJ/jednotku]	přepočtená na [GJ]	roční náklady v tis.Kč vč. DPH
el.energie	MWh	74,52	3,60	268,27	399,88
teplo	GJ			2 137,16	902,74
zemní plyn	tis.m3	0,00	34,05	0,00	0,00
hnědé uhlí	t			0	0
černé uhlí	t			0	0
koks	t			0	0
jiná pevná paliva	t			0	0
TTO	t			0	0
LTO	t			0	0
nafta	t			0	0
druhotná energie	GJ			0	0
obnovitelné zdroje	GJ (MWh)			0	0
jiná paliva	GJ			0	0
celkem vstupy paliv a energie				2 405,43	1 302,62
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
celkem spotřeba paliv a energií				2 405,43	1 302,62

Vstupy energií do posuzovaného učebnového pavilonu u2.2 z fakturačních dokladů

Vstupy paliv a energií	jednotka	množství	výhřevnost [GJ/jednotku]	přepoččet na [GJ]	roční náklady v tis.Kč vč. DPH
el.energie	MWh	24,84	3,60	89,42	133,29
teplo	GJ			1 208,08	510,29
zemní plyn	tis.m3	0,00	34,05	0	0
hnědé uhlí	t			0	0
černé uhlí	t			0	0
koks	t			0	0
jiná pevná paliva	t			0	0
TTO	t			0	0
LTO	t			0	0
nafta	t			0	0
druhotná energie	GJ			0	0
obnovitelné zdroje	GJ (MWh)			0	0
jiná paliva	GJ			0	0
celkem vstupy paliv a energie				1 297,50	643,59
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
celkem spotřeba paliv a energií				1 297,50	643,59

V předmětu EA se nenacházejí vlastní zdroje tepla pro vytápění.

3.3 Údaje o vlastních zdrojích energie

3.3.1 Základní údaje o vlastních energetických zdrojích

Vytápění objektu

Pavilon U 2.2, stejně jako celá základní škola, je zásobován tepelnou energií z výměníkové stanice (pára/voda), která je umístěna v areálu školy ve zvláštní budově a není součástí EA. Zdrojem tepla jsou dva stojaté nerezové výměníky tepla MAX 5.4 (od firmy ELTE s.r.o. Ústí nad Labem). Topný výkon výměníků se mění zaplavitím kondenzátem od 0% do 100%. Na odtoku kondenzátu z výměníku je osazen regulační ventil, který je řízen servopohonem.

Jde o uzavřenou teplovodní otopnou soustavu se spádem 90/70 °C s nuceným oběhem vody. Průtok je zajišťován oběhovým čerpadlem na zpátečce. Otopná soustava má dva okruhy, jeden je pro školu, druhý je pro tělocvičnu. Každý okruh má vlastní regulátor. Regulace je ekvitermní podle venkovní teploty s možností týdenního programu nastavení časového útlumu vytápění. Rozvody topné vody jsou z ocelových trubek opatřeny nátěry, izolací a vedeny z výměníkové stanice do objektu školy v neprůlezném kanálu. Izolace jsou původní a odpovídají době její instalace.

Příprava TUV

Příprava TV pro pavilon U 2.2 se provádí v elektrických zásobníkových ohřivačích a pomocí elektrických rychloohřivačů a akumulací. Spotřeba teplé vody byla stanovena odborným odhadem dle zkušeností získaných s podobným provozem.

Osvětlení a ostatní spotřebiče

Elektrina je používána pro vlastní spotřebu (ke svícení v učebnách i v souvisejících a technických prostorách apod.). Svítidla v prostorách určených k výuce jsou převážně zářivková. Ke svícení ve společných a komunikačních prostorách je vzhledem k charakteru použití využito také žárovkového osvětlení. Jedná se zde o osvětlení orientační bez vyšších nároků na intenzitu osvětlení. Osvětlení vlastních prostorů sloužících k výuce je řešeno přednostně jako přirozené s dostatečnou intenzitou světla.

3.3.2 Stávající obnovitelné zdroje energie

V objektu nejsou v současné době instalovány žádné obnovitelné zdroje energie.

3.4 Údaje o rozvodech energie v předmětu EA

3.4.1 Hlavní vnitřní rozvody tepla a chladu

Vnitřní rozvody teplé vody pro vytápění i pro TUV vykazují úměrné opotřebení.

3.4.2 Aktualizace schémat energ. rozvodů, zhodnocení stavu a vybavenost měřením, stanovení energetických toků v jednotlivých úsecích

Podrobněji viz. 3.3.1 Základní údaje o vlastních energetických zdrojích

3.5 Významné spotřebiče energie

Podrobněji viz. 3.3.1 Základní údaje o vlastních energetických zdrojích

3.6 Údaje tepelně technické vlastnosti

Obvodové svislé stěny celé budovy jsou vyzdívané z plynosilikátových tvárníc v tl. 400 mm. Stropní konstrukce jsou tvořeny stropními ŽB panely. Střecha je plochá.

Vlastnosti a jednotlivých konstrukcí jsou popsány v příloze č. 2 tohoto EA.

Geometrické parametry objektu		
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí na hranici vytápěného prostoru	m ²	2 936,4
Objem vytápěné části budovy (vnější rozměry)	m ³	9 352,3
Faktor tvaru budovy A / V	m ² /m ³	0,31

Rozdělení ochlazovaných konstrukcí objektu		
Vytápěná podlahová plocha objektu	m ²	2364,3
Celková plocha fasády	m ²	605,05
Celková plocha střechy	m ²	827,64
Celková plocha podlahy	m ²	827,64
Celková plocha oken a dveří	m ²	676,09

Bylo provedeno porovnání součinitelů prostupu tepla konstrukcí na systémové hranici budovy s požadovanými hodnotami normou ČSN 73 0540-2:2011, které jsou uvedeny v následujících tabulkách.

3.7 Údaje o systému managementu hospodaření s energií

Systém byl hodnocen dle ČSN EN ISO 50001 – Systém managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem na použití z ledna 2012.

3.8 Dopady na životní prostředí

Z lokálního pohledu má budova nepřímo negativní vliv na životní prostředí, protože obalové konstrukce budovy vyhovovaly v době výstavby a naprosto nevyhovují závazným požadavkům současně platné související legislativy.

3.9 Popis míry zanedbané údržby

Dle vlastního průzkumu objektu lze konstatovat, že údržba vnitřního zařízení je prováděna pravidelně. V posledních letech proběhlo několik rekonstrukcí vnitřního zařízení a interiérů objektu. Naposledy v roce 2012 rekonstrukce sociálních zařízení v celé budově.

Majitel objektu připravuje rekonstrukci objektu spočívající v zateplení fasád a plochých střech objektu.

3.10 Zkušenosti získané od provozovatele objektu

Dle informací provozovatele objektu je objekt vytápěn bez problémů, průměrná výpočtová teplota v objektu je 20 °C.

4. Vyhodnocení stávajícího stavu předmětu energetického auditu

4.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie

4.1.1 Ve zdrojích energie – přiměřené opotřebení

4.1.2 V rozvodech tepla a chladu – přiměřené opotřebení

4.1.3 Ve významných spotřebičích energie – přiměřené opotřebení

4.2 Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov

Název konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]			
	požadovaný	doporučený	vypočítaný	
Obvodové zdivo	0,30	0,25	1,37	NEVYHOVUJE
Střecha	0,30	0,20	0,51	NEVYHOVUJE
Podlaha na zemině	0,45	0,30	1,69	NEVYHOVUJE
Okna	1,50	1,20	2,40	NEVYHOVUJE
Dveře	1,70	1,20	2,40	NEVYHOVUJE

4.3 Celková energetická bilance

4.4.1. Výchozí energetická bilance

	potřeba	cena za potř.	účinnost	spotřeba	cena za spotř.	ztráta	cena za ztrátu
	GJ/rok	Kč/rok		GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Technologie a ostatní procesy	26,69	39 788,18	99,5%	26,83	39 988,12	0,13	199,94
Vytápění	1010,57	426 863,10	83,7%	1 208,08	510 292,32	197,51	83 429,22
Osvětlení	44,49	66 313,63	99,5%	44,71	66 646,86	0,22	333,23
Příprava TV	17,80	26 525,45	99,5%	17,88	26 658,75	0,09	133,29
CELKEM	1 099,54	559 490,36	84,7%	1 297,50	643 586,05	197,96	84 095,69

ř.	Ukazatel	GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)
1.	Vstupy paliv a energie	1 297,5	360,4	643,6
2.	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3.	Spotřeba paliv a energie (ř. 1+ř.2)	1 297,5	360,4	643,6
4.	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	1 297,5	360,4	643,6
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	198,0	55,0	84,1
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 010,57	280,7	426,9
8.	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
9.	Spotřeba energie na přípravu TUV (z ř.5)	17,8	4,9	26,5
10.	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
12.	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	44,5	12,4	66,3
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	26,7	7,4	39,8

4.4.2. Upravená energetická bilance

	potřeba	cena za potř.	účinnost	spotřeba	cena za spotř.	ztráta	cena za ztrátu
	GJ/rok	Kč/rok		GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Technologie a ostatní procesy	26,69	39 788,18	99,5%	26,83	39 988,12	0,13	199,94
Vytápění	1 071,20	452 474,89	83,7%	1 280,56	540 909,86	209,36	88 434,98
Osvětlení	44,49	66 313,63	99,5%	44,71	66 646,86	0,22	333,23
Příprava TV	17,80	26 525,45	99,5%	17,88	26 658,75	0,09	133,29
CELKEM	1 160,18	585 102,15	84,7%	1 369,99	674 203,59	209,81	89 101,44

ř.	Ukazatel	GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)
1.	Vstupy paliv a energie	1 370,0	380,6	674,2
2.	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3.	Spotřeba paliv a energie (ř. 1+ř.2)	1 370,0	380,6	674,2
4.	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	1 370,0	380,6	674,2
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	209,8	58,3	89,1
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 071,2	297,6	452,5
8.	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
9.	Spotřeba energie na přípravu TUV (z ř.5)	17,8	4,9	26,5
10.	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
12.	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	44,5	12,4	66,3
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	26,7	7,4	39,8

4.4 Energetické hodnocení budovy

Tepelně-technické výpočty byly provedeny podle ČSN 73 0540:2011 „Tepelná ochrana budov“. Energetické hodnocení objektu je zpracováno podle ČSN 73 0540:2011 a ČSN EN 12831 a ČSN EN ISO 13790.

