



# ENERGETICKÝ AUDIT

Podle vyhlášky č. 480/2012 Sb.



## Střední škola gastronomie, hotelnictví a lesnictví Bzenec

Zadavatel: **SŠ gastronomie, hotelnictví a lesnictví Bzenec**  
**Náměstí Svobody 318, 696 81 Bzenec**

Zpracovatel: **Ing. Aleš Novák**  
**Oblá 40; 634 00 Brno**  
**energetický specialista zapsán na seznamu MPO pod č.173**

Datum: **Únor 2014**

Evidenční číslo: **2014001**



**Obsah:**

<b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>5</b>
1.1. Zadavatel energetického auditu a majitel objektu .....	5
1.2. Provozovatel předmětu energetického auditu .....	5
1.3. Zpracovatel energetického auditu .....	5
1.4. Předmět energetického auditu .....	5
1.5. Cíl energetického auditu .....	6
1.6. Údaje pro zpracování předmětu energetického auditu .....	6
1.7. Legislativní předpisy .....	7
<b>2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU .....</b>	<b>8</b>
2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu .....	8
2.1.1. Základní popis předmětu EA .....	8
2.2. Základní údaje o energetických vstupech .....	9
2.3. Základní informace o budově .....	11
2.3.1. Stavební konstrukce .....	11
2.3.2. Technická zařízení budov (TZB) .....	13
2.3.3. Fotodokumentace .....	15
2.4. Základní informace o technologických spotřebičích .....	16
2.5. Zkušenosti z provozu .....	17
2.6. Energetické manažerství .....	17
2.7. Stavební úpravy a rekonstrukce objektu .....	17
<b>3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU .....</b>	<b>18</b>
3.1. Tepelně technické parametry konstrukcí předmětu energetického auditu .....	18
3.2. Zhodnocení stavu a úrovně TZB .....	19
3.3. Roční energetická bilance .....	21
3.3.1. Okrajové podmínky výpočtu roční energetické bilance .....	21
3.3.2. Měrné tepelné ztráty předmětu energetického auditu .....	22
3.3.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy .....	22
3.3.3. Tepelné zisky předmětu energetického auditu .....	23
3.3.4. Roční potřeby energií .....	24
3.4. Závěrečné zhodnocení hospodárnosti s nakládání s energií .....	25
<b>4. NÁVRH KONKRÉTNÍCH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE .....</b>	<b>26</b>
4.1. Doporučená opatření ve stavebních konstrukcích .....	26
4.1.1. Zateplení obvodového pláště .....	26
4.1.2. Výměna výplní otvorů .....	27
4.1.3. Zateplení střech a stropů .....	27
4.1.4. Zateplení podlahy .....	27
4.2. Doporučená opatření v TZB .....	28

4.2.1. Zdroj tepla a ohřev TV .....	28
4.2.2. Otopná soustava .....	29
4.2.3. Tepelné izolace .....	30
4.2.4. Energetické manažerství .....	30
4.2.5. Elektroinstalace .....	31
4.2.6. Obnovitelné zdroje .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
4.3. Energeticko ekonomické vyhodnocení navržených opatření .....	33
4.4. Návrh variantních řešení úspor energie .....	34
4.4.1. Varianta č. 1 .....	34
4.4.2. Varianta č.2 .....	34
4.4.3. Další doporučení pro energeticky vědomý provoz .....	35
<b>5. ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU .....</b>	<b>36</b>
5.1. Varianta č.1 .....	36
5.2. Varianta č.2 .....	37
5.3. Upravená roční energetická bilance .....	38
<b>6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>39</b>
6.1. Postup vyhodnocení ekonomické efektivity .....	39
6.2. Ekonomické porovnání jednotlivých variant .....	40
<b>7. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>43</b>
<b>8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU .....</b>	<b>45</b>
8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství .....	45
8.2. Celková výše dosažitelných energetických úspor .....	45
8.3. Návrh optimální varianty .....	46
8.4. Podmínky dosažení úspor energie .....	47
8.6. Evidenční list energetického auditu .....	48

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1. Vlastník předmětu energetického auditu

Název / jméno	Jihomoravský kraj		
Adresa	Žerotínovo náměstí 3/5, 601 82 Brno		
Odpovědný zástupce			
Telefon	541651111	e-mail	
IČO	70888337	DIČ	CZ70888337

### 1.2. Provozovatel předmětu energetického auditu

Název / jméno	Střední škola gastronomie, hotelnictví a lesnictví Bzenec		
Adresa	Náměstí Svobody 318, 69681 Bzenec		
Odpovědný zástupce	Marčík Libor - ředitel		
Telefon	518384527	e-mail	Info@sosbzenec.cz
IČO	00053155	DIČ	CZ00053155

### 1.3. Zpracovatel energetického auditu

Jméno	Ing. Aleš Novák		
Adresa	Oblá 40, 634 00 Brno		
Telefon	724 224 116		
E-mail	alesnovak@seznam.cz	www.energieauspory.cz	
Energetický auditor	Ing. Aleš Novák		
	Energetický specialista zapsán na seznamu MPO pod č. 173		

### 1.4. Předmět energetického auditu

Název	Areál školy náměstí Svobody 318, Bzenec
Adresa	Náměstí Svobody 318, 69681 Bzenec
Zřizovatel	Jihomoravský kraj

## **1.5. Cíl energetického auditu**

Cílem energetického auditu je nalezení potenciálu úspor energie předmětu energetického auditu, navržení možných variant energeticky úsporných opatření ke snížení stávající energetické náročnosti předmětu energetického auditu a jejich posouzení z hlediska energetického a ekonomického.

Energetický audit byl zpracován v souladu se Zákonem 406/2000 Sb., o hospodaření s energií ze dne 25. října 2000 ve znění zákona č.318/2012 Sb. a Vyhláškou 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku ze dne 20. prosince 2012 a Vyhláškou 78/2013 Sb. ze dne 29. března 2013, o energetické náročnosti budov.

Energetický audit je určen pro výzvu SFŽP na zateplení veřejných budov.

## **1.6. Údaje pro zpracování předmětu energetického auditu**

Podkladem pro popis a zjištění stávajícího stavu byly:

- Projektová dokumentace stavební části;
- Zpráva o revizi elektrického zařízení;
- Zpráva o revizi plynového zařízení;
- Data týkající se spotřeby a nákladů za elektrickou energii a zemní plyn za období 2010 - 2013 dodaná provozovatelem;
- Obhlídka budovy a zdokumentování současného stavu provedená energetickým auditorem Ing. Alešem Novákem;

## 1.7. Legislativní předpisy

Legislativní předpisy použité pro tepelně technickou, resp. energetickou část auditu:

- [1] Zákon č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií v platném znění
- [2] Vyhláška MPO č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energií při výrobě elektřiny a tepelné techniky
- [3] Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- [4] Vyhláška MPO č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- [5] Vyhláška MPO č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku
- [6] Vyhláška MPO č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov
- [7] ČSN 73 0540 -1 Tepelná ochrana budov - Termíny a definice - Veličiny pro navrhování a ověřování
- [8] ČSN 73 0540 -2 Tepelná ochrana budov - Funkční požadavky
- [9] ČSN 73 0540 -3 Tepelná ochrana budov - Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování
- [10] ČSN 73 0540 -4 Tepelná ochrana budov - Výpočtové metody pro navrhování a ověřování
- [11] ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – Projektování a montáž
- [12] ČSN 06 0320 Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- [13] ČSN 38 3350 Zásobování teplem – Všeobecné zásady
- [14] ČSN EN 15316 Tepelné soustavy v budovách
- [15] ČSN EN 15459 Energetická náročnost budov
- [16] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- [17] ČSN EN ISO13370 Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou
- [18] ČSN EN ISO13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění

## 2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

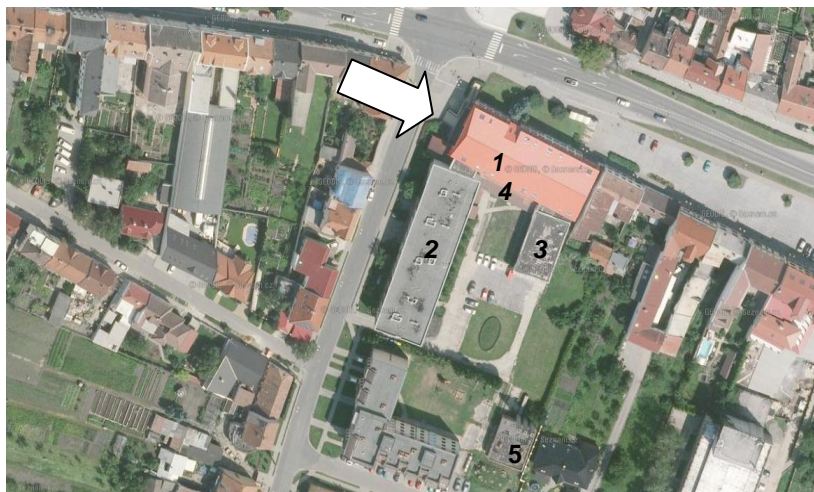
### 2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu

Typ stavby:	Budova pro vzdělávání a ubytování
Restaurační provoz:	Po-So: od 7.00 hod. do 20.00 hod.
Cukrárenská výroba:	Po-Čt: od 7.00 hod. do 20.00 hod.
	Pá: od 7.00 hod. do 14.30 hod.
Teoretická výuka:	Po: od 7.00 hod. do 14.30 hod.
	Ut: od 7.00 hod. do 14.30 hod.
	St: od 7.00 hod. do 15.30 hod.
	Čt: od 7.00 hod. do 15.30 hod.
	Pá: od 7.00 hod. do 13.00 hod.
Hotelový provoz:	Dle počtu ubytovaných hostů.
Počet pedagogických pracovníků:	28

#### 2.1.1. Základní popis předmětu EA

Předmětem energetického auditu je areál střední školy, který se nachází v městské řadové zástavbě. Areál se skládá ze tří vzájemně propojených pavilonů a objektu kotelny. Objekt č.1 má tři nadzemní podlaží, 1a 2. NP jsou postavena z keramických panelů, 3.NP je z tvárnic Ytong. V 1. NP se nachází vstupní část, restaurace a kuchyně, ve 2.a 3. NP se nacházejí třídy a kabinety. Na objekt školy navazují v jižní části objekt bývalého internátu (č.2) a objekt tělocvičny (č.3) a přístavba šaten (č.4). Objekt internátu byl postaven panelovou technologií a má 4 nadzemní podlaží. v 1. NP se nacházejí cukrářské dílny a prodejna, ve 2. NP hotelové pokoje, ve 3.NP šatny a učebny a ve 4. NP kanceláře. Objekt tělocvičny byl postaven z keramických bloků a nacgází se v něm tělocvična, nářaďovna a předávací uzel vytápění. Přístavba šaten má jedno nadzemní podlaží a je postavena z tvárnic Ytong.

**Situační schéma**



Legenda:

- 1 - Restaurace a škola
- 2 - Internát
- 3 - Tělocvična
- 4 - Šatny
- 5 - Kotelna



## 2.2. Základní údaje o energetických vstupech

Energetické hospodářství v auditovaném objektu zahrnuje dva druhy spotřebovávaných energií, a to zemní plyn a elektrickou energii.

### Zemní plyn

Zemní plyn je využíván pro ohřev TV a pro vytápění. Zemní plyn je přiveden z plynovodního řádu do regulační stanice umístěné v přístavku na hranici pozemku. V přístavku je regulační řada a fakturační plynoměrem s přepočítačem plynu Elcor-94.

#### *Přehled celkové spotřeby zemního plynu pro ohřev TV*

rok		2011	2012	2013	průměr
spotřeba tepla	m <sup>3</sup>	1 000 528	780 014	677 213*)	819 251
náklady bez DPH	Kč	1 039 000	1 007 344	814 431	953 592

*Poznámka: spotřeba a náklady jsou uvedeny za období leden-listopad.*

### Elektrická energie

Elektrická energie je odebírána pro účely osvětlení, provoz elektrospotřebičů. Do objektu je elektřina přivedena samostatnou přípojkou do hlavního rozvaděče umístěného v přízemí. V hlavním rozvaděči jsou hlavní jističe a fakturační elektroměry. Dodavatelem elektrické energie je společnost ARMEX ENERGY a.s., sazba C02d.

