



# ENERGETICKÝ AUDIT



## **Integrovaná Střední škola polygrafická Kudelova 6**

Zadavatel: **Integrovaná střední škola polygrafická  
Šmahova 110; 627 00 Brno**

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

Datum: **Květen 2013**

Evidenční číslo: **EA2013004**



**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) .....	12
2.3.3. Fotodokumentace .....	13
2.4. Základní informace o technologických spotřebičích .....	14
2.5. Zkušenosti z provozu .....	15
2.6. Energetické manažerství .....	15
2.7. Stavební úpravy a rekonstrukce objektu .....	15
<b>3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU .....</b>	<b>16</b>
3.1. Tepelně technické parametry konstrukcí předmětu energetického auditu .....	16
3.2. Zhodnocení stavu a úrovně TZB .....	17
3.3. Roční energetická bilance .....	19
3.3.1. Okrajové podmínky výpočtu roční energetické bilance .....	19
3.3.2. Měrné tepelné ztráty předmětu energetického auditu .....	20
3.3.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy .....	20
3.3.3. Tepelné zisky předmětu energetického auditu .....	21
3.3.4. Roční potřeby energií .....	22
3.4. Závěrečné zhodnocení hospodárnosti s nakládání s energií .....	23
<b>4. NÁVRH KONKRÉTNÍCH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE .....</b>	<b>24</b>
4.1. Doporučená opatření ve stavebních konstrukcích .....	24
4.1.1. Zateplení obvodového pláště .....	24
4.1.2. Výměna výplní otvorů .....	25
4.1.3. Zateplení střech a stropů .....	25
4.1.4. Zateplení podlahy .....	25
4.2. Doporučená opatření v TZB .....	26

4.2.1. Zdroj tepla a ohřev TV .....	26
4.2.2. Otopná soustava .....	26
4.2.3. Tepelné izolace .....	27
4.2.4. Energetické manažerství .....	28
4.2.5. Elektroinstalace .....	29
4.2.6. Obnovitelné zdroje .....	29
4.3. Energeticko ekonomické vyhodnocení navržených opatření .....	31
4.4. Návrh variantních řešení úspor energie .....	32
4.4.1. Varianta č. 1 .....	32
4.4.2. Varianta č.2 .....	32
4.4.3. Další doporučení pro energeticky vědomý provoz .....	33
<b>5. ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU .....</b>	<b>34</b>
5.1. Varianta č.1 .....	34
5.2. Varianta č.2 .....	35
5.3. Upravená roční energetická bilance .....	36
<b>6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>37</b>
6.1. Postup vyhodnocení ekonomické efektivity .....	37
6.2. Ekonomické porovnání jednotlivých variant .....	38
<b>7. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>41</b>
<b>8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU .....</b>	<b>42</b>
8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství .....	42
8.2. Celková výše dosažitelných energetických úspor .....	42
8.3. Návrh optimální varianty .....	43
8.4. Podmínky dosažení úspor energie .....	44
8.6. Evidenční list energetického auditu .....	45

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1. Zadavatel energetického auditu a majitel objektu

Název / jméno	Integrovaná střední škola polygrafická		
Adresa	Šmahova 110; 627 00 Brno		
Odpovědný zástupce	Ing. Jarmila Šustrová		
Telefon	545212335	Fax	
IČO		DIČ	

### 1.2. Provozovatel předmětu energetického auditu

Název / jméno	Integrovaná střední škola polygrafická		
Adresa	Šmahova 110; Brno		
Kontaktní osoba	Ing. Petr Zeman		
Telefon	545212335	e-mail	
IČO		DIČ	

### 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	Integrovaná střední škola polygrafická
Adresa	Kudelova 6; 602 Brno
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;
- Data týkající se spotřeby a nákladů za elektrickou energii a zemní plyn za období 2010 - 2012 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