4.4.1 Tepelné ztráty budovy

Výpočet tepelné ztráty je proveden pro:

Lokalita	Kolín
Nejnižší venkovní výpočtová teplota vzduchu	-13 °C
Střední teplota venkovního vzduchu v topném období t_{es}	5,9 °C
Počet dní v topném období	223
Průměrná vnitřní teplota	20 °C
Normální krajinná oblast, nechráněná poloha osaměle stojící budovy.	

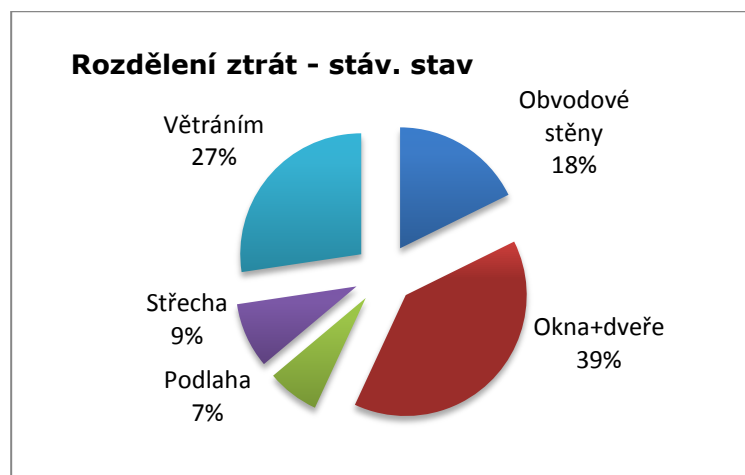
Měrná tepelná ztráta prostupem objektu je podle teoretického výpočtu (podle ČSN 73 0540-4:2011 v souladu s ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13370) **$H_T = 3\,471,31\text{ W/K}$** .

Celková tepelná ztráta objektu v hodnoceném období při uvažované venkovní návrhové teplotě byla **159,6 kW**.

Tepelné ztráty byly vypočteny podle ČSN EN 12831 v programu společnosti Protech s.r.o. Nový Bor. Procentuální podíl jednotlivých konstrukcí, infiltrace a větrání na celkových tepelných ztrátách budovy je vyčíslen v následující tabulce a znázorněn na uvedeném grafu.

Rozdělení tepelných ztrát budovy – stávající stav

Tepelné ztráty - stávající stav	H (W)	Proc. podíl (%)
Obvodové stěny	28 255	18%
Okna+dveře	62 561	39%
Podlaha	11 146	7%
Střecha	13 959	9%
Větráním	43 671	27%
CELKEM	159 592	100



Z rozdělení tepelných ztrát vyplývá, kde je možné hledat snížení potřeby tepla na vytápění objektu. Největší podíl na tepelných ztrátách stávajícího objektu má tepelná ztráta obvodovými stěnami 18 %, výplněmi otvorů 39 % a tepelná ztráta přirozeným větráním 27 %.

4.4.2 Posouzení tepelně-technických vlastností konstrukcí budovy

Stávající obalové konstrukce budovy mateřské školy nevyhovují současným požadavkům na jejich tepelně technické vlastnosti. Součinitele prostupu tepla těchto konstrukcí nesplňují požadavky normy ČSN 73 0540-2:2011.

4.4.3 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla budovy

Dále bylo provedeno hodnocení energetické náročnosti pomocí průměrného součinitele prostupu tepla budovy podle ČSN 73 0540-2:2011.

Podmínka, že objekt je vyhovující z hlediska energetické náročnosti, zní:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

U_{em} - vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla budovy $W/(m^2K)$

$U_{em,N,rq}$ - požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $W/(m^2K)$

Vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla celé budovy ve stávajícím stavu je v následující tabulce.

Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla stávajícího objektu (ČSN 73 0540-2:2011)		
H _t - měrná ztráta prostupem	3 471,31	W/K
U _{em} - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	1,18	W/(m ² K)
U _{em,N,20} - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	0,38	W/(m ² K)
Klasifikační ukazatel CI	2,36	Velmi ne hospodárná

Průměrný součinitel prostupu tepla vychází **vyšší než požadovaná hodnota referenční budovy** stanovená dle **ČSN 73 0540-2:2011**, hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy spadá do kategorie **F – Velmi ne hospodárná**. Z Energetického štítku obálky budovy pro stávající stav, který je součástí příloh, je zřejmé, které konstrukce se nejvíce podílejí na prostupu tepla a kde je možné hledat potenciál energetických úspor.

4.4.4 Model energetické potřeby budovy

Při výpočtu potřeby tepla na vytápění budovy se zpravidla zjišťuje roční potřeba energie v GJ za otopné období bilančním hodnocením na základě posouzení stavebních konstrukcí objektu. Metodika tohoto posouzení je dána vyhláškou 148/2007 Sb. a rovněž soustavou norem ČSN 060210, ČSN 730540, ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN EN 832, ČSN EN ISO 12831, ČSN EN ISO 13370 a ČSN EN ISO 13789.

Stanovení roční potřeby tepla na vytápění budovy bylo provedeno denostupňovou metodou, která vychází z tepelných ztrát objektu, klimatických podmínek místa stavby a zohledňuje provozní režim vytápění v objektu.

Roční potřeba tepla na vytápění v GJ/rok byla vypočtena ze vzorce:

$$E_{vyt} = 24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot d \cdot \frac{(t_{is} - t_{es})}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

- kde:
- E_{vyt} roční potřeba tepla na vytápění – tepelná ztráta (GJ/rok)
 - Q_c celková tepelná ztráta objektu (kW)
 - ε celkový opravný součinitel
ε = ε_i · ε_t · ε_d / (η_o · η_r)
 - ε_i koeficient vyjadřující vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot uvažovaných při výpočtu celkové tepelné ztráty objektu
 - ε_t koeficient vlivu režimu vytápění během dne resp. noci
 - ε_d zkrácení doby vytápění podle využití budovy během týdne
 - η_o účinnost rozvodu
 - η_r možnost regulace systému vytápění
 - d počet dnů otopného období
 - t_{is} průměrná vnitřní teplota v objektu
 - t_{es} průměrná venkovní teplota otopného období
 - t_e nejnižší výpočtová venkovní teplota

Z uvedeného vzorce pak vyplývá, v které části lze hledat potenciál:

- a) Q_c snížení tepelné ztráty obvodového pláště a střechy.
- b) ε ovlivněné použitou regulací (počasí, čas, vnitřní teplota, zónová regulace, individuální regulace, prováděním nočního útlumu, dodržení vnitřních teplot) a provozem vytápění dané budovy, ε je sestaven jako součin koeficientů.
- c) ostatní je závislé na klimatických podmínkách.

Hodnoty těchto činitelů popisujících režim vytápění v hodnoceném objektu uvádí následující tabulka:

Celkový opravný součinitel budovy

CELKOVÝ OPRAVNÝ SOUČINITEL	ε	0,81
vliv nesoučasnosti ztráty prostupem a infiltrací	e_i	0,85
vlivu režimu vytápění	e_t	0,95
Vliv zvýšení vnitřní teploty	e_d	1,00
možnost regulace systému vytápění	h_r	1,00

Klimatická data byla převzata z průměrných údajů meteorologických stanic ČHMÚ.

Potřeba tepla objektu vypočtená z energetického modelu

VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ BUDOVY		
Celková ztráta objektu	kW	159,6
Výpočtová venkovní teplota	°C	-13
Průměrná vnitřní teplota v objektu	°C	20
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	°C	4,4
Počet topných dnů	dny	226
Počet denostupňů	K.dny	4142,2
Celkový opravný součinitel	-	0,81
Potřeba tepla na vytápění budovy	GJ	1 071,2

4.4.5 Využití tepelných zisků

Vzhledem k přítomnosti termostatické regulace v objektu **jsou** ve výpočtu **uvažovány tepelné zisky**. Tepelné zisky E_{VZ} a E_{VS} z vnitřních zdrojů tepla a ze slunečního záření za otopné období se stanovují pro občanské a obytné budovy za podmínky, že je instalována dynamická regulace otopného systému.

4.4.6 Výpočtová potřeba tepla na vytápění objektu

V dalších výpočtech použita teoretická spotřeba tepla na vytápění objektu vypočtená z energetického modelu budovy **1 071,20 GJ/rok**.

4.5 Vyhodnocení hospodaření s energiemi

Rozborem lze tedy dojít k následujícím závěrům:

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nesplňuje požadavek normy ČSN 730540-2:2011. Budova byla vyhodnocena a zařazena do klasifikačního stupně **F – Velmi nevhodná**.