#### *Přehled celkové spotřeby elektrické energie*

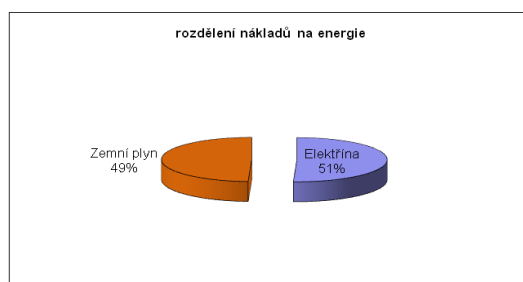
rok		2010	2011	2012	průměr
spotřeba elektrické energie	kWh	255 180	236 400	237 600	243 060
náklady bez DPH	Kč	982 763	933 622	1 017 485	977 957

### Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

Vstupy paliv a energie pro rok před realizací	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jedn.	Přepočet na MWh	Provozní náklady v tis.Kč/rok
Elektřina	MWh	237,6	3,60	238	1 017
Teplo	GJ	-	-	-	-
Zemní plyn	MWh	677,2	34,05	677	814
jiné plyny	MWh	-	-	-	-
Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
Černé uhlí	t	-	-	-	-
Koks	t	-	-	-	-
Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
TTO	t	-	-	-	-
LTO	t	-	-	-	-
nafta	t	-	-	-	-
Druhotné zdroje	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
<b>Celkem vstupy paliv a energie</b>				<b>915</b>	<b>1 832</b>
Změna stavu zásob				0	0
<b>Celkem spotřeba paliv a energie</b>				<b>915</b>	<b>1 832</b>

Vstupy paliv a energie – průměr za poslední tři roky	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jedn.	Přepočet na MWh	Provozní náklady v tis.Kč/rok
Elektřina	MWh	243,1	3,60	243	978
Teplo	GJ	-	-	-	-
Zemní plyn	MWh	819,3	34,05	819	954
jiné plyny	MWh	-	-	-	-
Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
Černé uhlí	t	-	-	-	-
Koks	t	-	-	-	-
Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
TTO	t	-	-	-	-
LTO	t	-	-	-	-
nafta	t	-	-	-	-
Druhotné zdroje	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
<b>Celkem vstupy paliv a energie</b>				<b>1 062</b>	<b>1 932</b>
Změna stavu zásob				0	0
<b>Celkem spotřeba paliv a energie</b>				<b>1 062</b>	<b>1 932</b>

### Grafické znázornění energetických vstupů



Z přehledu energetických vstupů je patrné, že nejvýznamnější z pohledu spotřeby je nakupovaný zemní plyn pro vytápění a ohřev TV (viz grafy). Z tohoto důvodu se jím energetický audit zabývá nejpodrobněji, neboť dosažením úspor ve vytápění lze v tomto případě dosáhnout výrazného snížení nákladů na energie.

## **2.3. Základní informace o budově**

### **2.3.1. Stavební konstrukce**

#### **Neprůsvitné obvodové konstrukce**

Budova ubytovny: neprůsvitné obvodové konstrukce jsou ze sendvičových panelů tl. 300 mm. Tepelnou izolaci tvoří polystyrén tl. 80 mm.

Budova školy: neprůsvitné obvodové konstrukce v 1.-2.NP jsou z keramických panelů tl. 310 mm. Tepelnou izolaci tvoří polystyrén tl. 50 mm. Štítová stěna školy byla dodatečně zateplena polystyrénem tl. 50 mm. Obvodový plášť 3. NP je z z plynosilikátových tvárnic (pravděpodobně Ytong) tloušťky 300 mm. Z exteriérové strany je na zdivu nástavby 3.NP aplikován kontaktní zateplovací systém z polystyrenových desek tloušťky 50 mm.

Budova tělocvičny: obvodový plášť tělocvičny je z pálených cihelných bloků tl. 350 mm.

Budova přístavby šaten: obvodový plášť přístavby šaten z dvorní strany budovy školy je vyzděn z plynosilikátových tvárnic (pravděpodobně Ytong) tloušťky 300 mm.

Obvodový plášť je opatřen vnější a vnitřní omítkou.

#### **Střecha**

Střecha objektu ubytovny a tělocvičny je plochá jednoplášťová. Na stropním železobetonovém panelu je spádový násyp z keramzitu, tepelná izolace Polsid a hydroizolační souvrství.

Střecha přístavby šaten je z dřevěných krovů mezi kterými je tepelná izolace z minerální vlny tl. 200 mm s plechovou krytinou.

Střecha školy je ze sbíjených dřevěných vazníků, strop nad 3. NP je izolován minerální vlnou tl. 160 mm. Krytinu tvoří betonové tašky.

#### **Podlahy**

Podlahy jsou betonové, s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby resp. PVC nebo vlasy. Tepelnou izolaci tvoří z větší části polystyrén tl. 30 mm.

#### **Výplně otvorů**

Budova školy: v obvodovém plášti jsou instalovány původní dřevěná okna, copilitové stěny a původní kovové vstupní stěny. Ve schodišti a ve 3.NP jsou nová plastová okna. Ve střeše nová dřevěná střešní okna.

Budova ubytovny: výplně otvorů tvoří původní dřevěná okna a balkónové dveře a nová plastová okna. Vstupy tvoří kovové vstupní stěny s jednoduchým sklem.

Budova tělocvičny: výplně otvorů v obvodovém plášti jsou tvořeny původními copilitovými stěnami a dřevěnými okny.

Budova přístavby šaten: V obvodovém plášti jsou instalovány nová plastová okna a plastové vstupní dveře

### Součinitele prostupu tepla obálky budovy

Druh konstrukce	Souč.prostupu tepla U
Panel tl. 300 mm	0,481 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Keramický panel tl. 310 mm	0,602 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Keramický panel tl. 310 mm zateplený PPS tl. 50 mm (štitové zdivo)	0,353 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Zdivo nástavby školy	0,315 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Zdivo z děrovaných cihel tl.350 mm	1,207 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Zdivo přístavby šaten	0,485 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Střecha plochá	0,418 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Střecha šaten a školy	0,237 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Strop školy	0,284 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Podlaha na zemině	0,870 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Podlaha na zemině - tělocvična	0,674 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Okna dřevěná	2,4 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Coplitové stěny	2,4 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Okna plastová	1,2 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Okna střešní	1,5 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Dveře balkónové	2,4 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Vstupní dveře dřevěné	4,0 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Vstupní dveře kovové	6,5 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Vstupní dveře plastové	1,2 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]

## 2.3.2. Technická zařízení budov (TZB)

### Zdroj tepla

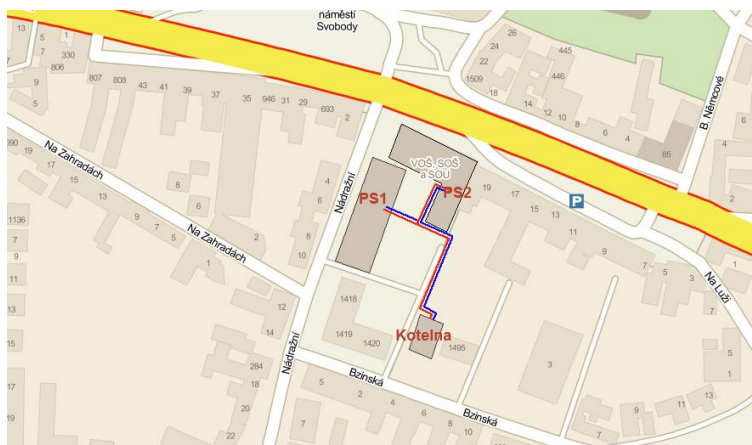
Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev TV je plynová kotelná II. kategorie umístěná v samostatném objektu. Instalovány jsou tři teplovodní přetlakové kotle ČKD Dukla typ PGV 25. Jmenovitý výkon jednotlivých kotlů je 260 kW. Celkový instalovaný výkon činí 780 kW. Kotle jsou opatřeny přetlakovými hořáky ČKD Dukla PHD 30 PZ o výkonu 330 kW. Jištění systému je pojistným ventilem a tlakovou expanzní nádobou o objemu 1600 l.

### Příprava teplé vody (TV)

Ohřev TV je řešen jako centrální v kotelně. Ohřev TV je pomocí dvou stojatých zásobníkových ohřivačů OVS o objemech 2500 l a výkonu topné vložky 72,2 kW.

### Rozvody tepelné energie

Rozvodný systém je řešen jako čtyřtrubkový. Z kotelny jsou rozvody vytápění (DN100) a rozvody teplé vody (DN70) vedeny v zemi do předávacích stanic. Celková délka rozvodů o kotelny k předávacím stanicím je cca 200. Oběh vody je nucený, zajištěný teplovodními čerpadly typu NTC nebo NTR, která jsou umístěna v kotelně. Izolace rozvodů je provedeno minerální vlnou s povrchovou úpravou Flexipane.



Předávací stanice PS1 je umístěna v samostatné místnosti objektu ubytovny. Rozvodné potrubí ÚT je přivedeno na rozdělovač a rozděleno do dvou samostatných okruhů. Rozdělovač ani sběrač nejsou opatřeny tepelnými izolacemi.

Předávací stanice PS2 je umístěna v samostatné místnosti objektu tělocvičny. Rozvodné potrubí ÚT je přivedeno na rozdělovač a rozděleno do tří samostatných okruhů pro tělocvičnu, školu a šatny s nástavbou školy. V okruhu pro šatny s nástavbou je umístěno posilovací čerpadlo Grundfos typ UPS. Rozdělovač a sběrač včetně rozvodného potrubí je izolováno minerální vlnou s povrchovou úpravou Flexipane.

### **Otopný systém**

Otopný systém byl navržen jako teplovodní s tepelným spádem 90/70°C s nuceným oběhem. Otopnou plochu tvoří článková litinová tělesa a desková tělesa. Tělesa jsou ve větší míře opatřena uzavíracími ventily, v menší míře termostatickými ventily s hlavicemi.

### **Měření a regulace MaR**

Vytápění je ekvitermně regulováno centrálně v kotelně, v předávacích stanicích regulace není instalována. V kotelně jsou instalovány kalorimetrická měřidla, ale od odpojení bytových domů od kotelny nejsou používána.

### **Elektroinstalace**

Elektrická soustava je 3PEN AC 50Hz, 3x230/400V, TN-C, ochrana proti nebezpečnému dotykovému napětí je provedena samočinným odpojením od zdroje. Rozvody jsou provedeny vodiči AYKY a CYKY, které jsou uloženy pod omítkou nebo v lištách. Osvětlení je provedeno převážně zářivkovými svítidly a žárovkovými svítidly.

### **Vzduchotechnika a klimatizace**

Hygienická výměna vzduchu v místnostech objektu je zajištěna přirozenou infiltrací výplněmi otvorů. V kuchyni je instalována VZT jednotka s elektrickým výměníkem o výkonu 16,6 kW.

Pro zasedací místnost a serverovnu jsou instalovány dvě split jednotky.

### 2.3.3. Fotodokumentace



Pohled z ulice



Pohled ze dvora



Objekt ubytovny



Objekt tělocvičny



Plynové kotle



Zásobníkové ohřivače



Otopné těleso



Předávací stanice



## 2.4. Základní informace o technologických spotřebičích

### Zemní plyn

Zemní plyn je spotřebován pro vytápění a ohřev teplé vody. Mezi nejdůležitější parametry, které ovlivňují provozní účinnost zdrojových jednotek, patří jmenovitý výkon, jmenovitá účinnost, teplota zpětné vody vstupující do kotle a minimální výkon.

Parametr	Měrná jednotka	Výrobní zařízení		
Typ zařízení	-	K1- PGV 25	K2- PGV 25	K3 - PGV 25
Výrobce	-	ČKD Dukla	ČKD Dukla	ČKD Dukla
Rok výroby	-	1986	1986	1986
Jmenovitý výkon tepelný	kW <sub>t</sub>	260	260	260
Účinnost při jm. výkonu	%	90	90	90
Druh vyráběného média	-	topná voda	topná voda	topná voda
Parametry vyráběného média	°C	90/70	90/70	90/70
Předpokládaná životnost	roky	1-3	1-3	0

### Elektrická energie

Elektrická energie je využívána především k osvětlení, ohřevu teplé vody a provoz klimatizačních jednotek. Roční provozní hodiny jednotlivých spotřebičů nejsou zaznamenávány a jejich počet lze těžko odhadnout. Mezi nejvyužívanější spotřebiče mimo osvětlení patří elektrospotřebiče v kancelářích.

### Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	Jednotka	2011	2012	2013
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW <sub>tep</sub>	0,78	0,78	0,78
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
5	Výroba elektřiny	MWh	0	0	0
6	Prodej elektřiny	MWh	0	0	0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh			
8	Spotřeba paliv v palivu na výrobu elektřiny	GJ	3 062	2 387	2 072
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	0	0	0
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	0	0	0
11	Spotřeba tepla v palivu na výr. tepla	GJ	3 602	2 808	2 438
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8+ř.11)	GJ	3 602	2 808	2 438



## **2.5. Zkušenosti z provozu**

Provozovatel má velké problémy s chodem kotelny, kdy kotle resp. hořáky jsou často v poruše. Jiné informace o negativních zkušenostech nebo zvláštnostech hodných pozornosti za dobu trvání provozu předmětu energetického auditu nebyly energetickému auditorovi předány.

## **2.6. Energetické manažerství**

Předmět energetického auditu má zaveden velmi jednoduchý systém energetického manažerství, kdy je spotřeba zemního plynu a elektrické energie evidována. V kotelně je instalována regulace, která umožňuje měnit parametry vytápění dle venkovní teploty, na všech otopných tělesech nejsou instalovány termostatické ventily umožňující individuální nastavení teploty v místnosti.

## **2.7. Stavební úpravy a rekonstrukce objektu**

Dle informací provozovatele v roce 2005 byla na objektu školy byla provedena nástavba třetího patra a přístavba šaten. V rámci toho bylo provedeno zateplení štitového zdiva objektu školy. Dále byly provedena výměna několika výplní otvorů za plastová s termoizolačním sklem.

### 3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

Stávající stav budovy je podroben analýze, ze které vyplyne návrh opatření stavební části a části TZB, které vedou k zajištění požadovaných vlastností energetického hospodářství budovy. Primárním krokem je zjištění tepelně technických parametrů jednotlivých konstrukcí, poměrného rozložení tepelných ztrát a následné specifikování tepelných zisků. Na základě těchto výstupů a posouzení topného systému jsou stanoveny potřeby energií, jejich porovnání s požadovanými hodnotami a následně navrženy opatření v oblasti stavebních konstrukcí a TZB, které zajistí snížení energetické náročnosti objektu.