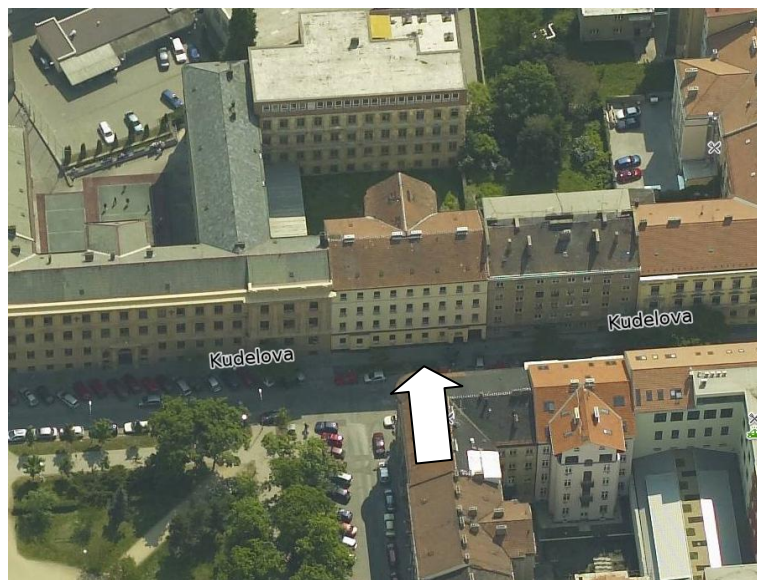
### 2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu

Název předmětu EA:	Integrovaná střední škola polygrafická
Adresa předmětu EA:	Kudelova 6; Brno
Typ stavby :	Budova pro vzdělávání (terciární sféra)
Provozní režim:	Pracovní dny od 7 <sup>00</sup> do 17 <sup>00</sup> mimo dny prázdnin
Počet žáků:	cca 100
Počet pracovníků:	pedagogických a provozních cca 20

#### 2.1.1. Základní popis předmětu EA

Jedná se o objekt v řadové uliční zástavbě postavený v minulém století tradiční technologií z pálených cihel. Půdorysně tvoří objekt tvar písmene T. Objekt má jedno podzemní podlaží a čtyři nadzemní podlaží, střecha objektu je sedlová bez využívaného podkroví. Hlavní vstup do objektu je z ulice kudelova. V 1PP jsou skladovací prostory a výměňiková stanice, v 1- 4.NP jsou učebny, kabinety a sociální zařízení. Obvodové zdivo je z plných pálených cihel, výplně otvorů tvoří převážně dřevěná okna zdvojená.

#### Situační schéma





## 2.2. Základní údaje o energetických vstupech

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

### Tepelná energie

Tepelná energie je nakupována ve formě teplé vody pro vytápění z výměníkové stanice pára-voda umístěné v 1.PP objektu. Výměníková stanice je napájena se systému CZT teplárny Brno a je ve vlastnictví sousední průmyslové školy. Teplá voda je využívána výhradně pro vytápění. Rozúčtování tepla je prováděno dle vytápěné plochy, v roce 2012 činila cena za GJ 548,5 Kč.

#### *Přehled celkové spotřeby tepla*

rok		2010	2011	2012	průměr
spotřeba tepla	GJ	612	565	522	566
cena	Kč	291 596	274 896	286 274	284 255

### Elektrická energie

Elektrická energie je odebírána pro účely osvětlení, ohřev teplé vody a provoz elektrospotřebičů. Objekt školy je napájen z rozvodu nn do přípojkové skříně umístěné na fasádě objektu.

#### *Přehled celkové spotřeby elektrické energie*

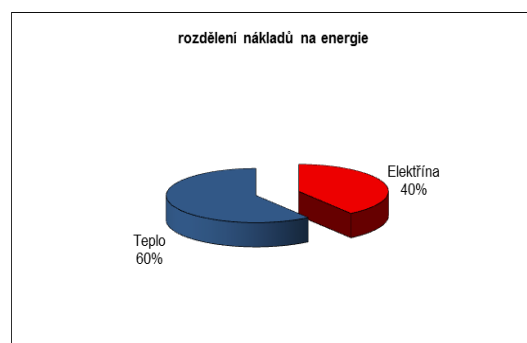
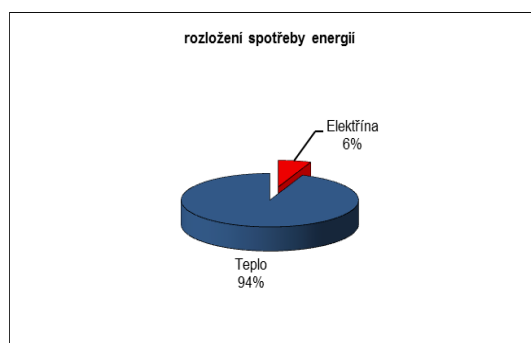
rok		2010	2011	2012	průměr
spotřeba elektrické energie	kWh	32 069	35 640	40 700	36 136
cena	Kč	165 656	189 569	216 292	190 506