Dále bylo zjištěno:

- střešní konstrukce nesplňuje požadovaný U_p
- obvodové nezateplené stavební konstrukce objektu mají vysoký U_p
- podlahové nezateplené konstrukce objektu mají vysoký U_p
- dřevěná zdvojená okna mají vysoký U_p
- osvětlení objektu je realizováno převážně pomocí zářivek, v podřadnějších místnostech pomocí žárovek

4.6 Celkový potenciál energetických úspor

Potenciál úspor lze hledat ve změně osvětlovacích těles za tělesa s vyšší účinností a nízkým příkonem, při zachování požadovaného světelného toku a charakteristiky.

Potenciál úspor tepla je možné hledat především ve snížení tepelných ztrát budovy.

Potenciál energetických úspor pro jednotlivá opatření

Popis navrhovaných opatření	Potenciál energetických úspor (GJ/rok)
Zateplení fasády	282,5
Zateplení střechy	77,0
Výměna výplní otvorů	285,2

5. Návrhy opatření ke zvýšení účinnosti užití energie

Energetický audit při návrhu technických řešení vychází ze stávajícího stavu technologií a budovy, způsobu vytápění a ze znalostí v oblasti stavebnictví, výroby a distribuce tepla a elektrické energie.

Faktory ovlivňující spotřebu tepelné energie:

- Zvolený systém zateplení a tloušťka použitého izolantu
- Prostup tepla výplněmi otvorů - kvalita oken a ochlazovaných dveří
- Infiltrace spárami výplní - těsnění spár
- Poměr výplní otvorů a zdiva
- Způsob vytápění a ohřevu TV - volba zdroje tepla a topného média
- Regulace vytápění
- Existence zádveří
- Orientace výplní otvorů ke světovým stranám
- Využití vnitřních a vnějších zdrojů tepla – tepelné zisky
- Energetické chování uživatelů objektu

Výše uvedené faktory je vhodné posoudit v rámci "Energetického auditu". Energetický audit provádí návrh opatření, která přinesou co největší úspory při vynaložení co nejnižších investic.

5.1 Opatření č.1

Název: Zateplení fasády TI tl. 160mm, náhrada MIV za vyzdívkou s TI

Popis: Konstrukce – obvodové zdivo

Stávající obvodové zdivo z plynosilikátových tvárnic nesplňuje současné požadavky na součinitel prostupu tepla dané normou ČSN 73 0540-2:2011. Návrh opatření počítá s realizací certifikovaného kontaktní zateplovacího systému ETICS. Tloušťka dodatečné tepelné izolace je navržena 160mm, s max. součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,040$ (W/mK). Dále opatření zahrnuje vybourání stávajících meziokenních vložek a jejich nahrazení vyzdívkou tl. min. 150mm z pórobetonových tvárnic $\lambda_u=0,084$ (W/mK) se zateplením tepelnou izolací tl. 160mm, $\lambda=0,040$ (W/mK). Nová konstrukce bude takové skladby, jejíž maximální součinitel prostupu tepla bude dosahovat hodnoty $U = 0,20$ W/m²K. Takto navržená konstrukce splní hodnotu doporučenou normou ČSN 73 0540-2:2011.

Pro zajištění životnosti minimálně 30 let musí zateplovací systém splňovat kvalitativní kritéria certifikátu kvalitativní třídy A Cechu pro zateplování budov a evropskou technickou směrnici ETAG 004 :

- použitý izolant bude součástí certifikovaného systému zateplení s vlastnostmi dle tabulky níže
- skladbu a vlastnosti systému doloží dodavatel platným certifikátem a technickou dokumentací
- do oblasti soklu bude nad terénem použit soklový polystyren, pod terénem nenasákavá deska perimetr
- kotvení systému bude provedeno systémovými hmoždinkami s certifikací ETA, zapuštěnými do izolantu s víčkem (např. typ STR), počet hmoždinek bude stanoven projektantem dle ČSN 73 2902

- povrchová úprava bude tenkovrstvá omítka na bázi silikonu s vysokou odolností vůči vodě (hodnota nasákavosti $W_{024hod} < 0,005 \text{ kg/m}^2$) a zvýšenou ochranou proti řasám, plísním, a mechanickému namáhání (viz hodnoty pro základní vrstvu)

- v případě použití tmavých odstínů na fasádě (součinitel odrazu světla HBW nižší než 25) je nutné zvolit odpovídající technické řešení základní vrstvy bezcementovou stěrkou s vyztužením karbonovými vlákny, která je schopna přenést termické pnutí souvrství s tmavými omítkami.

Materiál tepelné izolace musí být v souladu s platnými požárně - bezpečnostními požadavky.

Jednotková cena pro hodnocení EA byla zvolena ve výši **1 815 Kč/m²** vč. DPH, skutečná plocha zateplovanych konstrukcí je **745,5 m²**.

Opatření č. 1		Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Celková spotřeba energie	GJ/rok	1370,0	1 087,50	282,48
	MWh/rok	380,55	302,08	78,47
Náklady na realizaci opatření	Kč	1 353 082,50 Kč		
Průměrné roční provozní náklady	tis. Kč	674,20	554,88	119,32
Prostá návratnost	roky	11,34		

5.2 Opatření č.2

Název: Zateplení střechy

Popis: Konstrukce – plochá střecha

Střešní konstrukce nesplňují současné tepelně technické požadavky dané normou ČSN 73 0540-2:2011.

Stávající plochá střecha bude opatřena tepelnou izolací **tloušťky 220 mm** se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,030 \text{ W/mK}$. Po provedení tohoto opatření bude součinitel prostupu tepla splňovat hodnotu požadovanou normou ČSN 73 0540-2.

Celková plocha střechy určená k zateplení je **827,6 m²**. Cena zateplení se pohybuje okolo **1400 Kč/m²** včetně DPH.

Opatření č. 2		Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Celková spotřeba energie	GJ/rok	1370,0	1 293,00	76,99
	MWh/rok	380,55	359,17	21,39
Náklady na realizaci opatření	Kč	1 158 640,00 Kč		
Průměrné roční provozní náklady	tis. Kč	674,20	641,68	32,52
Prostá návratnost	roky	35,63		

5.3 Opatření č.3

Název: Výměna výplní otvorů
Popis: Stávající dřevěná okna a dveře

Výplně otvorů (okna a dveře) nesplňují současné tepelně technické požadavky dané normou ČSN 73 0540-2:2011.

Stávající výplně by bylo vhodné vyměnit za nové výplně. Nově navržená okna musí splňovat minimálně součinitele prostupu tepla $U_{w,D}$ celého okna 0,8W/(m²K) – údaj výrobce pro referenční okno. Součinitel prostupu zasklení U_g bude nejvýše 0,5 W/(m²K). Po provedení tohoto opatření bude součinitel prostupu tepla splňovat hodnotu doporučenou normou ČSN 73 0540-2:2011. Meziokenní vložky jsou nahrazeny vyzdívkou doplněnou tepelným izolantem (viz. opatření č.1).

Celková plocha oken a dveří určená k výměně je **535,7 m²**. Měrná cena výměny oken včetně instalace je přibližně **6 655 Kč/m²** včetně DPH.

Opatření č. 3		Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Celková spotřeba energie	GJ/rok	1370,0	1 084,75	285,23
	MWh/rok	380,55	301,32	79,23
Náklady na realizaci opatření	Kč	3 565 083,50 Kč		
Průměrné roční provozní náklady	tis. Kč	674,20	553,72	120,48
Prostá návratnost	roky	29,59		

5.4 Neinvestiční opatření, drobná investiční opatření do 50 000Kč

Nízkonákladová opatření mají jen velmi nízké nebo žádné náklady na jejich realizaci. Většinu z nich lze realizovat v rámci standardních povinností nebo činností uživatelů prostor, správce domu, obsluhy technických zařízení a podobně.

Realizací některých opatření bezprostředně nevzniknou žádné úspory energií, avšak preventivně se zabrání případnému zvýšení v důsledku poruch, havárií, běžného opotřebení, nedůslednosti obsluhy apod. Vyčíslení nákladů a úspor daného opatření je proto provedeno pouze u středně a vysokonákladových opatření.

5.5 Souhrn navržených opatření

V následujících tabulkách je uvedeno přehledné shrnutí realizačních nákladů a předpokládaných úspor energie u jednotlivých opatření.

Souhrn navrhovaných opatření

Opatření	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory					
			Úspora energie		Měrné náklady	Návratnost T_s	Ostatní výdaje	celkem
			tis. Kč	GJ	tis. Kč	tis.Kč/GJ	let	tis. Kč
1	Zateplení fasády	1 353,08	282,5	119,32	4 789,94	11,3	0,0	1 353,08
2	Zateplení střechy	1 158,64	77,0	32,52	15 049,85	35,6	0,0	1 158,64
3	Výměna výplní otvorů	3 565,08	285,2	120,48	12 498,82	29,6	0,0	3 565,08

Z výše uvedených opatření jsou rozpracovány dvě varianty řešení pro provedení dalšího podrobného hodnocení. 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). V mezisoučtech nákladů po realizaci je v některých případech možná odchylka +/- 1 tis. Kč způsobená zaokrouhlováním.

Kombinací jednotlivých opatření nelze dosáhnout úspory rovnající se prostému aritmetickému součtu úspor jednotlivých opatření, protože se uplatňují ve vzájemné souvislosti – synergii. Je třeba vzít na zřetel, že např. po výměně oken dojde ke snížení spotřeby energie. Právě z této snížené hodnoty spotřeby lze získat další poměrnou úsporu tepla synergickým působením dalšího opatření.