#### 3.1. Tepelně technické parametry konstrukcí předmětu energetického auditu

Základním souborem technických parametrů, nutných pro stanovení energetické náročnosti budovy, je popis obalových konstrukcí a stanovení jejich tepelně technických a geometrických parametrů. Zejména součinitel prostupu tepla, jehož velikost má zásadní vliv na tepelnou ztrátu objektu a následně na spotřebu tepla pro vytápění. Posouzením tepelně technických vlastností obálkových konstrukcí zjistíme, zda budova splňuje tepelně technické požadavky stanovené ČSN 73 0540 z roku 2011.

Druh konstrukce	normová hodnota $U_N$ ; $U_{em,N}$		hodnota $U$ ; $U_{em}$	požadavky ČSN 73 0540-2	tech. Možnost dosažení požadované hodnoty
	požadovaná	doporučená	vypočtená		
Panel tl. 300 mm	0,30	0,25	0,481	nesplňuje	ano
Keramický panel tl. 310 mm			0,602	nesplňuje	ano
Štítové zdivo			0,353	nesplňuje	ano
Zdivo nástavby			0,315	nesplňuje	ne
Zdivo tělocvičny			1,207	nesplňuje	ano
Zdivo přístavby šaten			0,485	nesplňuje	ano
Zdivo přilehlé k zemině	0,45	0,30	0,590	nesplňuje	ne
Strop pod půdou	0,30	0,20	0,284	nesplňuje	ano
Střecha plochá	0,24	0,16	0,418	nesplňuje	ano
Střecha školy a šaten			0,237	splňuje	-
Podlaha na zemině	0,45	0,30	0,870	nesplňuje	ne
Podlaha tělocvičny			0,674	splňuje	-
Okna dřevěná	1,5	1,2	2,40	nesplňuje	ano
Okna plastová			1,20	splňuje	-
Coplitové stěny			2,40	nesplňuje	ano
Střešní okna	1,4	1,1	1,40	splňuje	-
Dřevěné dveře	1,7	1,2	4,0	nesplňuje	ano
Plastové dveře			1,2	splňuje	-
Vstupní kovové dveře	3,5	2,3	6,5	nesplňuje	ano
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$	0,45	0,33	0,69	nesplňuje	ano

### 3.2. Zhodnocení stavu a úrovně TZB

#### Zdroj a rozvody tepla

Zdrojem tepla pro vytápění jsou plynové kotle z roku 1986. Předpokládaná celková doba životnosti těchto kotlů je cca 15-25 let. To znamená, že tyto kotle jsou za hranicí životnosti, což se projevuje zvýšenou poruchovostí. Tyto kotle jak po technické, tak morální stránce již nevyhovují dnešním požadavkům na zdroje tepla.

Ze stejného období jsou i venkovní rozvody. Tepelné izolace odpovídají době realizace a z dnešního pohledu nevyhovují, to se projevuje vyššími tepelnými ztrátami a nižší ekonomikou provozu.

Z tohoto hlediska lze hodnotit kotelnu a systém zásobování teplem jako nevyhovující.

#### Základní technické ukazatele energetického zdroje

Název ukazatele		Výpočet (z tabulky zdroje)	Vypočtená hodnota 2011	Vypočtená hodnota 2012	Vypočtená hodnota 2013
1	Roční energetická účinnost zdroje [%]	$(\dot{r}_{3 \times 3,6} + \dot{r}_7) : \dot{r}_{12}$	85%	85%	85%
2	Roční energetická účinnost výroby el.energie [%]	$\dot{r}_{3 \times 3,6} : \dot{r}_6$	0%	0%	0%
3	Roční energetická účinnost výroby tepla [%]	$\dot{r}_7 : \dot{r}_{11}$	85%	85%	85%
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [GJ/MWh]	$\dot{r}_6 : \dot{r}_3$	0,00	0,00	0,00
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [GJ]	$\dot{r}_{11} : \dot{r}_7$	0,00	0,00	0,00
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [hod./rok]	$\dot{r}_3 : \dot{r}_1$	0,00	0,00	0,00
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [hod./rok]	$(\dot{r}_7 : 3,6) : \dot{r}_2$	1 090,3	850,0	738,0

#### Otopný systém

Otopná tělesa jsou ocelová desková a litinová článková. Zatím se neprojevily závažnější poruchy netěsnosti. Většina otopných těles není osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlavicemi, což neodpovídá Vyhláškou č. 193/2007Sb. §4, ods.1. Úspora energie na vytápění lze tedy v první řadě dosáhnout doinstalací a správným používáním TRV, zvláště dojde-li k zateplení objektu.

Z tohoto hlediska je otopná soustava hodnocena jako nevyhovující.

#### Příprava teplé vody

Ohřev teplé vody je proveden v nepřímotopných zásobníkových ohřivačích centrálně v kotelně. Tento způsob ohřevu TV lze hodnotit jako nevyhovující. Úspora tepla pak lze dosáhnout přemístěním ohřevu teplé vody blíže ke spotřebě a zrušením venkovních rozvodů.

#### Elektroinstalace

Posouzení odběru elektřiny je rozděleno na části smluvní a provozní.

#### Posouzení smluvních hodnot odběru elektřiny

Posouzení smluvních hodnot spočívá ve vyhodnocení stálých plateb za elektrickou energii a zařazení odběru do příslušné sazby s cílem zjistit, zda není možné nalézt úspornější řešení. S použitím dostupných údajů je možné označit tuto sazbu pro předmětné odběry za výhodnou a není tedy třeba ji měnit.

### ***Provedení elektroinstalace***

Elektroinstalace byla provedena kabely AYKY, AYKYL, CYKY. Dle revizních zpráv je většina zařízení schopna bezpečného provozu. Rozvody elektroinstalace jsou proto hodnoceny jako vyhovující.

### ***Elektrospotřebiče***

Roční provozní hodiny jednotlivých spotřebičů nejsou zaznamenávány a jejich počet lze těžko odhadnout. Mimo běžně používané spotřebiče v kuchyňkách jsou v provozu během topné sezóny oběhová čerpadla topného systému. Ta jsou tříotáčková, což z hlediska provozu otopné soustavy s termostatickými ventily není vhodné a energeticky úsporné.

### ***Osvětlení***

Osvětlení je v předmětu auditu řešeno denním osvětlením, umělým osvětlením a jejich kombinací - osvětlením sdruženým. Posouzení problematiky umělého osvětlení v předmětu auditu lze rozdělit na dvě části:

#### ***a) použitý typ svítidel osvětlovací soustavy***

Pro osvětlení vnitřních prostorů můžeme využít 3 druhy osvětlení:

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

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro hospodárnost umělého osvětlení je plné využívání dostupného denního světla ve vnitřních prostorech opatřených osvětlovacími otvory. Tam, kde není možné vyhovujícího denního osvětlení docílit, dává se přednost sdruženému osvětlení před osvětlením pouze umělým.

#### ***b) provoz a údržba osvětlovací soustavy***

Na kvalitu osvětlení má svůj podíl rovněž kvalitně prováděná údržba svítidel. V daném případě se jedná zejména o včasnou výměnu zářivkových trubic či žárovek při jejich poruše a rovněž čistota krytů svítidel, která zásadním způsobem ovlivňuje účinnost osvětlovací soustavy.

Osvětlení většiny prostor objektu je pomocí zářivkových osvětlovacích těles. Ovládání osvětlení je pomocí tlačítkových vypínačů. Celkově lze elektroinstalaci hodnotit jako vyhovující.

### 3.3. Roční energetická bilance

#### 3.3.1. Okrajové podmínky výpočtu roční energetické bilance

##### Vnější teplota

Jednou z důležitých veličin při výpočtu potřeb tepla je vnější teplota. Pro výpočty tzv. denostupňovou metodou se používá průměrná venkovní teplota.

**Průměrná denní teplota venkovního vzduchu**  $t_{er}$  se určí aritmetickým průměrem venkovních teplot měřených v 7, 14 a 21 hodin. Teplota ve 21 hodin se uvažuje dvakrát.

**Průměrná venkovní teplota v topném období** se určí jako průměr venkovních teplot za topné období.

##### Průměrné měsíční venkovní teploty a trvání výpočtového období

Lokalita (místo měření)	Průměrné měsíční venkovní teploty										Nadmořská výška / topná sezóna
	9	10	11	12	1	2	3	4	5		h
	[°C]										[m] / [dny]
Česká republika - průměr	12,5	7,4	2,4	-1,0	-7,1	-1,2	2,6	7,3	12,4		
Hodonín	14,9	9,5	4,2	0,8	-1,9	-0,2	4,7	9,5	15,0		162
Počet dnů otopného období	9	31	30	31	31	31	30	31	8		224

##### Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit

Lokalita (místo měření)	Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota	Otopné období pro					
			$\theta_{em}=12^\circ$		$\theta_{em}=13^\circ$		$\theta_{em}=15^\circ$	
	h[m]	$\theta_a[^\circ\text{C}]$	$\theta_{es}[^\circ\text{C}]$	d[dny]	$\theta_{es}[^\circ\text{C}]$	d[dny]	$\theta_{es}[^\circ\text{C}]$	d[dny]
Hodonín	162	-12	3,9	208	4,2	215	5,1	240

##### Průměrné roční venkovní teploty

rok	2011	2012	2013
Lokalita (místo měření)	Průměrná venkovní teplota [°C]		
Jihomoravský kraj	4,8	6,2	6,3

##### Vnitřní teplota

Další z veličin při výpočtu potřeby tepelné energie pro vytápění je vnitřní teplota a relativní vlhkost vzduchu.

prostor	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int}$ [°C]	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i$ [%]
Učebny	20	60
Šatny	20	60
Chodby, WC	15	70
Tělocvičny	18	70
Kuchyně	24	70
Jídelny, sály	20	60
Pokoje pro ubytování	20	60
Umývárny	24	80

### 3.3.2. Tepelné ztráty předmětu energetického auditu

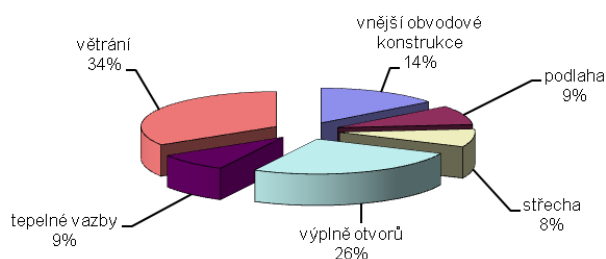
Celková tepelná ztráta budovy se skládá z tepelné ztráty prostupem jednotlivých konstrukcí tvořících obálku budovy a z tepelné ztráty větráním.

*Tabulka tepelných ztrát*

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střeška	výplně otvorů	tepelné vazby	větrání	celkem
<b>Tepelná ztráta [W]</b>	54 626	33 374	30 849	96 355	32 227	126 246	373 677

Celková tepelná ztráta objektu činí 375 kW. Provedeme-li podrobný rozbor tepelných ztrát jednotlivých stavebních konstrukcí zjistíme, jak velkou měrou se jednotlivé konstrukce podílí na celkové tepelné ztrátě objektu.

**Rozložení tepelných ztrát**



Nejvíce se na tepelné ztrátě podílí obvodové konstrukce a výplně otvorů, což je dáno jejich tepelně technickými vlastnostmi. Pohledem na tento graf jednoduše zjistíme, že zlepšením tepelných vlastností svislých obvodových konstrukcí je možno vytvořit potenciální zdroje energetických úspor.

Protože tepelné ztráty závisí především na součiniteli prostu tepla  $U$ , resp. na tepelném odporu konstrukce  $R$ , zdroj energetických úspor pak závisí na zlepšení těchto parametrů. Možné způsoby zlepšení tepelných vlastností jednotlivých konstrukcí podílejících se na tepelných ztrátách jsou dále podrobněji popsány v kapitole 4.1.

### 3.3.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Nová ČSN 73 0540 pak porovnává požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla budovy  $U_{em}$  stanoveného z měrných tepelných ztrát s normovou požadovanou hodnotou  $U_{em,rq}$  a stanovuje klasifikační třídy obálky budovy, tzv. klasifikační ukazatel  $C_i$  na základě porovnání s referenční budovou. Je-li klasifikační ukazatel nižší než 1, je objekt z hlediska prostupu tepla obálkou budovy vyhovující. V opačném případě je nutné provést taková opatření, která sníží hodnotu součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí obálky budovy na odpovídající hodnoty. Možné způsoby zlepšení tepelných vlastností jednotlivých konstrukcí podílejících se na tepelných ztrátách jsou dále podrobněji popsány v kapitole 4.1.

V následující tabulce je uvedena klasifikace tepelné náročnosti budov.

Klasifikační ukazatel CI	Klasifikační třídy	Slovní vyjádření klasifikace budovy
$\leq 0,5$	A	Velmi úsporná
$\leq 0,75$	B	Úsporná
$\leq 1,0$	C	Vyhovující
$\leq 1,5$	D	Nevyhovující
$\leq 2,0$	E	Nehospodárná
$\leq 2,5$	F	Velmi nehospodárná
$> 2,5$	G	Mimořádně nehospodárná

#### Klasifikační třída obálky budovy

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,33
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	$U_{em,N}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,45
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	$U_{em,N,rec}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,33
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	$U_{em}$	W/m <sup>2</sup> .K	0,69
Klasifikační ukazatel	CI		1,53
Klasifikace obálky budovy			E
Slovní vyjádření			nehospodárná

Z výpočtů vyplývá, že za současného stavu je budova z hlediska klasifikace prostupu tepla obálky budovy hodnocena jako **nehospodárná**.