6. Varianty z návrhu jednotlivých opatření

6.1 Varianta č.1

6.1.1 Popis navrhovaných opatření

Název: Kombinace opatření č. 1, č. 2 a č.3

Popis: Souhrn předcházejících opatření spočívající v komplexním zateplení objektu

Jedná se o tyto stavební úpravy:

- Zateplení fasády (opatření č. 1)
- Zateplení střechy (opatření č. 2)
- Výměna výplní otvorů (opatření č. 3)

Celková úspora energií: 179,08 MWh/rok

Celková úspora nákladů: 272,32 tis. Kč vč. DPH/rok

Seznam opatření ve variantě č. 1

Navržená úsporná opatření				Varianta:		I		
Opatření		Pořizovací výdaje	Roční úspory					
č.	Název opatření		Úspora energie	Úspora osob. výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem	
		tis. Kč/r	GJ/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	Kč/r
1	Zateplení fasády	1 353,08	282,48	119,32	0	0	0	272 323
2	Zateplení střechy	1 158,64	76,99	32,52	0	0	0	
3	Výměna výplní otvorů	3 565,08	285,23	120,48	0	0	0	
Varianta celkem		6 076,81	644,70	272,32	0	0	0	

Upravená energetická bilance pro variantu č. 1

	potřeba	cena za potř.	účinnost	spotřeba	cena za spotř.	ztráta	cena za ztrátu
	GJ/rok	Kč/rok		GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Technologie a ostatní procesy	26,69	39 788,18	99,5%	26,83	39 988,12	0,13	199,94
Vytápění	531,90	224 674,56	83,7%	635,86	268 586,59	103,96	43 912,03
Osvětlení	44,49	66 313,63	99,5%	44,71	66 646,86	0,22	333,23
Příprava TV	17,80	26 525,45	99,5%	17,88	26 658,75	0,09	133,29
CELKEM	620,88	357 301,82	85,6%	725,28	401 880,32	104,41	44 578,50

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)	GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)
1.	Vstupy paliv a energie	1 370,0	380,6	674,2	725,3	201,5	401,9
2.	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.	Spotřeba paliv a energie (ř. 1+ř.2)	1 370,0	380,6	674,2	725,3	201,5	401,9
4.	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	1 370,0	380,6	674,2	725,3	201,5	401,9
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	209,8	58,3	89,1	104,4	29,0	44,6
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 071,2	297,6	452,5	531,9	147,8	224,7
8.	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9.	Spotřeba energie na přípravu TUV (z ř.5)	17,8	4,9	26,5	17,8	4,9	26,5
10.	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	44,5	12,4	66,3	44,5	12,4	66,3
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	26,7	7,4	39,8	26,7	7,4	39,8

Po realizaci varianty č. 1 bude **klasifikační koeficient CI roven 0,73** a budova bude klasifikována jako **úsporná**. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} bude nižší než doporučená hodnota normou ČSN 73 0540-2:2011.

Změna energetické náročnosti po variantě č. 1

Varianta	$U_{em,N,20}$	U_{em}	Q_c	Klasifikační ukazatel CI
	W/m ² .K	W/m ² .K	kW	
Stávající stav	0,50	1,18	159,6	2,36
Varianta 1		0,37	79,2	0,73

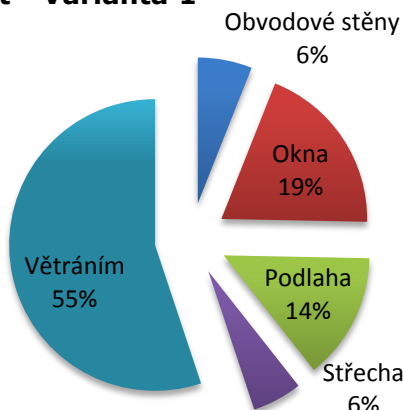
$U_{em,N,rq}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)

U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla (vypočtený)

Po realizaci varianty č. 1 bude tepelná ztráta budovy 79,2 kW. Rozdělení tepelných ztrát objektu ukazuje následující tabulka a graf.

Rozdělení tepelných ztrát po realizaci varianty č. 1

Tepelné ztráty	stáv. stav	Varianta 1
	H (W)	
Obvodové stěny	28 255	4 767
Okna	62 561	15 288
Podlaha	11 146	11 146
Střecha	13 959	4 367
Větráním	43 671	43 671
CELKEM	159 592	79 239

Rozdělení ztrát - Varianta 1

6.2 Varianta č.2
6.2.1 Popis navrhovaných opatření
Název: Opatření č. 1 a 3
Popis: Výměna výplní otvorů a zateplení fasád

Jedná se o tyto stavební úpravy:

- Výměna výplní otvorů (opatření č. 3)
- Zateplení fasád (opatření č. 1)

Celková úspora energií: 157,7 MWh/rok
Celková úspora nákladů: 239,8 tis. Kč vč. DPH/rok
Seznam opatření ve variantě č. 2

Navržená úsporná opatření					Varianta:	II		
Opatření		Pořizovací výdaje	Roční úspory				Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
č.	Název opatření		Úspora energie	Úspora osob. výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora celkem		
		tis. Kč/r	GJ/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	Kč/r
1	Zateplení fasády	1 353,08	282,48	119,32	0	0	0	239 804
3	Výměna výplní otvorů	3 565,08	285,23	120,48	0	0	0	
Varianta celkem		6 076,81	567,72	239,80	0	0	0	

Upravená energetická bilance pro variantu č. 2

Nákup EE	potřeba	cena za potř.	účinnost	spotřeba	cena za spotř.	ztráta	cena za ztrátu
	GJ/rok	Kč/rok		GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
EE	26,69	39 788,18	99,5%	26,83	39 988,12	0,13	199,94
ZP	596,20	251 834,88	83,7%	712,73	301 055,32	116,53	49 220,44
vytápění	44,49	66 313,63	99,5%	44,71	66 646,86	0,22	333,23
CELKEM	17,80	26 525,45	99,5%	17,88	26 658,75	0,09	133,29

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)	GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)
1.	Vstupy paliv a energie	1 370,0	380,6	674,2	802,1	222,8	434,3
2.	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.	Spotřeba paliv a energie (ř. 1+ř.2)	1 370,0	380,6	674,2	802,1	222,8	434,3
4.	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	1 370,0	380,6	674,2	802,1	222,8	434,3
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	209,8	58,3	89,1	117,0	32,5	49,9
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 071,2	297,6	452,5	596,2	165,6	251,8
8.	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9.	Spotřeba energie na přípravu TUV (z ř.5)	17,8	4,9	26,5	17,8	4,9	26,5
10.	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	44,5	12,4	66,3	44,5	12,4	66,3
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	26,7	7,4	39,8	26,7	7,4	39,8

Po realizaci varianty č. 2 bude **klasifikační koeficient CI roven 0,93** a budova bude klasifikována jako **vyhovující**. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} bude vyšší než doporučená hodnota normou ČSN 73 0540-2:2011.

Změna energetické náročnosti po variantě č. 2

Varianta	$U_{em,N,20}$	U_{em}	Q_c	Klasifikační ukazatel CI
	W/m ² .K	W/m ² .K	kW	
Stávající stav	0,50	1,18	159,6	2,36
Varianta 2		0,47	88,8	0,93

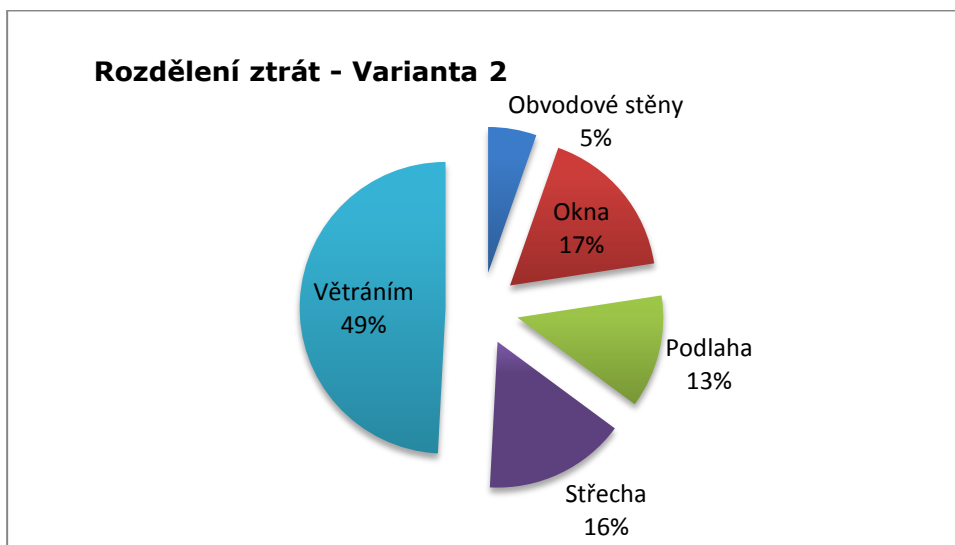
$U_{em,N,rq}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)

U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla (vypočtený)

Po realizaci varianty č. 2 bude tepelná ztráta budovy 88,8 kW. Rozdělení tepelných ztrát objektu ukazuje následující tabulka a graf.

Rozdělení tepelných ztrát po realizaci varianty č. 2

Tepelné ztráty	stáv. stav	Varianta 2
	H (W)	
Obvodové stěny	28 255	4 767
Okna	62 561	15 288
Podlaha	11 146	11 146
Střecha	13 959	13 959
Větráním	43 671	43 671
CELKEM	159 592	88 831



7. Ekonomické vyhodnocení navržených variant

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.