### 3.3.3. Tepelné zisky předmětu energetického auditu

#### Vnitřní energetické zisky

Vnitřní energetické zisky, které se skládají z metabolického tepla pobytu lidí, osvětlovacích zařízení, čistých zisků z rozvodů teplé vody a odpadní vody, je obtížné přesně kvantifikovat. Při těchto kalkulacích nelze určit, kolik se v danou dobu vyskytuje v objektu osob, ani dobu provozu elektrických spotřebičů. Proto se do výpočtu vnitřních zisků zavádí smluvní hodnota z ČSN EN ISO 13790.

#### Vnější tepelné zisky

Vnější tepelné zisky ze sluneční energie jsou především průsvitnými konstrukcemi obvodového pláště budovy. Do budovy se sluneční záření sdílí radiací průsvitnými konstrukcemi (okny), konvekcí okny a konstrukcemi neprůsvitnými (stěnami). Hodnoty tepelných toků slunečního záření jsou funkcí geografické polohy budovy, její orientace a zastínění, polohy slunce a stavu oblohy.

#### Využití tepelných zisků

Využití tepelných zisků, ať už vnitřních či zejména vnějších, závisí především na schopnosti budovy a jejího topného systému tyto zisky zachytit a využít. V tomto směru je velmi důležité nejen zastínění transparentních prvků (okolní zástavba, žaluzie, závěsy) ale především kvalita regulace topného systému. Tak například topný systém s jednoduchou centrální ekvitermní regulací nedokáže téměř vůbec využít vnitřní tepelné zisky a vnější jen minimálně. Ty jsou pak především závislé na lidském faktoru regulace teploty ve vytápěném prostoru (uzavření radiátoru nebo otevření okna). U topného systému s ekvitermně řízeným zdrojem tepla a individuální regulací otopných těles pak využití

vnitřních tepelných zisků je velmi vysoké a využití vnějších tepelných zisků závisí hlavně na zastínění transparentních prvků. Proto je při výpočtech potřeb energií zohledněna možnost využití všech tepelných zisků. Celkový energetický zisk pak následně slouží ke kvantifikaci energetické potřeby budovy, resp. měrné potřeby energie, a potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody v režimu zohledňujícím tepelné zisky.

### 3.3.4. Roční potřeby energií

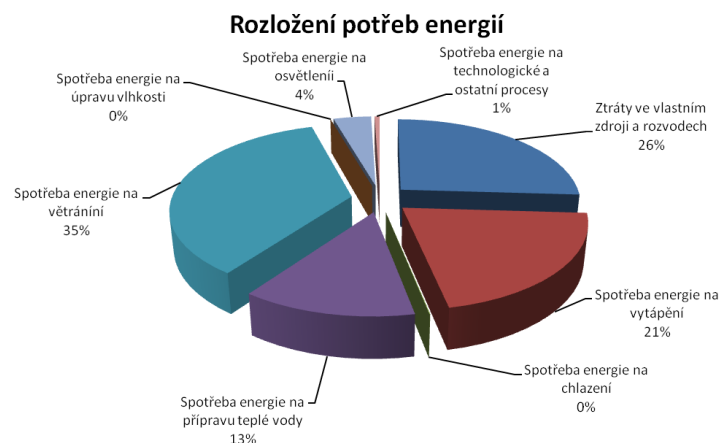
Celková tepelná ztráta budovy a využitelný energetický zisk, vytvořený vnitřními i vnějšími tepelnými zisky za otopné období, následně poslouží ke kvantifikaci potřeby energie budovy. Potřeba energie budovy slouží ke kvantifikaci množství energie, které je nutno dodat do budovy za daných klimatických podmínek, tak aby byla zajištěna v interiéru objektu tepelná pohoda prostředí.

*Tabulka roční potřeby tepla*

Měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Vytápění a větrání	GJ	538,7	429,4	326,3	176,0	23,0	0,0	0,0	0,0	20,3	174,7	338,1	477,1	2 503,6
Chlazení	GJ	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,6	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	2,0
Vlhčení	GJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Příprava TV	GJ	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	741,4
Osvětlení	GJ	17,0	14,0	11,6	9,5	7,8	7,3	7,3	7,8	9,7	11,5	13,9	16,8	134,3
Pomocná energie	GJ	2,4	2,1	1,8	1,2	1,1	0,5	0,5	0,5	1,2	2,0	2,1	2,4	17,9
<b>Celkem</b>	<b>GJ</b>	<b>619,8</b>	<b>507,3</b>	<b>401,6</b>	<b>248,6</b>	<b>93,9</b>	<b>70,1</b>	<b>70,2</b>	<b>70,6</b>	<b>93,1</b>	<b>250,0</b>	<b>415,9</b>	<b>558,0</b>	<b>3 399,2</b>

*Roční potřeby energií*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	$Q_{UT}$	kWh	695 449,5
Potřeba tepla pro ohřev TV	$Q_{TV}$	kWh	205 948,6
Potřeba energie na chlazení	$Q_{CH}$	kWh	565,4
Potřeba elektrické energie na osvětlení	$Q_{EE}$	kWh	37 295,5
Potřeba pomocné energie	$Q_{PE}$	kWh	4 963,8
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	$Q_{OZE}$	kWh	0,0
Celková roční potřeba energií	$EP$	kWh	944 222,7
Celková podlahová plocha	$A_c$	m <sup>2</sup>	7 505,8
Měrná spotřeba energie	$EP_A$	kWh/m <sup>2</sup> .rok	125,8
Měrná spotřeba energie na vytápění	$EP_{Vyt}$	kWh/m <sup>2</sup> .rok	92,7





### 3.4. Závěrečné zhodnocení hospodárnosti s nakládání s energií

Úroveň energetického hospodářství předmětu energetického auditu odpovídá době výstavby, kdy byly tepelné technické parametry obvodových konstrukcí značně poddimenzovány a kdy cena za tepelnou energii byla mnohonásobně nižší než nyní. Z hodnocení jednotlivých konstrukcí vyplývá, že nesplňují požadavek ČSN 73 0542 na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Za současného stavu obálka budovy nesplňuje požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla a je hodnocena jako **nehospodárná**. To je důvod, proč největší potřeba dodaných energií jde na vytápění.

Morálně a technicky zastaralý zdroj tepla spolu se čtyřtrubkovým vnějším rozvodem tepla nevytváří spolu se velkokapacitním zásobníkovým ohřevem TV ekonomický provoz.

Otopná tělesa nejsou osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlaviciemi, což neodpovídá Vyhlášce č. 193/2007Sb. §4, ods.1.

Proto, aby výpočtový model potřeby tepla odpovídal realitě, je nutné vypočtené hodnoty porovnat s naměřenými skutečnými spotřebami. Při tomto porovnání je nutné vzít do úvahy vlivy vstupujících do výpočtového modelu jako je délka topného období a vnější teplota během topného období (viz okrajové podmínky).

#### Porovnání výpočtového modelu

rok		2011	2012	2013
ukazatel	jednotka	hodnota	hodnota	hodnota
průměrná venkovní teplota během topné sezóny	°C	4,8	6,2	6,3
normový počet denostupňů	dK	3 397	3 397	3 397
skutečný počet denostupňů	dK	3 496	2 829	2 302
fakturovaná spotřeba tepla na vytápění	GJ	2 860,5	2 066,6	1 696,6
fakturovaná spotřeba tepla na vytápění přepočtená na norm. rok	GJ	2 779,5	2 481,6	2 504,0
teoretická potřeba tepla na vytápění	GJ	2 503,6	2 503,6	2 503,6
rozdíl	GJ	275,9	-22,0	0,4
	%	11,0	-0,9	0,0

Na základě výpočtového modelu je pak sestavena základní energetická bilance objektu.

#### Základní energetická bilance

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		GJ/rok	MWh	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 399,2	944,2	1 267,4
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 399,2	944,2	1 267,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	3 399,2	944,2	1 267,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	881,8	245,0	294,6
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	709,6	197,1	237,0
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	2,0	0,6	2,4
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	444,8	123,6	148,6
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	1 208,8	335,8	403,8
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	134,3	37,3	159,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	17,9	5,0	21,3

## 4. NÁVRH KONKRÉTNÍCH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

V dalších kapitolách jsou popsány opatření ve stavebních konstrukcích a v TZB, která vedou k úsporám energií a která jsou pro daný objekt vhodná. Z těchto uvedených opatření jsou pak sestaveny dvě varianty, které jsou navzájem porovnány jak po stránce energetických úspor, tak po stránce ekonomické výhodnosti.

### 4.1. Doporučená opatření ve stavebních konstrukcích

Stavební konstrukce podílející se na tepelné ztrátě objektu můžeme rozdělit na 4 hlavní části:

- obvodový plášť
- výplně otvorů
- střešní konstrukce
- podlahové konstrukce

Zlepšení tepelně technických parametrů stavebních konstrukcí pak lze provést následujícími nejběžnějšími způsoby úprav:

- zateplení obvodového pláště
- snížení infiltrace oken a dveří
- výměna výplní otvorů
- zateplení střechy
- zateplením podlah nad nevytápěnými prostory

#### 4.1.1. Zateplení obvodového pláště

Stávající konstrukce obvodového pláště (mimo stěn mansardy nástavby školy) doporučuji zateplit kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z desek stabilizovaného polystyrénu (PPS) nebo minerální vlny (MV) s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou, a to tak aby bylo dosaženo doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .

Zateplení obvodového pláště musí proběhnout po obvodu celého objektu. Zateplení musí být provedeno minimálně od spodní hrany podlahy (soklu) až po mansardu, aby se vyloučily tepelné mosty. V případě, že by zateplení probíhalo od úrovně země, doporučuji z důvodu nasákavosti polystyrénu zateplení do úrovně min cca 0,5 m provést z extrudovaného polystyrénu. V případě zateplení základů doporučuji z důvodu nasákavosti polystyrénu zateplení od úrovně min cca 0,5 m pod terénem provést z extrudovaného polystyrénu. V návaznosti na zateplení obvodového pláště doporučuji zateplit svislé ostění a nadpraží oken a dveří včetně zateplení pod parapetními plechy. Před zateplením musí být objekt sanován proti zemní vlhkosti.

#### 4.1.2. Výměna výplní otvorů

Výplně otvorů, mimo nová plastová okna a dveře, které splňují požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla, doporučuji v obou variantách výplně otvorů kompletně vyměnit za nová s celkovým doporučeným součinitelem prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  resp.  $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  pro dveřní výplně z částečně vytápěných prostor.

#### 4.1.3. Zateplení střech a stropů

Stávající konstrukce střech nevyhovují ČSN 73 0540-2 z hlediska součinitele prostupu tepla. Proto doporučuji po odstranění stávající tepelné izolace zateplit ploché střechy objektu ubytovny a tělocvičny na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Střechu přístavby šaten a školy doporučuji ponechat ve stávajícím stavu.

#### 4.1.4. Zateplení podlahy

Stávající konstrukce podlah 1.NP nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2 hlediska součinitele prostupu tepla. Realizací zateplení by se dosáhlo poměrně malých úspor tepla, a proto doporučuji tyto konstrukce ponechat v stávajícím stavu. Zateplení podlahy nad vedlejším vstupem do kuchyně objektu školy je řešeno v rámci zateplení obvodového pláště.

#### 4.1.5. Navržené tloušťky tepelné izolace

konstrukce	tl. izolace	Tepelná vodivost izolantu $\lambda$
Stěna obvodová	140 mm EPS, MV	$0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Stěna obvodová sokl	100 mm XPS	$0,031 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Stěna obvodová - štít školy	100 mm EPS, MV	$0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Střecha plochá	300 mm EPS	$0,037 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

*Poznámka: Uvedené minimální tloušťky jsou pro tepelnou izolaci, nikoli pro celý zateplovací systém, tepelně technické vlastnosti tepelného izolantu viz projektová dokumentace.*

## 4.2. Doporučená opatření v TZB

Opatření v TZB můžeme rozdělit na 6 hlavních částí:

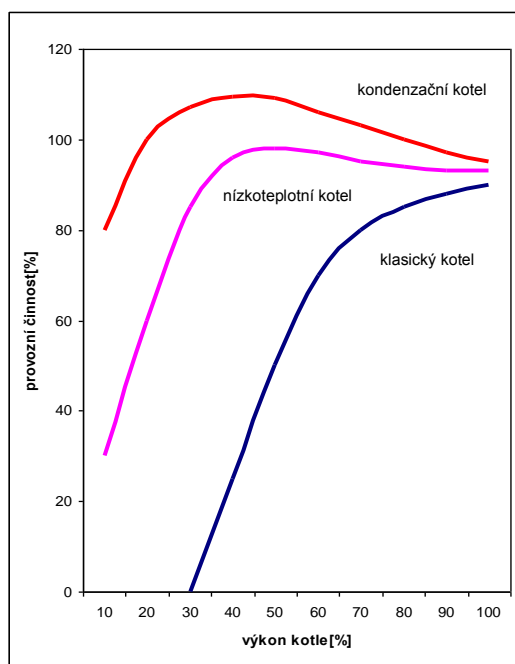
- zdroj tepla a ohřev TV
- otopná soustava
- tepelné izolace
- energetické manažerství
- elektroinstalace
- obnovitelné zdroje energie

### 4.2.1. Zdroj tepla a ohřev TV

Zdroj tepla je technicky a morálně zastaralý. Po zateplení dojde ke značnému snížení tepelné ztráty objektu a stávající zdroj tak bude předimenzován. Proto může docházet v provozu zejména v přechodných obdobích k cyklování kotlů (neustálé zapínání a vypínání kotle), toto cyklování snižuje životnost kotle a také provozní účinnost (spálí se více zemního plynu než je potřeba). Proto doporučuji po zateplení objektu zrušit stávající kotelnu včetně venkovních rozvodů a v prostorách předávacích stanic na základě PD vybudovat kotelny nové, jejichž celkový výkon bude odpovídat novým přípojným hodnotám  $Q_{přip} = 0,75 \cdot (Q_{Vytápění} + Q_{VZT} + Q_{Zátop}) + Q_{TV}$ .