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 energetických bilancích jednotlivých variant.

7.1 Vstupní údaje

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 1 %.

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. Ve výpočtu je zahrnut meziroční vzrůst ceny energií o 3 %.

7.2 Výstupní údaje

Prostá doba návratnosti investice

Prostá návratnost investic je pomocným kritériem pro investiční rozhodování. Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz (ocenění toků hotovosti prostřednictvím diskontní míry), proto je její vypovídací schopnost omezená a slouží jen jako orientační kritérium. Kritérium určuje, za jak dlouho pokryjí příjmy z projektu jeho investiční náklady.

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

kde: IN Investiční výdaje projektu

CF Roční přínosy projektu (cash-flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

Reálná doba návratnosti investice

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 vypovídací schopností jako NPV. Obecně lze diskontovanou dobu návratnosti stanovit z podmínky $NPV = 0$.

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

kde: T_{sd} reálná doba návratnosti

R diskont

T hodnocené období (1 až 20 let)

Čistá současná hodnota

Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toků hotovosti. Toky hotovosti (Cash Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují veškeré hodnotové změny během života projektu. Pro hodnocení toků 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 příjmy vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají (kumulují) a představují skutečný hodnotový stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo v tomto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy.

Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje zkratkou NPV (Net Present Value) a slouží jako důležité kritérium pro posuzování a porovnávání projektů.

Vhodnost použití čisté současné hodnoty je dána především tím, že zohledňuje vliv času po celou dobu hodnocení, zahrnuje změnu hodnotových vstupů i výstupů realizace opatření a může zohledňovat způsob financování. Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření nelze za daných podmínek realizovat.

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

Vnitřní výnosové procento

Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

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

Cash Flow

Tok hotovosti (Cash Flow) v daném roce se pro opatření navržená a hodnocená v rámci energetického auditu stanovuje takto:

$$\text{Cash Flow (CF)} = \text{Úspory (U)} - \text{Investiční náklady (IN)}$$

Úspory (U) – reprezentují změnu provozních nákladů vyvolaných realizací opatření a stanoví se jako rozdíl provozních nákladů před realizací a po realizaci opatření

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

7.3 Ukazatele ekonomické efektivity

Hodnocení ekonomické efektivity je provedeno pomocí více ukazatelů. Nejvýznamnější je ukazatel čistá současná hodnota (NPV), který v praxi ukazuje vždy na nejlepší variantu z posuzovaných alternativ. Základním pravidlem ukazatele NPV je, že nejlepší varianta je taková, která má nejvyšší hodnotu NPV. Zároveň platí, že všechny varianty, které mají NPV větší než nula, jsou ekonomicky efektivní.

Ostatní ukazatele jsou: vnitřní výnosové procento (IRR), prostá doba návratnosti (Ts) a reálná doba návratnosti (Tsd).

Upozornění zpracovatele energetického auditu:

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).

Ekonomické vyhodnocení:

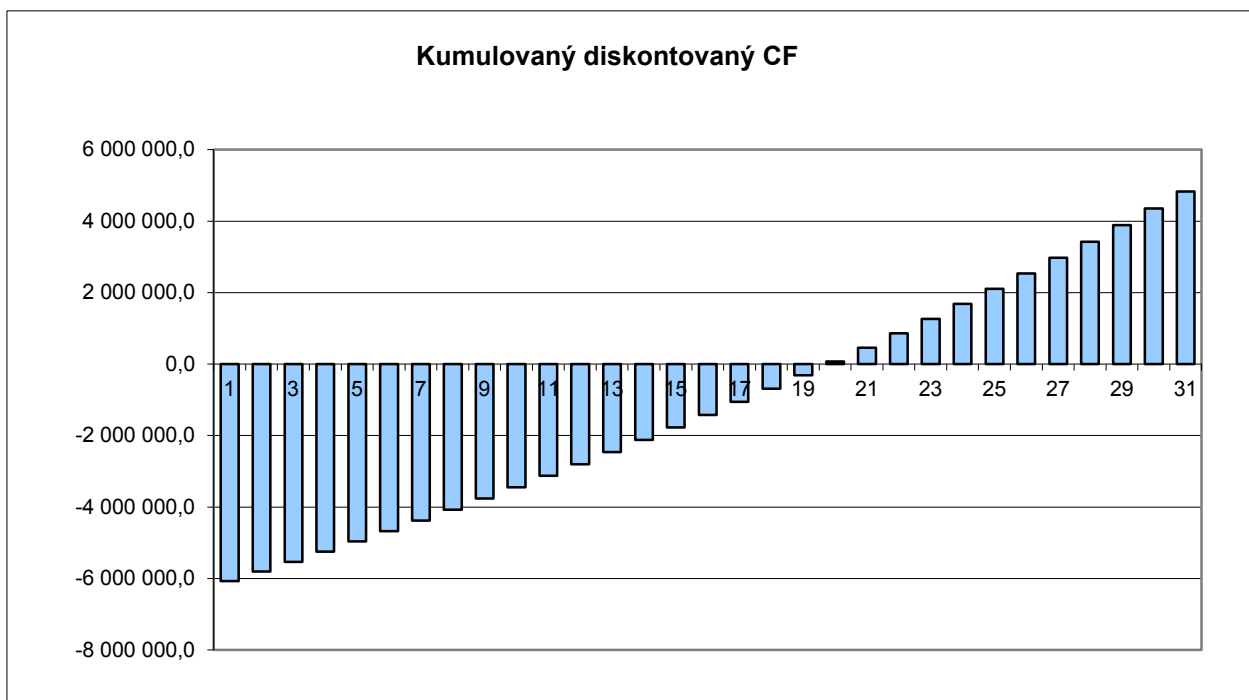
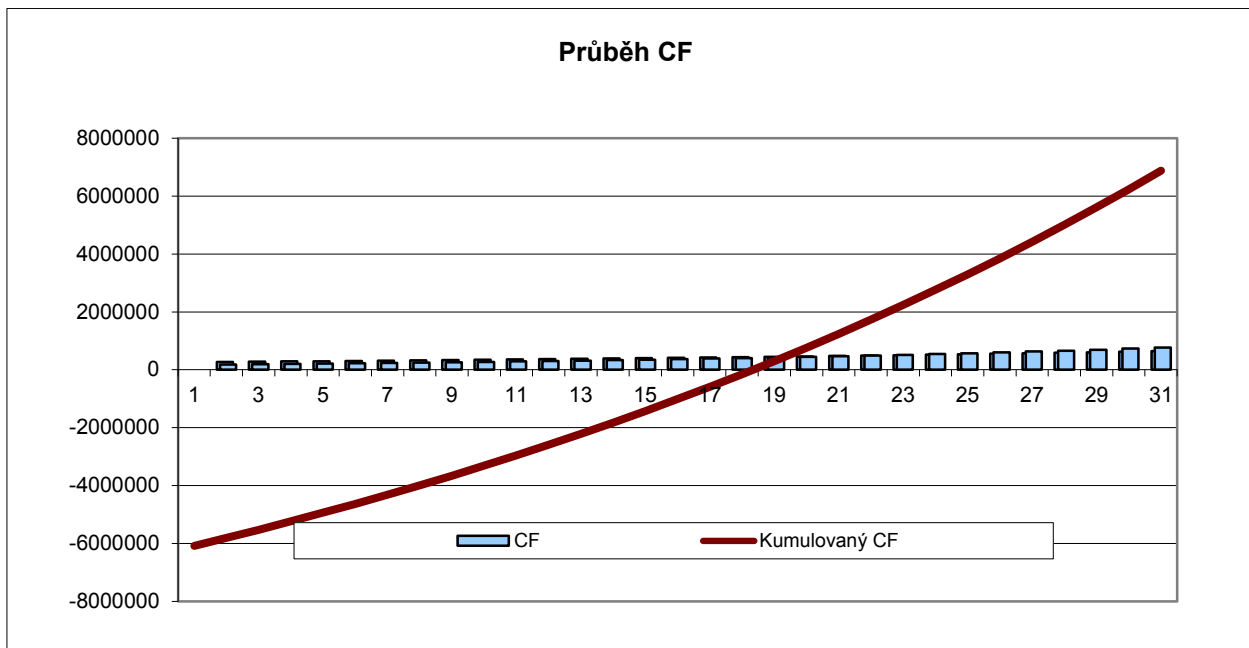
Ekonomické hodnocení projektu	Varianta 1	Varianta 2
Údaje	tis. Kč	tis. Kč
Investiční výdaje projektu	6 076,81	4 918,17
Změna nákladů na energie (-snížení,+zvýšení)	0,03	0,03
Změna ostatních provozních nákladů (-snížení,+zvýšení)	-	-
Změna tržeb (za teplo, el., využití odpady), (-snížení,+zvýšení)	-	-
Přínosy projektu celkem	272,32	239,85
Doba hodnocení	30 roků	30 roků
Diskont	1	1
Prostá doba návratnosti - Ts	17	16
Reálná doba návratnosti - Tsd	18	17
Čistá současná hodnota - NPV	4 827,6	4 686,1
Vnitřní výnosové procento - IRR	4,87%	5,51%
Daň z příjmu (včetně sazby a dopadů na úspory)	20%	20%
Další údaje	-	-

Ve výpočtech bylo uvažováno:

- diskontní sazba 1 %
- meziroční růst cen energií o 3 %
- hodnocení je provedeno s DPH
- ceny energií jsou z roku 2012

Z ekonomického hlediska lze doporučit variantu č. 1, která má vyšší čistou současnou hodnotu.

Následující grafy znázorňují průběh hotovostních toků doporučené varianty č. 1.



8. Ekologické vyhodnocení navržených variant

Vyhodnocení zátěže životního prostředí po realizaci variant

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí je provedeno v souladu s nařízením vlády č. 146/2007 Sb. MŽP, vyhláškou č. 425/2004 Sb. MPO a vyhl. 480/2012 Sb., kterými se stanovují emisní limity a další podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování a ochrany ovzduší. Vzhledem k povaze předmětu tohoto auditu jsou hodnoty znečištění zjištěny výpočtem a emisní faktory jsou použity z těchto vyhlášek.

V níže uvedené tabulce je kvantifikováno snížení zátěže životního prostředí vyplývající z jednotlivých opatření a variant a porovnání se stávajícím stavem. Provádí se vyhodnocení pro požadované znečišťující látky a to:

SO₂, CO, CO₂, NO_x, C_xH_y, tuhé látky

Emise vzniklé při spotřebě elektrické energie jsou počítány z parametrů systémové hnědouhelné elektrárny.

Způsob ekologického vyhodnocení je proveden metodou globálního hodnocení. Toto hodnocení je prováděno na bázi celospolečenského pohledu. Při změně dodávek energie, která je vyráběna na jiném místě jsou do výpočtu zahrnuty emisní faktory vycházející z průměrných údajů o produkovaných znečišťujících látkách.

Pro výpočet produkce emisí z odebíraného tepla byla spotřeba na patě objektu navýšena o 15%, v nichž je zahrnuta ztráta v rozvodech teplárny a účinnost výroby tepla z hnědého uhlí v teplárně.

Globální hodnocení znečišťujících látek

Varianta 1

Znečišťující látka	Výchozí stav (t/rok)	Stav po realizaci (t/rok)	Rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	20,6855	10,2725	10,4130
SO ₂	2,5562	1,2913	1,2649
Nox	0,3762	0,2055	0,1707
CO	0,0600	0,0316	0,0285
C _x H _y	0,0186	0,0106	0,0080
CO ₂	176,3272	102,1861	74,1410

Varianta 2

Znečišťující látka	Výchozí stav (t/rok)	Stav po realizaci (t/rok)	Rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	20,6855	11,5140	9,1715
SO ₂	2,5562	1,4421	1,1141
NO _x	0,3762	0,2259	0,1503
CO	0,0600	0,0350	0,0251
C _x H _y	0,0186	0,0116	0,0070
CO ₂	176,3272	111,0259	65,3013

Pro výpočet byly použity všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého

Hnědé uhlí	0,36t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí	0,33t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
TTO	0,27t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
LTO	0,26t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn	0,20t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Biomasa	0t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Elektřina	1,17t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva

Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek byl stanoven pomocí hodnot emisních faktorů dle zák. č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší v platném znění.

Z hlediska vlivu na životní prostředí jsou vyšší úspory u varianty č. 1.

Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie

Posouzení technické, ekologické a ekonomické proveditelnosti alternativních systémů vytápění podle odst. 4, § 6a, zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů:

Větrná energie: Předmět EA se nenachází ve větrné oblasti a navíc je umístěn v obytné zástavbě, hluk rotorů větrných elektráren by zatěžoval okolí. Proto není využití větrné energie v energetickém auditu posuzováno.

Energie vody: V blízkosti objektu se nenachází vodní tok s odpovídajícími parametry, využití energie tekoucí vody není reálné a není proto posuzováno.

Energie z biomasy: Instalace zdroje na biomasu nebyla v EA posuzována. V objektu nejsou prostory pro skladování tohoto paliva a v okolí se navíc nevyskytují dodavatelé tohoto paliva.

Solární energie: S ohledem na provoz objektu a jeho spotřebě teplé vody nebyla v EA doporučena instalace systému přípravy TV solárními termickými kolektory.

Tepelné čerpadlo: Vzhledem k tomu, že objekt se nachází v klimatické oblasti s nízkou venkovní návrhovou teplotou a tuhými zimami, nebyla v EA doporučena instalace tepelných čerpadel.

Kogenerace: Charakter provozu není vhodný pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Takový zdroj by rovněž znamenal zvýšení hlukového zatížení samotného objektu i jeho okolí.

9. Výběr optimální varianty

Jako optimální byla vybrána Varianta č.1.

Výběr optimální varianty byl proveden na základě výsledků ekonomického vyhodnocení v tis. Kč/rok s ohledem na velikost úspory energie v MWh/rok a ekologického vyhodnocení.

Zároveň budou splněny kritéria dotačních programů.

10. Doporučení energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický audit

10.1 Popis optimální varianty

Název: Kombinace opatření č. 1, č. 2 a č. 3

Popis: Souhrn předcházejících opatření spočívající v zateplení objektu

Jedná se o tyto stavební úpravy:

- Zateplení fasády (opatření č. 1)
- Zateplení střechy (opatření č. 2)
- Výměna výplní otvorů (opatření č. 3)

10.2 Roční úspory energie v MWh/rok po realizaci úsporných opatření

179,08 MWh/r

10.3 Náklady v tis. Kč na realizaci optimální varianty

6 076,8 tis. Kč vč. DPH

10.4 Průměrné roční provozní náklady v tis. Kč/rok

401,9 tis. Kč/r vč. DPH

10.5 Upravená energetická bilance pro optimální variantu

ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)	GJ/r	MWh/r	tis.Kč/r (s DPH)
1.	Vstupy paliv a energie	1 370,0	380,6	674,2	725,3	201,5	401,9
2.	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.	Spotřeba paliv a energie (ř. 1+ř.2)	1 370,0	380,6	674,2	725,3	201,5	401,9
4.	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	1 370,0	380,6	674,2	725,3	201,5	401,9
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	209,8	58,3	89,1	104,4	29,0	44,6
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 071,2	297,6	452,5	531,9	147,8	224,7
8.	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9.	Spotřeba energie na přípravu TUV (z ř.5)	17,8	4,9	26,5	17,8	4,9	26,5
10.	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	44,5	12,4	66,3	44,5	12,4	66,3
13.	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	26,7	7,4	39,8	26,7	7,4	39,8

10.6 Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu

Údaje	VARIANTA 1 tis. Kč
Investiční výdaje projektu	6 076,81
Změna nákladů na energie (-snížení,+zvýšení)	0,03
Změna ostatních provozních nákladů (-snížení,+zvýšení)	-
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	
Změna ostatních provozních nákladů	
Změna nákladů na emise a odpady	
Změna tržeb (za teplo, el., využití odpady), (-snížení,+zvýšení)	-
Přínosy projektu celkem	272,323
Doba hodnocení	30 roků
Roční růst cen energie	3%
Diskont	1%
Prostá doba návratnosti - Ts	17
Reálná doba návratnosti - Tsd	18
Čistá současná hodnota - NPV	4 827,6
Vnitřní výnosové procento - IRR	4,87

10.7 Popis okrajových podmínek pro optimální variantu

Úspory energií jednotlivých opatření a variant v tomto energetickém auditu jsou definovány okrajovými podmínkami, tzn. dodržáním stanovených postupů a technologických předpisů, použití materiálů shodných se stejnými parametry jaké byly uvažovány při výpočtu, zachování stávajících stavebních a technických dispozic a současného příkonu všech energetických zařízení se stávající dobou provozu a využitím budov. Ekonomické výpočty vychází z platných ekonomických parametrů a reálných cen materiálu, práce a energie v době zpracování EA.

V průběhu práce na projektové dokumentaci a při samotné realizaci jednotlivých opatření je nutno řešit problematická místa, detaily v konstrukci, současný a budoucí provoz objektu. Kvalita předepsaných opatření bude záviset na úrovni a stupni preciznosti zpracované projektové dokumentace, technických a technologických možnostech dodavatele. V případě vzniku problémů ve fázi projektu nebo realizace, je nutno veškerá nestandardní řešení v detailech jednotlivých opatření konzultovat se zpracovatelem energetického auditu.

Datum zpracování energetického auditu: 6.3.2013

11 Evidenční list energetického auditu dle zák. č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů a přílohy č.1 vyhl. 480/2012 Sb.