Ohřev TV bude řešen jako rychloohřev deskovým výměníkem s vyrovnávacím zásobníkem. Výkon a objem bude upřesněn dle skutečných spotřeb TV a po dohodě s provozovatelem. Způsob ohřevu TV lze řešit jako přednostní, kdy je v případě potřeby upřednostněn ohřev TV před vytápěním.

Protože po zateplení dojde u otopného systému k předimenzování otopné plochy a otopná soustava se stane nízkoteplotní, doporučuji instalovat kotle kondenzační, které mají nejlepší účinnostní charakteristiku (viz graf).



Účinnostní charakteristika jednotlivých typů kotlů

Součástí nových zdrojů bude i MaR, která kromě hlídání poruchových stavů bude zajišťovat kaskádovou regulaci výkonu kotlů v závislosti na venkovní teplotě, ekvitermní regulaci všech topných okruhů a regulaci ohřevu TV v přednostním režimu.

Veškerá elektrická zařízení jako oběhová čerpadla budou navrženy v energetické třídě „A“.

#### 4.2.2. Otopná soustava

Je chybou domnívat se, že potřebné snížení toku tepla do domu po jeho zateplení zajistí v plném rozsahu například pouze instalace termostatických ventilů bez jakýchkoli dalších zásahů - změny velikosti topné plochy nebo snížení teploty topné vody (přechodem na tzv. nízkoteplotní vytápění). Termostatické ventily (TRV) jsou určeny pouze pro zachycení nahodilých tepelných zisků od sluneční zátěže a vnitřních zdrojů tepla. Aby tuto základní funkci každý ventil plnil, musí být splněny základní podmínky jeho instalace.

- otopné těleso musí být správně nadimenzováno - podle skutečné tepelné ztráty místnosti;
- topná voda musí být ekvitermně regulována podle aktuální topné křivky pro danou budovu nebo zónu;
- musí být zajištěny správné tlakové poměry pro správnou a bezhlučnou funkci termostatického ventilu (max. 10 kPa tlakového spádu na ventilu);
- na TRV nesmí působit neodtlučené kmity z jiných armatur nebo z hlavních potrubních rozvodů (po instalaci TRV nabývá otopná soustava (OS) všechny nové znaky vyplývající ze změny z konstantní na proměnný průtok);
- musí být splněny podmínky na čistotu topné vody.

Pokud není správně navrženo otopné těleso (podmínka ad 1)) nebo není-li topná voda ekvitermně regulována (podmínka ad 2)), je termostatický ventil schopen do jisté, omezené míry toto předimenzování korigovat. Už však není schopen plnit svou základní funkci, není schopen patřičně dlouhodobě reagovat na nahodilé tepelné zisky. Může se tak drasticky snížit jeho životnost.

V prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C, jako jsou chodby, toalety, skladové prostory apod. je vhodné termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti. To znamená, je-li prostor vytápěn na 15°C je nutné hlavici zablokovat v rozmezí  $\ast \div 2$  (číslici 2 odpovídá teplota 15°C, symbol  $\ast$  odpovídá protimrazové ochraně) apod. V případě, že by hlavice byla nastavena na hodnotu vyšší, přestal by termostatický ventil plnit svoji funkci a tyto prostory by byly trvale přetápěny.

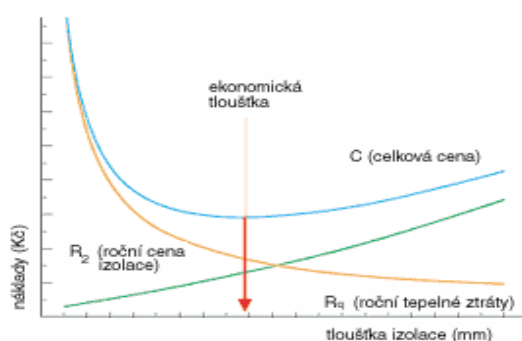
Proto je navrženo nejdříve zkontrolovat všechna tělesa a doinstalovat termostatické hlavice (splnění vyhlášky č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.). Po zateplení objektu přepočítat tepelné ztráty všech místností a na základě výsledku nastavit ekvitermní regulaci (topné křivky, noční útlumy, začátek a konec topné sezóny a pod), MaR musí být funkční. Dále zablokovat termostatické hlavice ve společných prostorách (chodby, skladové prostory apod.) na teplotě odpovídající dané místnosti.

#### 4.2.3. Tepelné izolace

To jak má být provedena tepelná izolace rozvodů, v jaké tloušťce a z jakého materiálu předepisuje Vyhláška č.193/2007 Sb.,

Pro tepelné izolace rozvodů je nutné použít materiál mající součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  menší nebo roven 0,040 W/m.K. Minimální tloušťka tepelné izolace armatur se volí stejná jako u potrubí téže jmenovité světlosti.

Pro rozvody teplovodních médií je nejdůležitějším faktorem návrh nejhospodárnější tloušťky izolace. Nejhospodárnější tloušťka izolace je taková, u níž je součet nákladů na tepelné ztráty a ceny izolačního systému za dané časové období nejmenší. Větší tloušťka izolace snižuje tepelné ztráty, a tím i s nimi spojené náklady, zároveň ale zvyšuje cenu izolačního systému.



Cena izolace není lineární funkcí tloušťky izolace, při silnější izolaci se cena izolačního systému zvyšuje rychleji než snižování nákladů na tepelné ztráty. Je třeba vždy hledat kompromis s nejnižšími náklady. Nejhospodárnější tloušťku izolace lze stanovit více způsoby. Zde je popsána metoda minimálních celkových nákladů. K ročním nákladům na různé tloušťky izolace (roční cena materiálu, roční cena instalace, náklady na údržbu) jsou přičteny roční náklady na tepelné ztráty. Roční cenu materiálu získáme jako podíl celkové ceny izolace a plánované doby životnosti izolačního systému, dtto u roční ceny instalace. Tloušťka s nejnižšími celkovými náklady se nazývá ekonomická tloušťka izolace. Popsaná metoda je ilustrována v uvedeném grafu.

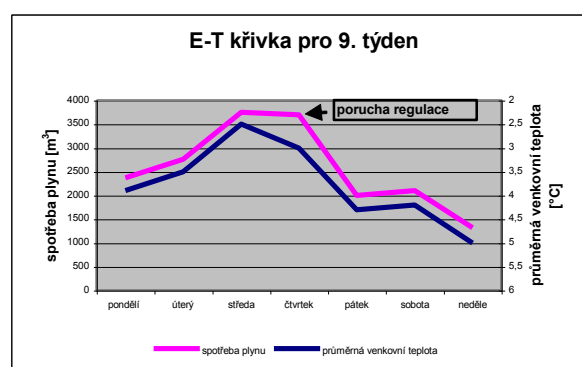
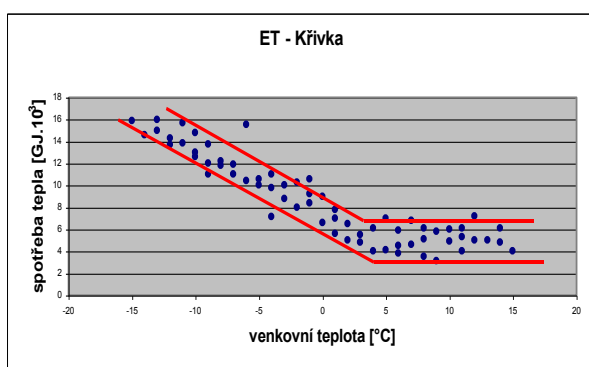
Doporučuji zkontrolovat a popřípadě opravit tepelné izolace rozvodů vytápění a TV.

#### 4.2.4. Energetické manažerství

Základem obecných zásad s hospodaření s energiemi je především informovanost uživatelů jak se energeticky chovat. Uživatelé objektu musí být seznámeni s funkcí a nastavením termostatických ventilů, co znamenají symboly na termostatické hlavici a jak správně tuto hlavici nastavit, aby nedošlo k přetápění. Další zásadou energetického chování je způsob větrání místností. Toto větrání musí být krátkodobé a intenzivní, při tomto větrání musí být termostatické hlavice zavřené, aby nedocházelo k úniku tepla apod.

Energetické manažerství je metoda, která na základě pravidelného sledování a zapisování stavu spotřeby tepla pro ústřední vytápění srovnává skutečnou spotřebu tepla pro vytápění v závislosti na venkovní teplotě a teoretickou potřebu tepla pomocí programového modelování.

Toto sledování je možné provádět v základním případě do nakresleného grafu nebo podle možnosti do jednoduchého grafu např. v tabulkovém procesoru EXCEL, kde budou uvedeny závislosti spotřeby plynu na venkovní teplotě. Vhodné je vytvoření tzv. ET-křivky, což je energeticko-teplotní diagram. Na horizontální osu tohoto diagramu je vynášena průměrná týdenní teplota a na vertikální osu je vynášena týdenní spotřeba energie na vytápění. Průměrnou týdenní teplotu je pak vhodné vypočítat z průměrných denních teplot. Průměrná denní teplota venkovního vzduchu  $t_{er}$  se určí aritmetickým průměrem venkovních teplot měřených v 7, 14 a 21 hodin, přičemž teplota ve 21 hodin se uvažuje dvakrát. Každý záznam je v grafu reprezentován jedním bodem. Čára proložená těmito body se nazývá ET-křivka. Tuto křivku ohraničíme horní a dolní limitou. Pokud se potom bod grafu výrazně vychýlí z limitních hodnot, došlo k poruše řídicího systému a regulace a měla by se provést opatření na odstranění těchto poruch.



Nevýhodou týdenního sledování a vyhodnocování spotřeby zemního plynu je, že v případě poruchy je zásah proveden až s týdenním zpožděním, kdy zejména u většího zdroje tepla může jít i o velké množství paliva. Daleko přesnější je pak sledování denní spotřeby paliva a venkovní teploty. Průměrná venkovní teplota se určí stejným způsobem jako v předešlém případě.

V dalším grafu je uvedena spotřeba paliva a průměrná venkovní teplota během týdne otopné sezóny. Tyto spotřeby a teploty jsou pak spojeny do dvou křivek. Je-li regulační systém v pořádku, pak křivka denních teplot a křivka spotřeby paliva mají obdobný průběh. Začnou – li se body od sebe vzdalovat, nebo se křivky navzájem protínají, znamená to vždy poruchu a to buď na systému regulace, nebo na zařízení zdroje. Výhodou je, že je možné ihned během krátké doby sjednat nápravu.

Základem tohoto opatření je pravidelné sledování spotřeb energií, jejich vyhodnocování a dle potřeb přenastavování ekvitermní regulace (nastavení týdenního režimu vytápění a ohřevu TV včetně nočních a víkendových útlumů, sklonu ekvitermních křivek apod.)

#### 4.2.5. Elektroinstalace

Jednou z možností úspory elektrické energie je instalování energeticky a ekonomicky úsporných elektrospotřebičů a osvětlení.

Energetickou spotřebu elektrického osvětlení můžeme ovlivnit zejména volbou vhodných světelných zdrojů, konstrukcí a materiálem svítidel, způsobem osvětlení, úpravou ploch ovlivňujících osvětlení prostoru, osvětlovací soustavou a způsobem ovládání a regulace osvětlení. Ovládání

osvětlovacích soustav může nejen zvýšit komfort uživatelů, ale může mít také vliv na spotřebu elektrické energie na osvětlení. Většina lidí si rozsvítí umělé osvětlení, aby měla dostatek světla pro svoji činnost, ale málo kdo osvětlení vypne, když je již nepotřebuje. Z tohoto důvodu se v praxi stále častěji využívá automatické spínání osvětlení pomocí fotočidel (v závislosti na hladině denního osvětlení) a pomocí pohybových čidel (podle pohybu osob v osvětlovaném prostoru). Osvětlení je pak v provozu pouze, když je potřeba, ale pokud svítí, tak naplno. V prostorách s nízkou intenzitou denního osvětlení je proto vhodné instalovat pohybová čidla, která sepnou osvětlení pouze v prostoru pohybu osob. Tímto způsobem je možné zabránit zbytečnému osvětlení celých prostor.