Evidenční číslo 060313058704

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA			
Město Kolín			
2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Karlovo náměstí	78		
d) obec	e) PSČ	f) email	g) telefon
Kolín I	280 12	posta@mukolinl.cz	321 748 111
3. Identifikační číslo			
00235440			
4. Údaje o statutárním orgánu			
a) jméno	b) kontakt		
Mgr. et Bc. Vít Rakušan - starosta	321 748 111		
5. Předmět energetického auditu			
a) název			
Pavilon U2.2 Základní školy Prokopa Velikého v Kolíně			
b) adresa			
Prokopa Velikého 633, 280 12 Kolín IV.			
c) popis předmětu EA			
<p>Základní škola Prokopa Velikého se skládá ze čtyř pavilonů – pavilon internátu, tělocvičny (hala BIOS), gymnastický pavilon (v něm se nachází i výměňiková stanice) a učebnicový pavilon s názvem U 2.2. Předmětem energetického auditu je pouze učebnicový pavilon U2.2.</p> <p>Posuzovaný pavilon U2.2 má tři nadzemní patra a není podsklepen. V objektu jsou umístěny kmenové třídy pro II. stupeň včetně sociálního zázemí, kabinetů, místností pro zaměstnance a odborných učeben. Štítý pavilonu jsou orientovány severozápad – jihovýchod. Průčelí pavilónu jsou orientovány severovýchod – jihozápad.</p> <p>Obvodový plášť je tvořen z plynosilikátových tvárníc. Štítý a parapety jsou z keramzitbetonu. V okenním pásu jsou mezi okny meziokenní vložky, které jsou tvořeny lehkou sendvičovou konstrukcí. Okna v učebnách a kabinetech jsou dřevěná zdvojená, na chodbách a schodišti jsou okna ocelová, zasklená jedním sklem. V severozápadním štítu byly vyměněny mezi okny konstrukce MIV. Jako nové byly použity lehké kompletizované dílce MIV. Vstupní dveře jsou převážně ocelové zasklené jedním sklem. Střešní konstrukce byla shledána jako jednoplášťová, zateplena tepelnou izolací z desek Polsid tl. 50 mm a plynosilikátových desek tl. 200 mm. Podlaha na terénu je zateplena tepelnou izolací tl. 50 mm. V roce 2012 došlo ke kompletní rekonstrukci sociálních zařízení v tomto pavilonu.</p>			

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností			
Budova učeben základní školy.			
2. Vlastní zdroje energie			
a) zdroje tepla		b) zdroje elektřiny	
počet	-	počet	-
instalovaný výkon	-	instalovaný výkon	-
roční výroba	-	roční výroba	-
roční spotřeba paliva	-	roční spotřeba paliva	-
	ks		ks
	MW		MW
	MWh		MWh
	GJ/r		GJ/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
počet	-	ks	druh		-
instal. výkon elektrický	-	MW	druh		-
instal. výkon tepelný	-	MW	DEZ		-
roční výroba elektřiny	-	MWh	fosilní zdroje		-
roční výroba tepla	-	MWh			
roční spotřeba paliva	-	GJ/r			

3. Spotřeba energie					
Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Vytápění	-	MW	355,7	MWh/r	teplo
Chlazení	-	MW	-	MWh/r	-
Větrání	-	MW	-	MWh/r	-
Úprava vlhkosti	-	MW	-	-	-
Příprava TV	-	MW	4,9	MWh/r	EE
Osvětlení	-	MW	12,4	MWh/r	EE
Technologie	-	MW	7,5	MWh/r	EE
Celkem	-	MW	380,55	MWh/r	-

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

VARIANTA č. 1

Název: Kombinace opatření č. 1 a č. 2 a č. 3

Popis: Souhrn opatření spočívající v zateplení objektu

Jedná se o tyto stavební úpravy:

- Zateplení fasády (opatření č. 1)
- Zateplení střechy (opatření č. 2)
- Výměna výplní otvorů (opatření č. 3)

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	380,6	MWh/r	201,5	MWh/r	179,08	MWh/r
Náklady	674,2	tis. Kč/r	401,9	tis. Kč/r	272,32	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	355,7	MWh/r	176,6	MWh/r	179,08	MWh/r
Chlazení	-	MWh/r	-	MWh/r	0	MWh/r
Větrání	-	MWh/r	-	MWh/r	0	MWh/r
Úprava vlhkosti	-	MWh/r	-	MWh/r	0	MWh/r
Příprava TV	4,9	MWh/r	4,9	MWh/r	0	MWh/r
Osvětlení	12,4	MWh/r	12,4	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	7,5	MWh/r	7,5	MWh/r	0	MWh/r
Celkem	380,5	MWh/r	201,5	MWh/r	179,08	MWh/r

3. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	30	roků	diskotní míra	1	%
reálná doba návratnosti	18	roků	investiční náklady	6 076,81	tis. Kč
prostá doba návratnosti	17	roků	cash flow	272,32	tis. Kč/r
IRR	4,87	%	NPV	4 827,6	tis. Kč
rok realizace	2013				

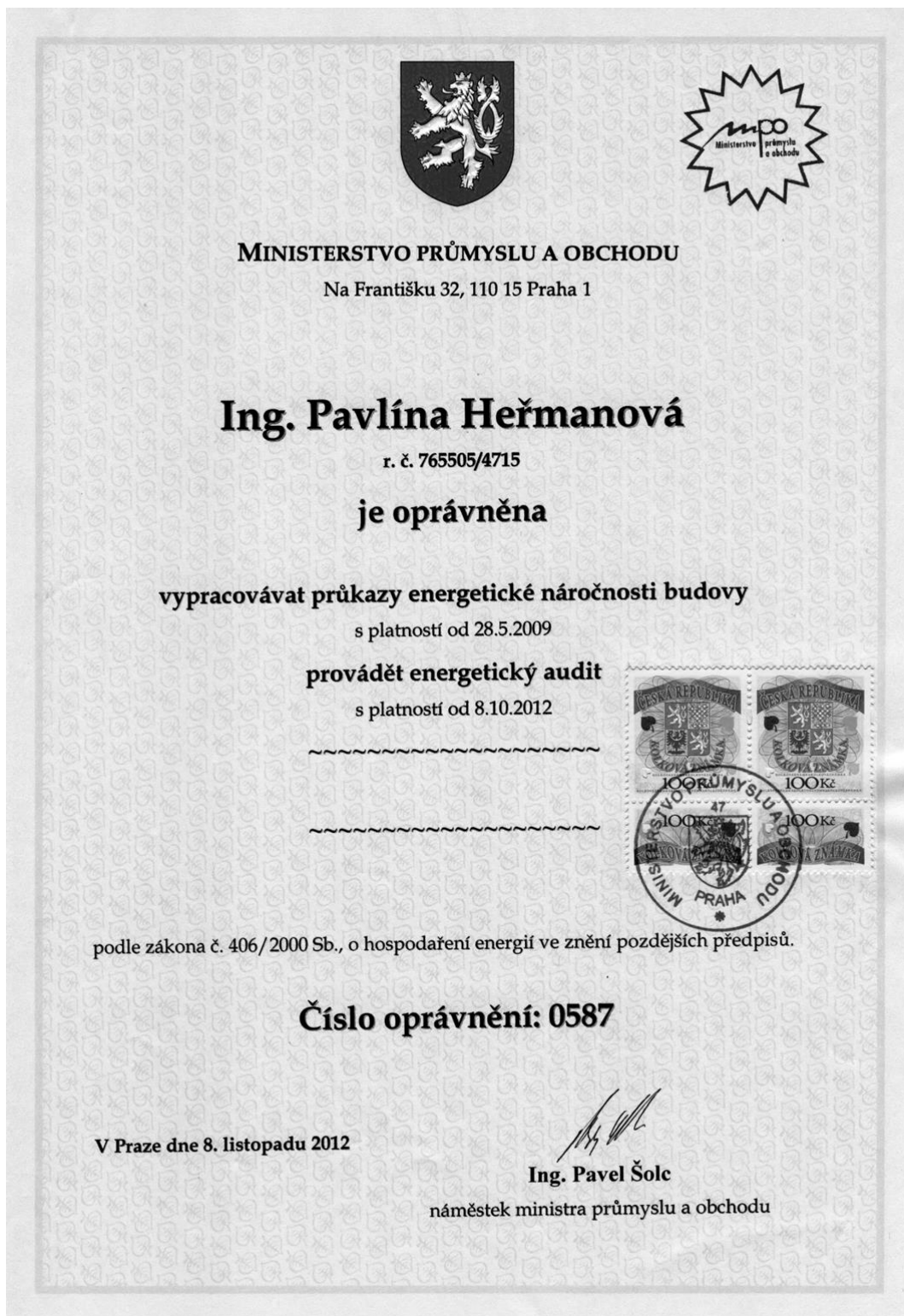
4. Ekologické hodnocení



Znečišťující látka	Stávající stav		Navrhovaný stav		Efekt	
	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně
Tuhé látky	-t/r	20,6855	-t/r	10,2725	-t/r	10,413
SO ₂	-t/r	2,5562	-t/r	1,2913	-t/r	1,2649
NO _x	-t/r	0,3762	-t/r	0,2055	-t/r	0,1707
CO	-t/r	0,0600	-t/r	0,0316	-t/r	0,0285
CO ₂	-t/r	176,327	-t/r	102,186	-t/r	74,141

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Pavλίna Heřmanová	Titul	Ing.
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	0587	3. Datum vydání oprávnění	8.10.2012
4. Datum posledního průběžného vzdělávání			
5. Podpis		6. Datum	6.3.2013

12 Kopie dokladu o vydání oprávnění dle §10b zák. č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů





MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU
Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. Pavlína Heřmanová
r. č. 765505/4715

je oprávněna

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy
s platností od 28.5.2009

provádět energetický audit
s platností od 8.10.2012


~~~~~

~~~~~

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

Číslo oprávnění: 0587

V Praze dne 8. listopadu 2012


Ing. Pavel Šolc
náměstek ministra průmyslu a obchodu

PŘÍLOHA Č. 1: ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Výpočet podle ČSN 73 0540-2:2011

Firma:	Energy Benefit Centre		
Stavba:	ZŠ Prokopa Velikého – pavilon U2.2 v Kolíně		
Místo:	Prokopa Velikého 633, Kolín	Investor:	Město Kolín
Zakázka:	ZŠ Prokopa Velikého – pavilon U2.2	Archiv:	
Projektant:	Ing. Pavlína Heřmanová	Datum:	6. 3. 2013
E-mail:		Telefon:	

Plocha systémové hranice zóny	A	2 936,4 m ²
Objem zóny	V	9 352,3 m ³
Faktor tvaru budovy	A/V	0,31 m ⁻¹
Převažující vnitřní teplota v otopném období	Θ_{im}	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období	Θ_e	-13 °C
Součinitel typu budovy	e_1	1,00

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy		stávající stav	nový stav
- referenční budova - vypočítaná hodnota	$U_{em,N,20,vyp}$	0,57	0,52 W/(m ² .K)
- referenční budova - upravená podle tab.5	$U_{em,N,20}$	0,50	0,50 W/(m ² .K)
- požadovaná hodnota	$U_{em,N}$	0,50	0,50 W/(m ² .K)
- doporučená hodnota	$U_{em,N,rec}$	0,38	0,38 W/(m ² .K)
Měrná ztráta prostupem tepla	H_T	3 471,31	1 076,41 W/K
- vypočítaná hodnota	U_{em}	1,18	0,37 W/(m ² .K)
Klasifikační ukazatel	CI	2,36	0,73

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)
	stávající stav	V1	nový stav	V2
A	Velmi úsporná	0,50	Velmi úsporná	0,50
B	Úsporná	0,75	Úsporná	0,75
C	Vyhovující	1,00	Vyhovující	1,00
D	Nevyhovující	1,50	Nevyhovující	1,50
E	Nehospodárná	2,00	Nehospodárná	2,00
F	Velmi ne hospodárná	2,50	Velmi ne hospodárná	2,50
G	Mimořádně ne hospodárná	>2,50	Mimořádně ne hospodárná	>2,50

Referenční budova

Stanovení požadované hodnoty $U_{em,N}$ průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

stávající stav

	Pzk	b	$U_{N,20}$ W/(m ² .K)	$U_{rec,20}$ W/(m ² .K)	U_{Nekv} W/(m ² .K)	AR m ²	HT W/K
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30	0,25		605,05	181,5
Průsvitné výplně otvorů (nad 50% plochy)	E	1,000	0,30	0,25		35,53	10,66
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,50	1,20		640,56	960,85
SCH1	E	1,000	0,24	0,16		827,64	198,63
PDL1	zemina	0,671	0,45	0,30	0,30	827,64	249,91
celkem						2 936,41	1 601,56

$U_{em,N,20} = (\sum HT / \sum AR) + 0,02$	0,57	W/(m ² .K)
$U_{em,N,20}$ - hodnota upravená podle tabulky 5	0,50	W/(m ² .K)
$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1 \cdot e_2$ $e_2 = 1,25$ pokud lze využít vnitřní zdroje technologického tepla	0,50	W/(m ² .K)

nový stav

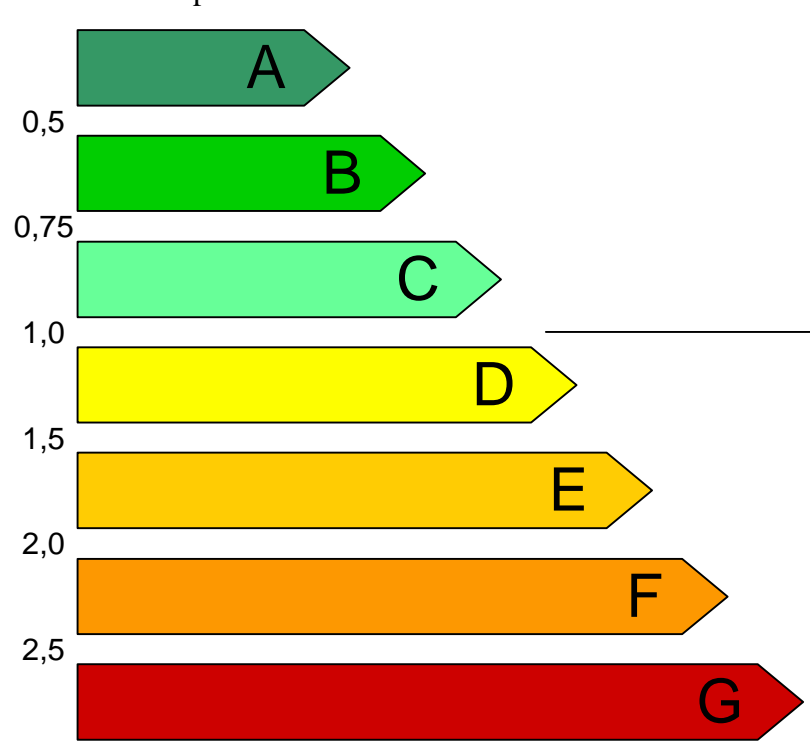


	Pzk	b	$U_{N,20}$ W/(m ² .K)	$U_{rec,20}$ W/(m ² .K)	U_{Nekv} W/(m ² .K)	AR m ²	HT W/K
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30	0,25		745,5	223,65
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,50	1,20		535,7	803,55
SCH1	E	1,000	0,24	0,16		827,64	198,63
PDL1	zemina	0,671	0,45	0,30	0,30	827,64	249,91
celkem						2 936,41	1 475,74

$U_{em,N,20} = (\sum HT / \sum AR) + 0,02$	0,52	W/(m ² .K)
$U_{em,N,20}$ - hodnota upravená podle tabulky 5	0,50	W/(m ² .K)
$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1 \cdot e_2$ $e_2 = 1,25$ pokud lze využít vnitřní zdroje technologického tepla	0,50	W/(m ² .K)

Seznam konstrukcí posuzované části budovy

OK	U _{N,20}	ss	Pzk	stávající stav					nový stav				
				b	U W/(m ² .K)	U _{ekv}	AR m ²	H W/K	b	U W/(m ² .K)	U _{ekv}	AR m ²	H W/K
SO1	0,30	JZ	E	1,000	1,415		136,4	193,1	1,000	0,239		136,4	32,6
OZ1	1,50	JZ	E	1,000	2,400		276,5	663,6	1,000	0,698		276,5	193,0
OZ2	1,50	JZ	E	1,000	2,400		60,5	145,2	1,000	0,200		60,5	12,1
OZ3	1,50	JZ	E	1,000	2,400		4,3	10,4	1,000	0,200		4,3	0,9
SO1	0,30	SV	E	1,000	1,415		186,1	263,4	1,000	0,239		186,1	44,4
OZ1	1,50	SV	E	1,000	2,400		216,0	518,4	1,000	0,698		216,0	150,8
OZ2	1,50	SV	E	1,000	2,400		69,1	165,9	1,000	0,200		69,1	13,8
OZ3	1,50	SV	E	1,000	2,400		4,3	10,4	1,000	0,200		4,3	0,9
OZ4	1,50	SV	E	1,000	2,400		2,2	5,2	1,000	0,200		2,2	0,4
SO1	0,30	JV	E	1,000	1,415		141,3	199,9	1,000	0,239		141,3	33,7
OZ5	1,50	JV	E	1,000	3,000		21,6	64,8	1,000	0,718		21,6	15,5
SO1	0,30	SZ	E	1,000	1,415		141,3	199,9	1,000	0,239		141,3	33,7
OZ5	1,50	SZ	E	1,000	3,000		21,6	64,8	1,000	0,718		21,6	15,5
SCH1	0,24	H	E	1,000	0,511		827,6	423,0	1,000	0,160		827,6	132,3
PDL1	0,45	H	Z	0,178	1,694	0,302	827,6	249,9	0,178	1,694	0,302	827,6	249,9
ΔU _{em} 1				1,00	0,100		2 936,4	293,6	1,00	0,050		2 936,4	146,8
suma							2 936,4	3 471,3				2 936,4	1 076,4

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy: Základní škola Posuzovaná část: ZŠ Prokopa Velikého – pavilon U2.2 Adresa budovy: Prokopa Velikého 633, 280 02 Kolín		Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha $A_c = 2\,364,3\text{ m}^2$		stávající stav	nový stav
CI Velmi úsporná  <p style="text-align: center;">Mimořádně ne hospodárná</p>			
KLASIFIKACE		2,36	0,73
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$		1,18	0,37
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2:2011 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$		0,50	0,50
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}			
CI	0,50	0,75	1,00
U_{em}	0,25	0,38	0,50
Platnost štítku do : 6. 3. 2023	Datum: 6. 3. 2013		
	Jméno a příjmení: Ing. Pavlína Heřmanová		

PŘÍLOHA Č. 2: FOTODOKUMENTACE



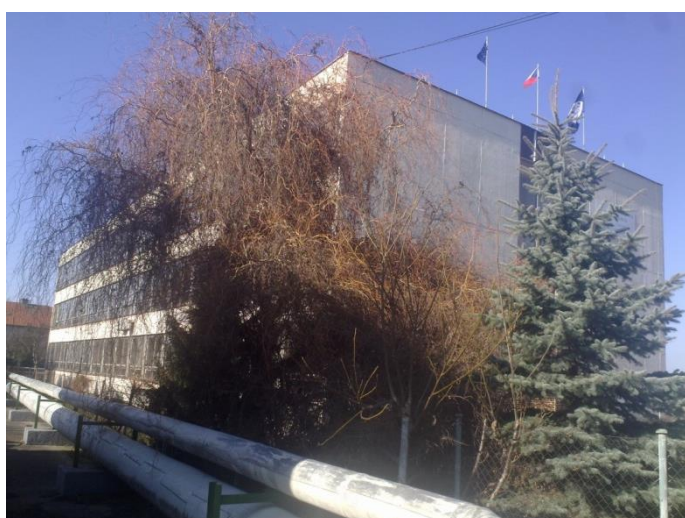
Severovýchodní pohled



Jihovýchodní pohled



Severozápadní pohled



Jižní pohled