Na spotřebě elektrické energie se nemalou měrou podílí i elektrospotřebiče ve zdroji tepla. Jedná se zejména o oběhová čerpadla vytápění a cirkulační čerpadla TV. Úspor elektrické energie lze dosáhnout jednak instalací energeticky úsporných elektrospotřebičů, jednak způsobem provozu. V otopných soustavách s termostatickými ventily se využívají čerpadla s elektronicky řízenými otáčkami, které dodávají jen tolik čerpací práce, kolik je v otopné soustavě momentálně potřeba. To znamená, že v případě uzavírání TR ventilů z důvodu tepelných zisků, čerpadlo snižuje své otáčky a tím spotřebovává méně elektrické energie. Další úspor elektrické energie lze dosáhnout časovým řízením cirkulačních čerpadel TV. V době, kdy není odběr teplé vody, je možné cirkulační čerpadlo vypnout. Tím je možné šetřit nejen elektrickou energii pro pohon čerpadla, ale i tepelnou energii pro dohřívání zásobníku, protože teplá voda v zásobníku zbytečně nepokrývá tepelné ztráty v cirkulačním potrubí.



### 4.3. Energeticko-ekonomické vyhodnocení navržených opatření

V následující tabulce jsou uvedeny navržená úsporná opatření, předpokládané výdaje a úspory, které lze realizací opatření dosáhnout. Z těchto opatření jsou pak v další kapitole sestaveny variantní návrhy úspor energií.

*Energeticko-ekonomické vyhodnocení jednotlivých opatření*

název opatření	pořizovací výdaje tis. Kč	výdaje na energetický úsporný projekt tis. Kč	úspora energie		úspora výdajů tis. Kč	úspora celkem tis. Kč	prostá doba návratnosti roky
			MWh/rok	tis. Kč			
1 Výměna výplní otvorů na doporučenou hodnotou součinitele U	4 175,6	2 505,4	86,1	103,5	0,0	103,5	24,2
2 Zateplení obvodového pláště na doporučenou hodnotu součinitele U	3 242,8	1 945,7	59,6	71,7	0,0	71,7	27,1
3 Zateplení střešních konstrukcí na doporučenou hodnotou součinitele U	3 632,9	1 453,2	24,0	28,8	0,0	28,8	50,4
4 Rekonstrukce zdroje tepla - lokální plynové kotelny	1 750,0	1 750,0	203,4	244,7	0,0	244,7	7,2
5 Instalace TR ventilů	300,0	300,0	34,8	41,9	0,0	41,9	7,2
5 Energetický management	12,0	12,0	22,5	27,1	0	27,1	0,4

Při sestavování variant nelze celkovou hodnotu úspor brát jako součet jednotlivých opatření. Je to z toho důvodu, že celková hodnota úspor navržené varianty zahrnuje synergické efekty jednotlivých opatření, které se v mnoha případech navzájem prolínají a doplňují.

#### 4.4. Návrh variantních řešení úspor energie

Výše navržená úsporná opatření na stavebních konstrukcích jsou rozdělena do dvou variant a zkombinována s opatřeními v TZB. Opatření ve stavebních konstrukcích jsou navržena tak, aby v první variantě byly splněny požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, a ve druhé variantě tam, kde je to technicky možné doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla.

##### 4.4.1. Varianta č. 1

###### Stavební část (viz kap. 4.1)

1. Výměna výplní otvorů (mimo nová plastová okna a dveře) za nová s celkovou hodnotou doporučeného součinitele prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  resp.  $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  ;
2. Zateplení obvodových stěn objektu mimo stěn mansardy nástavby školy na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
3. Zateplení plochých střech ubytovny a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;

###### TZB (viz kap.4.2)

1. Instalace TR ventilů;
2. Zavedení energetického manažerství;

##### 4.4.2. Varianta č.2

###### Stavební část (viz kap.4.1)

1. Výměna výplní otvorů (mimo nová plastová okna a dveře) za nová s celkovou hodnotou doporučeného součinitele prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  resp.  $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  ;
2. Zateplení obvodových stěn objektu mimo stěn mansardy nástavby školy na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
3. Zateplení plochých střech ubytovny a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;

###### TZB (viz kap.4.1)

1. Rekonstrukce zdroje tepla, instalace lokálních kotlen v předávacích stanicích;
2. Instalace TR ventilů;
3. Zavedení energetického manažerství;

#### 4.4.3. Další doporučení pro energeticky vědomý provoz

- zkontrolovat všechna tělesa a doinstalovat termostatické hlavice (splnění vyhlášky č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.)
- na základě stavební PD zateplení objektu nechat provést přepočty tepelných ztrát jednotlivých místností a velikost otopné plochy, dimenze potrubí, topných křivek a na základě výsledků přenastavit dodavatelem tepla ekvitermní regulace;
- plně využívat MaR pro nastavení topných křivek a útlumů vytápění, zejména noční a víkendové útlumy vytápění;
- v případě ohřevu TV je nutné pamatovat na hygienické předpisy a především na ochranu proti Legionelám;
- nechat provést měření osvětlovací soustavy autorizovanou firmou a v prostorách, ve kterých nebudou splněny hygienické předpisy instalovat nové úsporné osvětlení;
- podrobnosti účinnosti užití energie při jejím rozvodu nově stanovuje Vyhláška č.193/2007 Sb. (stav a provedení regulačních armatur a tepelných izolací), provést nové zaizolování rozvodů v technickém suterénu;
- pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody stanovuje Vyhláška č. 194/2007 Sb.
- pravidla o kontrolách kotlů a rozvodů energie stanovuje Vyhláška č. 194/2013 Sb.

## 5. ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

### 5.1. Varianta č.1

#### *Tepelné ztráty*

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střecha	výplně otvorů	tepelné vazby	větrání	celkem
<b>Tepelná ztráta [W]</b>	17 702	33 316	16 476	50 284	15 172	126 246	259 195

#### *Klasifikační třída obálky budovy*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,33
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,44
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N,rec</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,33
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,38
Klasifikační ukazatel	CI		0,85
Klasifikace obálky budovy			C
Slovní vyjádření			Vyhovující

#### *Tabulka roční potřeby tepla*

Měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Vytápění a větrání	GJ	425,2	334,7	249,1	130,2	17,4	0,0	0,0	0,0	14,4	130,9	261,8	375,4	1 939,0
Chlazení	GJ	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	2,9
Vlhčení	GJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Příprava TV	GJ	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	61,8	741,4
Osvětlení	GJ	17,0	14,0	11,6	9,5	7,8	7,3	7,3	7,8	9,7	11,5	13,9	16,8	134,3
Pomocná energie	GJ	2,4	2,1	1,8	1,2	1,1	0,5	0,5	0,5	1,2	2,0	2,1	2,4	17,9
<b>Celkem</b>	<b>GJ</b>	<b>506,3</b>	<b>412,6</b>	<b>324,4</b>	<b>202,9</b>	<b>88,5</b>	<b>70,2</b>	<b>70,3</b>	<b>70,7</b>	<b>87,3</b>	<b>206,3</b>	<b>339,6</b>	<b>456,3</b>	<b>2 835,5</b>

#### *Roční potřeby energií*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q <sub>UT</sub>	kWh	538 616,3
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q <sub>TV</sub>	kWh	205 948,6
Potřeba energie na chlazení	Q <sub>CH</sub>	kWh	811,0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q <sub>EE</sub>	kWh	37 295,5
Potřeba pomocné energie	Q <sub>PE</sub>	kWh	4 963,8
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q <sub>OZE</sub>	kWh	0,0
Celková roční potřeba energií	EP	kWh	787 635,2
Celková podlahová plocha	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	7 505,8
Měrná spotřeba energie	EP <sub>A</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	104,9
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP <sub>vyt</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	72,2

## 5.2. Varianta č.2

### Tepelné ztráty

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střecha	výplně otvorů	tepelné vazby	větrání	celkem
<b>Tepelná ztráta [W]</b>	17 702	33 316	16 476	50 284	15 172	126 246	259 195

### Klasifikační třída obálky budovy

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,33
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,44
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N,rec</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,33
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,38
Klasifikační ukazatel	CI		0,85
Klasifikace obálky budovy			C
Slovní vyjádření			Vyhovující

### Tabulka roční potřeby tepla

Měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Vytápění a větrání	GJ	350,0	275,5	206,4	108,2	15,0	0,2	0,1	0,2	12,5	108,7	215,6	309,0	1 601,2
Chlazení	GJ	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	2,9
Vlhčení	GJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Příprava TV	GJ	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	46,3	556,1
Osvětlení	GJ	17,0	14,0	11,6	9,5	7,8	7,3	7,3	7,8	9,7	11,5	13,9	16,8	134,3
Pomocná energie	GJ	2,4	2,2	1,8	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	1,3	2,0	2,1	2,4	19,4
<b>Celkem</b>	<b>GJ</b>	<b>415,7</b>	<b>338,0</b>	<b>266,3</b>	<b>165,6</b>	<b>70,7</b>	<b>55,4</b>	<b>55,4</b>	<b>55,8</b>	<b>70,0</b>	<b>168,6</b>	<b>277,9</b>	<b>374,5</b>	<b>2 313,9</b>

### Roční potřeby energií

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q <sub>UT</sub>	kWh	444 789,8
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q <sub>TV</sub>	kWh	154 461,5
Potřeba energie na chlazení	Q <sub>CH</sub>	kWh	811,0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q <sub>EE</sub>	kWh	37 295,5
Potřeba pomocné energie	Q <sub>PE</sub>	kWh	5 389,4
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q <sub>OZE</sub>	kWh	0,0
Celková roční potřeba energií	EP	kWh	642 747,2
Celková podlahová plocha	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	7 505,8
Měrná spotřeba energie	EP <sub>A</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	85,6
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP <sub>Vyt</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	59,7

### 5.3. Upravená roční energetická bilance

varianta č. 1

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ/rok	MWh	tis. Kč/rok	GJ/rok	MWh	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 399,2	944,2	1 267,4	2 835,5	787,6	1 079,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 399,2	944,2	1 267,4	2 835,5	787,6	1 079,9
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)	3 399,2	944,2	1 267,4	2 835,5	787,6	1 079,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	881,8	245,0	294,6	752,2	209,0	251,3
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	709,6	197,1	237,0	274,6	76,3	91,7
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	2,0	0,6	2,4	2,9	0,8	3,5
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	444,8	123,6	148,6	444,8	123,6	148,6
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	1 208,8	335,8	403,8	1 208,8	335,8	403,8
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)	134,3	37,3	159,7	134,3	37,3	159,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	17,9	5,0	21,3	17,9	5,0	21,3

varianta č. 2

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ/rok	MWh	tis. Kč/rok	GJ/rok	MWh	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 399,2	944,2	1 267,4	2 313,9	642,7	906,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 399,2	944,2	1 267,4	2 313,9	642,7	906,9
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	3 399,2	944,2	1 267,4	2 313,9	642,7	906,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	881,8	245,0	294,6	229,1	63,6	76,5
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	709,6	197,1	237,0	303,3	84,3	101,3
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	2,0	0,6	2,4	2,9	0,8	3,5
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	444,8	123,6	148,6	444,8	123,6	148,6
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	1 208,8	335,8	403,8	1 180,0	327,8	394,2
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)	134,3	37,3	159,7	134,3	37,3	159,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	17,9	5,0	21,3	19,4	5,4	23,1

## 6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V ekonomických výpočtech je uvažováno s cenovou úrovní roku realizace projektu. Peněžní toky projektu se posuzují bez vlivu předpokládané státní podpory a neobsahují náklady na opatření k odstranění zanedbané údržby. Náklady na zanedbanou údržbu zahrnují potřebné náklady na opravy vad stavebních konstrukcí, vady hydroizolací, deformace a netěsnosti okenních rámců a křídel, nátěry oken, opravy izolací potrubí, nefunkční armatury, náklady na splnění platné legislativy apod.

Doba hodnocení jednotlivých variant je uvažována v horizontu 30 let, s diskontní sazbou 5%.

### 6.1. Postup vyhodnocení ekonomické efektivity

Základními používanými parametry používanými vyhláškou jsou:

- prostá doba návratnosti;
- reálná doba návratnosti;
- čistá současná hodnota NPV (z anglického Net Present Value)
- vnitřní výnosové procento IRR (z anglického Internal Rate of Return);

Prostá doba návratnosti nebo doba splacení investice, je rovna

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

- |     |    |   |
|-----|----|---|
| kde | IN | jsou investiční výdaje projektu                           |
|     | CF | roční přínosy projektu (cash-flow, změna peněžních toků). |

Reálná doba návratnosti, doba splacení investice při uvažování diskontní sazby  $T_{sd}$  se vypočte z podmínky

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

- |     |              |                        |
|-----|--------------|------------------------|
| kde | $CF_t$       | roční přínosy projektu |
|     | $r$          | diskont                |
|     | $(1+r)^{-t}$ | odúročitel.            |

Čistá současná hodnota (NPV) je rovna

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

- |     |       |                                       |
|-----|-------|---------------------------------------|
| kde | $T_z$ | doba životnosti (hodnocení) projektu. |
|-----|-------|---------------------------------------|

Vnitřní výnosové procento (IRR) se vypočte z podmínky

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

Aby bylo možné úsporné opatření doporučit, je nutné, aby splňovalo následující podmínky (ve skutečnosti je možností více):

- ✓ reálná doba návratnosti musí být kratší, než je technická a morální doba života použitých technických prostředků;
- ✓ čistá současná hodnota musí být kladná, přičemž její absolutní hodnota nesmí mít vzhledem k výši investic nesrovnatelná;
- ✓ vnitřní výnosové procento musí být dostatečně vysoké, vyšší než je inflace povýšená o rizikový faktor.

Za optimální variantu je pak považována ta z posuzovaných variant, která dosahuje nejlepších hodnot NPV a IRR a minima reálné doby návratnosti resp. prosté doby návratnosti.

## 6.2. Ekonomické porovnání jednotlivých variant

Význam	Symbol	1. Varianta	2. Varianta	jednotka
Celkové výdaje na energeticky úsporný projekt	IN	11 063,27	12 813,3	tis. Kč
Změna nákladů na energie	-	187,6	360,5	tis. Kč
Změna ostatních provozních nákladů	-	0,0	0,0	tis. Kč
změna osobních nákladů		0,0	0,0	tis. Kč
změna ostatních provozních nákladů		0,0	0,0	tis. Kč
změna nákladů na emise a odpady		0,0	0,0	tis. Kč
Změna tržeb		0,0	0,0	tis. Kč
Přínosy projektu celkem	CF	187,6	360,5	tis. Kč
Doba hodnocení	-	20	20	roky
Roční růst energie		3	3	%
Diskont	r	2,00	2,00	%
Prostá doba návratnosti	Ts	> Tž	17,0	roky
Reálná doba návratnosti	Tsd	> Tž	20,0	roky
Čistá současná hodnota	NPV	-1 912,33	103,3	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	-1,36	2,12	%
Projekt je:		neziskový	ziskový	

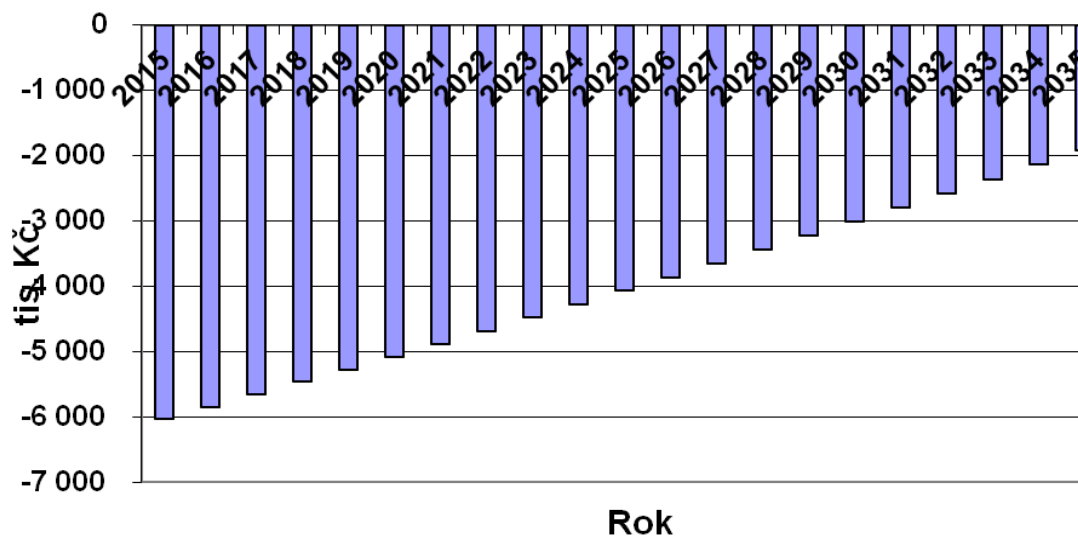
Jak už bylo řečeno, je nutné jednotlivá navržená opatření nevytrhávat z kontextu, ale brát uvedené varianty jako komplexní realizaci jednotlivých opatření. Z tohoto důvodu bylo provedeno celkové ekonomické hodnocení jednotlivých variant s uvažováním realizace všech navržených opatření.

Z hlediska doby návratnosti je druhá varianta výhodnější. Druhým kritériem hodnocení je dosažená výše čisté současné hodnoty NPV a vnitřního výnosového procenta IRR. Tato kritéria jsou pro ekonomické hodnocení projektu významnější než je doba návratnosti. Budou-li se jednotlivé varianty hodnotit podle hlediska NPV, pak nejvýhodnější je realizace opatření uvedených ve druhé variantě.



varianta č.1

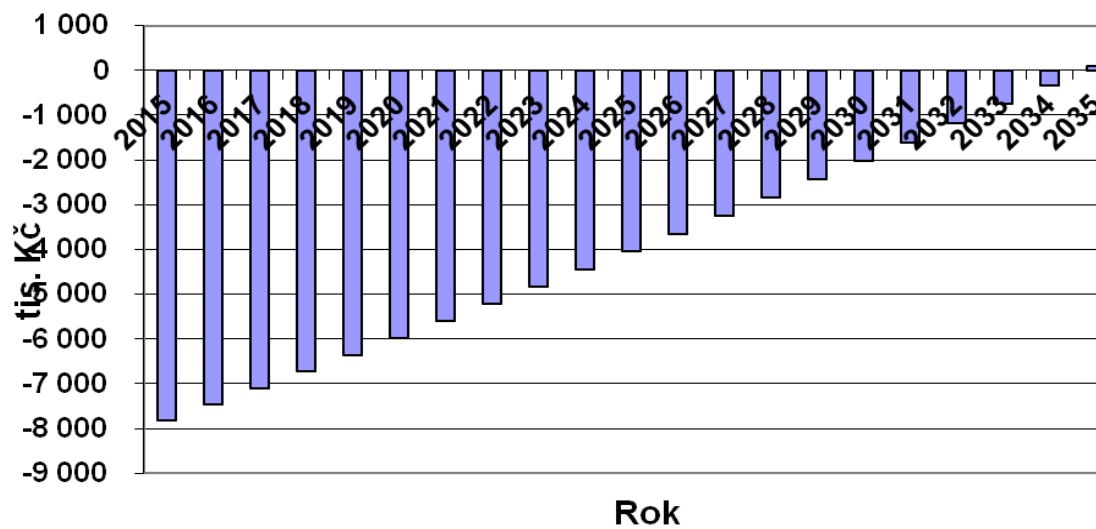
### Kumulovaný diskontovaný cash flow



■ Kumulovaný diskontovaný..

varianta č.2

### Kumulovaný diskontovaný cash flow



■ Kumulovaný diskontovaný..

Variantha	1			2		
investiční náklady tis. Kč	11 063,3			12 813,3		
výnosy tis. Kč	187,6			360,5		
diskontní sazba	2,0%			2,0%		
vnitřní výnosové procento	-1,4%			2,1%		
doba hodnocení roky	20			20		
roky	CF	NPV	PI	CF	NPV	PI
2015	0,0	-6 034,3	1,020	0,0	-7 819,3	1,020
2016	187,6	-5 846,8	1,000	360,5	-7 458,8	1
2017	193,2	-7 094,8	0,980	371,3	-7 094,8	0,98
2018	199,0	-5 466,1	0,961	382,4	-6 727,2	0,961
2019	205,0	-5 273,0	0,942	393,9	-6 356,0	0,942
2020	211,1	-5 078,0	0,924	405,7	-5 981,2	0,924
2021	217,4	-4 881,0	0,906	417,9	-5 602,6	0,906
2022	224,0	-4 682,2	0,888	430,4	-5 220,4	0,888
2023	230,7	-4 481,3	0,871	443,4	-4 834,4	0,871
2024	237,6	-4 278,6	0,853	456,7	-4 444,7	0,853
2025	244,7	-4 073,8	0,837	470,4	-4 051,1	0,837
2026	252,1	-3 867,0	0,820	484,5	-3 653,7	0,82
2027	259,6	-3 658,2	0,804	499,0	-3 252,3	0,804
2028	267,4	-3 447,3	0,788	514,0	-2 847,1	0,788
2029	275,4	-3 234,4	0,773	529,4	-2 437,8	0,773
2030	283,7	-3 019,4	0,758	545,3	-2 024,6	0,758
2031	292,2	-2 802,3	0,743	561,6	-1 607,3	0,743
2032	301,0	-2 583,0	0,728	578,5	-1 185,9	0,728
2033	310,0	-2 361,7	0,714	595,8	-760,3	0,714
2034	319,3	-2 138,1	0,700	613,7	-330,6	0,7
2035	328,9	-1 912,3	0,686	632,1	103,3	0,686

## 7. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Účelem environmentálního vyhodnocení je posouzení dopadu jednotlivých navrhovaných variant na zátěž životního prostředí.

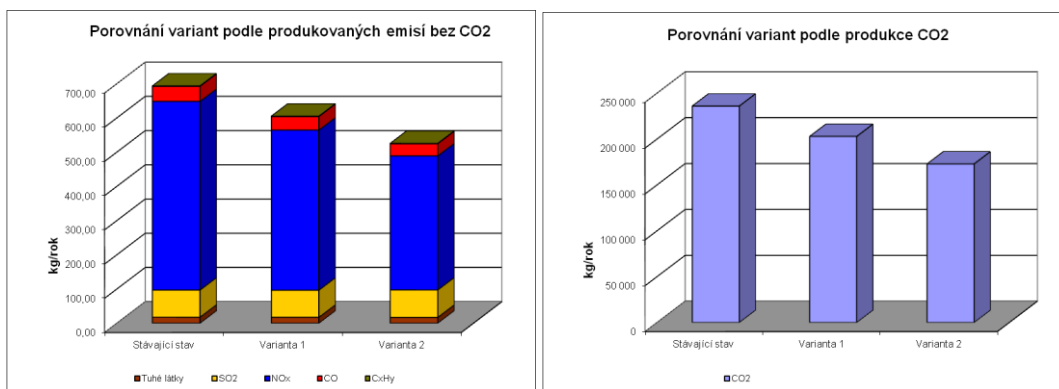
Energetické hospodářství zahrnuje tepelnou energii získávanou spalováním zemního plynu a elektrickou energii, které jsou vyráběny především v hnědouhelných elektrárnách. Dopad na životní prostředí pak zahrnuje emise jak ze zdroje výroby tepla, tak výroby elektrické energie. Navrhovanými opatřeními dochází ke snížení potřeby tepelné energie pro vytápění. Tím dojde i ke snížení emisí škodlivých látek do ovzduší. Hodnoty emisí jsou vypočítány dle přílohy č.6 vyhlášky č.480/2012Sb.

### Globální environmentální vyhodnocení – varianta č.1

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.1 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,01784	0,01751	0,00033
SO <sub>2</sub>	0,07915	0,07915	0,00000
NO <sub>x</sub>	0,55077	0,46786	0,08291
CO	0,04406	0,03959	0,00448
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,00105	0,00092	0,00013
CO <sub>2</sub>	235,65561	202,79942	32,85619

### Globální environmentální vyhodnocení – varianta č.2

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.2 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,01784	0,01736	0,00048
SO <sub>2</sub>	0,07915	0,07995	-0,00080
NO <sub>x</sub>	0,55077	0,39179	0,15898
CO	0,04406	0,03562	0,00844
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,00105	0,00080	0,00025
CO <sub>2</sub>	235,65561	172,82799	62,82763



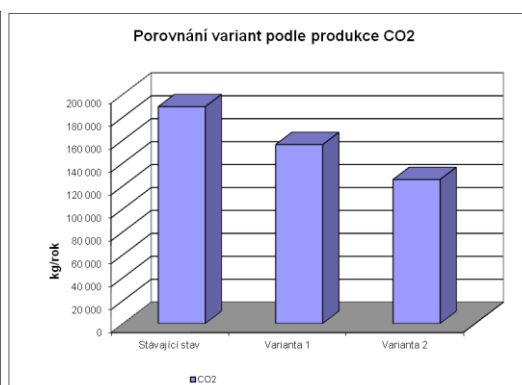
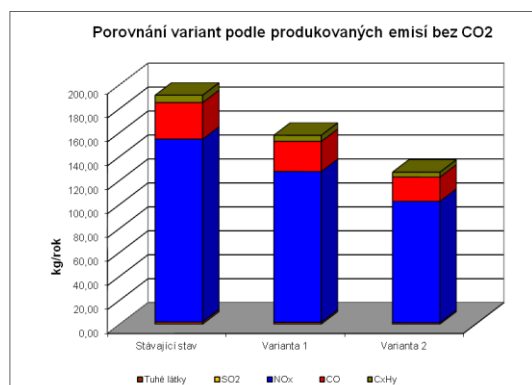
Poznámka: palivový mix dle dodavatele EE tvoří: 52,43% energetické uhlí; 2,78% zemní plyn; 0,26% topný olej; 37,94% jaderná energie; 3,48% vodní energie; 0,58% ostatní OZ; 1,52% neuvedeno.

*Lokální environmentální vyhodnocení – varianta č.1*

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.1 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,00191	0,00157	0,00033
SO <sub>2</sub>	0,00000	0,00000	0,00000
NO <sub>x</sub>	0,15248	0,12595	0,02653
CO	0,03050	0,02519	0,00531
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,00610	0,00504	0,00106
CO <sub>2</sub>	188,84091	155,98472	32,85619

*Lokální environmentální vyhodnocení – varianta č.2*

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.2 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,00191	0,00127	0,00064
SO <sub>2</sub>	0,00000	0,00000	0,00000
NO <sub>x</sub>	0,15248	0,10137	0,05111
CO	0,03050	0,02027	0,01022
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,00610	0,00405	0,00204
CO <sub>2</sub>	188,84091	125,54182	63,29909



## 8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

### 8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Úroveň energetického hospodářství předmětu energetického auditu odpovídá době výstavby, kdy byly tepelné technické parametry obvodových konstrukcí značně poddimenzovány a kdy cena za tepelnou energii byla mnohonásobně nižší než nyní. Z hodnocení jednotlivých konstrukcí vyplývá, že nesplňují požadavek ČSN 73 0542. Jak z výpočtů vyplývá, za současného stavu obálka budovy nesplňuje požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla a je hodnocena jako **nehospodárná**.

Morálně a technicky zastaralý zdroj tepla spolu se čtyřtrubkovým vnějším rozvodem tepla nevytváří spolu se velkokapacitním zásobníkovým ohřevem TV ekonomický provoz.

Otopná tělesa nejsou osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlavicemi, což neodpovídá Vyhlášce č. 193/2007Sb. §4, ods.1.

### 8.2. Celková výše dosažitelných energetických úspor

*Dosažitelné energetické úspory*

Význam		stávající stav	varianta č. 1	varianta č.2
Dodaná energie na vytápění a ohřev TV	GJ	3 245,0	2 680,4	2 157,3
Roční úspora energie na vytápění a ohřev TV	GJ		564,6	1 087,7
	MWh		156,8	302,1
	%		17,40	33,52
Celková roční dodaná energie	GJ	3 399,2	2 835,5	2 313,9
Celkové úspory energie	GJ		563,7	1 085,3
	MWh		156,6	301,5
	%		16,58	31,93
	tis.Kč		187,6	360,5

\*) ceny bez DPH

### 8.3. Návrh optimální varianty

S ohledem na provedené energetické a ekonomické vyhodnocení navržených variant doporučujeme realizovat variantu č. 2., která spočívá v uplatnění následujících opatření:

1. Výměna výplní otvorů (mimo nová plastová okna a dveře) za nová s celkovou hodnotou doporučeného součinitele prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  resp.  $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  ;
2. Zateplení obvodových stěn objektu mimo stěn mansardy nástavby školy na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
3. Zateplení plochých střech ubytovny a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
4. Rekonstrukce zdroje tepla, instalace lokálních kotlen v předávacích stanicích;
5. Instalace TR ventilů;
6. Zavedení energetického manažerství;

#### Další doporučení pro energeticky vědomý provoz

- zkontrolovat všechna tělesa a doinstalovat termostatické hlavice (splnění vyhlášky č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.);
- na základě stavební PD zateplení objektu nechat provést přepočet tepelných ztrát jednotlivých místností a velikost otopné plochy, dimenze potrubí, topných křivek a na základě výsledků přenastavit dodavatelem tepla ekvitermní regulace;
- plně využívat MaR pro nastavení topných křivek a útlumů vytápění, zejména noční a víkendové útlumy vytápění;
- v případě ohřevu TV je nutné pamatovat na hygienické předpisy a především na ochranu proti Legionelám;
- nechat provést měření osvětlovací soustavy autorizovanou firmou a v prostorách, ve kterých nebudou splněny hygienické předpisy instalovat nové úsporné osvětlení;
- podrobnosti účinnosti užití energie při jejím rozvodu nově stanovuje Vyhláška č.193/2007 Sb. (stav a provedení regulačních armatur a tepelných izolací), provést nové zaizolování rozvodů v technickém suterénu;
- pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody stanovuje Vyhláška č. 194/2007 Sb.
- pravidla o kontrolách kotlů a rozvodů energie stanovuje Vyhláška č. 194/2013 Sb.
- pravidla o kontrolách účinností kotlů stanovuje Vyhláška č. 276/2007 Sb.

#### *Ekonomické ukazatele doporučené varianty*

Význam	Symbol	2.Varianta	jednotka
Celkové výdaje na energeticky úsporný projekt	IN	12 813,3	tis. Kč
Změna nákladů na energie	-	360,5	tis. Kč
Změna ostatních provozních nákladů	-	0,0	tis. Kč
změna osobních nákladů		0,0	tis. Kč
změna ostatních provozních nákladů		0,0	tis. Kč
změna nákladů na emise a odpady		0,0	tis. Kč
Změna tržeb		0,0	tis. Kč
Přínosy projektu celkem	CF	360,5	tis. Kč
Doba hodnocení	-	20	roky
Roční růst energie		3	%
Diskont	r	2,00	%
Prostá doba návratnosti	Ts	17,0	roky
Reálná doba návratnosti	Tsd	20,0	roky
Čistá současná hodnota	NPV	103,3	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	2,12	%
Projekt je:		ziskový	

#### **8.4. Podmínky dosažení úspor energie**

Výše uvedené vyčíslení hodnot úspor energií jsou garantovány za předpokladu:

- komplexní realizace opatření uvedených v doporučené variantě;
- použití certifikovaných výrobků a technologií;
- splnění všech navržených parametrů v oblasti stavebních konstrukcí;
- splnění všech navržených technických parametrů v TZB;
- opatření budou realizována na základě vypracované projektové dokumentace dle platných norem a vyhlášek;
- pro vyhodnocení bude použit model energetické potřeby objektu popsany v textu;
- do ekonomického hodnocení budou zahrnuty pouze náklady související s energetickými úsporami;
- spotřeba tepla bude vztažena ke klimatickým údajům průměrného otopného období;
- průměrná teplota otopných místností nepřesáhne normou stanovené teploty;
- nedojde k zásadní změně vybavenosti objektu nebo ke změně charakteru využití objektu;
- nezmění se podmínky pro využití solárních zisků a nezvýší se významně tepelné ztráty větráním např. změnou hygienických podmínek pro intenzitu výměny vzduchu;
- bude pověřen pracovník pro správu objektu a otopného systému, který bude kontrolován a finančně zainteresován na výši úspor;

## 8.6. Evidenční list energetického auditu

<b>Evidenční číslo</b>	EA2014001
------------------------	-----------

### 1. Část – Identifikační údaje

<b>1. Jméno, příjmení / název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA</b>			
Jihomoravský kraj			
<b>2. Adresa trvalého bydliště / sídlo</b>			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Žerotínovo nám.	3/5		
d) obec	e) PSČ	f) e-mail	g) telefon
Brno	601 82		
<b>3. Identifikační číslo</b>			
70888337			
<b>4. Údaje o statutárním orgánu</b>			
a) jméno		b) kontakt	
<b>5. Předmět energetického auditu</b>			
a) název			
Střední škola gastronomie, hotelnictví a lesnictví Bzenec			
b) adresa			
Náměstí Svobody 318, 69681 Bzenec			
c) popis předmětu EA			
<p>Předmětem energetického auditu je areál střední školy, který se nachází v městské řadové zástavbě. Areál se skládá ze tří vzájemně propojených pavilonů a objektu kotelny. Objekt č.1 má tři nadzemní podlaží, 1a 2. NP jsou postavena z keramických panelů, 3.NP je z tvárnic Ytong. V 1. NP se nachází vstupní část, restaurace a kuchyně, ve 2.a 3. NP se nacházejí třídy a kabinety. Na objekt školy navazují v jižní části objekt bývalého internátu (č.2) a objekt tělocvičny (č.3) a přístavba šaten (č.4). Objekt internátu byl postaven panelovou technologií a má 4 nadzemní podlaží. v 1. NP se nacházejí cukrářské dílny a prodejna, ve 2. NP hotelové pokoje, ve 3.NP šatny a učebny a ve 4. NP kanceláře. Objekt tělocvičny byl postaven z keramických bloků a nachází se v něm tělocvična, nářaďovna a předávací uzel vytápění. Přístavba šaten má jedno nadzemní podlaží a je postavena z tvárnic Ytong.</p> <p>Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev TV je plynová kotelna II. kategorie umístěná v samostatném objektu. Instalovány jsou tři teplovodní přetlakové kotle ČKD Dukla typ PGV 25 o jm. výkonu 260 kW. Ohřev TV je řešen jako centrální v kotelně pomocí dvou stojatých zásobníkových ohřivačů OVS o objemech 2500 l a výkonu topné vložky 72,2 kW. Otopný systém byl navržen jako teplovodní s tepelným spádem 90/70°C s nuceným oběhem. Otopnou plochu tvoří článková litinová tělesa a desková tělesa. Hygienická výměna vzduchu v místnostech objektu je zajištěna přirozenou infiltrací výplněmi otvorů. V kuchyni je instalována VZT jednotka s elektrickým výměníkem o výkonu 16,6 kW. Osvětlení většiny prostor objektu je pomocí zářivkových a žárovkových osvětlovacích těles.</p>			



## 2. Část – Popis stávajícího stavu EA

### 1. Charakteristika hlavních činností

Vzdělávací činnost, ubytovací a stravovací služby.

### 2. Vlastní zdroje energie

#### a) zdroje tepla

Počet	3	ks
Instalovaný výkon	0,78	MW
Roční výroba	696	MWh
Roční spotřeba paliva	-	GJ/r

#### b) zdroje elektřiny

Počet	-	ks
Instalovaný výkon	-	MW
Roční výroba	-	MWh
Roční spotřeba paliva	-	GJ/r

#### c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Počet	-	ks
Instal. výkon elektrický	-	MW
Instal. výkon tepelný	-	MW
Roční výroba elektřiny	-	MWh
Roční výroba tepla	-	MWh
Roční spotřeba paliva		GJ/r

#### d) druhy primárního zdroje energie

Druh OZE	-
Druh DEZ	-
Fosilní zdroje	Zemní plyn

### 3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Vytápění	0,374	MW	197,111	MWh/r	Tepelná energie
Chlazení	0,006	MW	0,565	MWh/r	Elektrická energie
Větrání	16,6	MW	335,765	MWh/r	Tepelná energie
Úprava vlhkosti		MW	0,000	MWh/r	
Příprava TV	0,144	MW	123,569	MWh/r	Tepelná energie
Osvětlení	0,045	MW	37,295	MWh/r	Elektrická energie
Technologie	0,01	MW	4,964	MWh/r	Elektrická energie
Celkem	17,169	MW	699,269	MWh/r	

### 3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

#### 1. Popis doporučených opatření

##### Doporučená varianta č.2

Výměna výplní otvorů (mimo nová plastová okna a dveře) za nová s celkovou hodnotou doporučeného součinitele prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  resp.  $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  ;

Zateplení obvodových stěn objektu mimo stěn mansardy nástavby školy na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;

Zateplení plochých střech ubytovny a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;

Rekonstrukce zdroje tepla, instalace lokálních kotlen v předávacích stanicích;

Instalace TR ventilů;

Zavedení energetického manažerství;

#### 2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energie - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	944,2	MW/r	642,7	MW/r	301,5	MW/r
Náklady	1 267,4	tis.Kč/r	906,9	tis.Kč/r	360,5	tis.Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	197,1	MW/r	84,3	MW/r	112,9	MW/r
Chlazení	0,6	MW/r	0,8	MW/r	-0,2	MW/r
Větrání	335,8	MW/r	327,8	MW/r	8,0	MW/r
Úprava vlhkosti	0,0	MW/r	0,0	MW/r	0,0	MW/r
Příprava TV	123,6	MW/r	123,6	MW/r	0,0	MW/r
Osvětlení	37,3	MW/r	37,3	MW/r	0,0	MW/r
Technologie	5,0	MW/r	5,4	MW/r	-0,4	MW/r

#### 3. Ekonomické hodnocení

Doba hodnocení	20	roků	Diskontní míra	2,00	%
Reálná doba návratnosti	20	roků	Investiční náklady	12 813,3	tis. Kč
Prostá doba návratnosti	17	roků	Cash flow	364,0	tis.Kč/r
IRR	2,12	%	NPV	103,3	tis. Kč
Rok realizace	2014				

#### 4. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav				Navrhovaný stav				Efekt			
	lokálně		globálně		lokálně		globálně		lokálně		globálně	
Tuhé látky	0,0019	t/r	0,0178	t/r	0,0013	t/r	0,0174	t/r	0,0006	t/r	0,0005	t/r
SO <sub>2</sub>	0,0000	t/r	0,0792	t/r	0,0000	t/r	0,0799	t/r	0,0000	t/r	-0,0008	t/r
NO <sub>x</sub>	0,1525	t/r	0,5508	t/r	0,1014	t/r	0,3918	t/r	0,0511	t/r	0,1590	t/r
CO	0,0305	t/r	0,0441	t/r	0,0203	t/r	0,0356	t/r	0,0102	t/r	0,0084	t/r
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,0061	t/r	0,0010	t/r	0,0041	t/r	0,0008	t/r	0,0020	t/r	0,0003	t/r
CO <sub>2</sub>	188,8409	t/r	235,6556	t/r	125,5418	t/r	172,8280	t/r	63,2991	t/r	62,8276	t/r

#### 4. Část – Údaje o energetickém specialistovi

##### 1. Jméno a příjmení

Aleš Novák

##### Titul

Ing.

##### 2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů

173

##### 3. Datum vydání oprávnění

5. 6. 2003

##### 4. Datum posledního průběžného vzdělávání

##### 5. Podpis

##### 6. Datum

5.2.2013



**MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU**

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

**Ing. Aleš Novák**

r. č. 630323/0747

**je oprávněn****provádět energetický audit**

s platností od 5.6.2003

**provádět kontroly kotlů**

s platností od 22.4.2008

**vypracovávat průkazy energetické náročnosti budov**

s platností od 22.4.2008

~~~~~

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

**Číslo oprávnění: 0173**

V Praze dne 22. dubna 2008

  
**Ing. Tomáš Hüner**

náměstek ministra průmyslu a obchodu