### 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	40,7	3,60	41	216
Teplo	GJ	522,1	1,00	145	286
Zemní plyn	MWh	-	-	-	-
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>186</b>	<b>503</b>
Změna stavu zásob				0	0
<b>Celkem spotřeba paliv a energie</b>				<b>186</b>	<b>503</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	36,1	3,60	36	191
Teplo	GJ	566,3	1,00	157	284
Zemní plyn	MWh	-	-	-	-
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>193</b>	<b>475</b>
Změna stavu zásob				0	0
<b>Celkem spotřeba paliv a energie</b>				<b>193</b>	<b>475</b>

### Grafické znázornění energetických vstupů



Z přehledu energetických vstupů je patrné, že nejvýznamnější z pohledu spotřeby a nákladů nakupované teplo pro vytápění (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

Konstrukčně se jedná o zděnou stavbu postavenou tradiční technologií z pálených cihelných bloků opatřených oboustrannými omítkami.

#### Neprůsvitné obvodové konstrukce

Neprůsvitné obvodové konstrukce jsou z pálených plných cihel opatřených vnitřní a vnější omítkou tl. 900-450 mm. Všechna obvodová zdiva jsou opatřena vnější a vnitřní omítkou.

#### Střecha

Střecha objektu je sedlová, strop pod nevytápěnou půdou je trámový, na deskovém záklopu pískový posyp a cihly.

#### Podlahy

Podlaha 1.NP nad suterénem je betonová, nášlapnou vrstvu tvoří dle využití místností keramická dlažba nebo cementový potěr.

#### Výplně otvorů

Výplně otvoru v obvodovém plášti tvoří dřevěná zdvojená okna, luxfery a dřevěné vstupní dveře.

#### Součinitele prostupu tepla obálky budovy

Druh konstrukce	Souč.prostupu tepla U
Cihelné zdivo tl. 90 cm	0,841 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Cihelné zdivo tl. 60 cm	1,153 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Cihelné zdivo tl. 45 cm	1,423 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Strop pod půdou	1,101 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Střecha	0,665 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Podlaha 1.NP	0,975 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Dřevěná okna zdvojená	2,4 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Plastová okna s termoizolačním dvojsklem	1,2 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Luxfery	2,4 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
Dřevěné vstupní dveře	4,4 [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]

### **2.3.2. Technická zařízení budov (TZB)**

#### **Zdroj tepla**

Objekt nemá vlastní zdroj tepla je napojen na výměňkovou stanici pára- voda ve vlastnictví sousední průmyslové školy. Do objektu je přivedena samostatná topná větev DN 50 z rozdělovače ve VS. Oběh topné vody zajišťuje teplovodní oběhové čerpadlo Sigma 50NTV-74-13-LM-00.

#### **Otopný systém**

Otopný systém byl navržen jako teplovodní s tepelným spádem 90/70°C s nuceným oběhem. Otopnou plochu tvoří převážně litinová článková tělesa osazená ventily bez termostatických hlavic.

#### **Příprava teplé vody**

Teplá voda (TV) pro objekt je připravována decentralizovaně poblíž spotřeby ve třech elektrických zásobníkových ohřivačích Tatramat s celkovým výkonem 6 kW. Rozvody TV jsou původní z ocelových pozinkovaných trubek izolovanými plstěnými pásy. Cirkulace TV není řešena.

#### **Měření a regulace MaR**

Ve VS je instalován ekvitermní regulace společná pro napájené objekty. Další doregulace vytápění není instalována. Měření vyrobené tepelné energie ani spotřeba vody pro ohřev TV není instalováno.

#### **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 AYKYL, AYKY a CYKY, které jsou uloženy pod omítkou nebo na lištách. Osvětlení je provedeno převážně zářivkovými svítlidly a žárovkovými svítlidly.

#### **Vzduchotechnika a klimatizace**

V objektu není instalována větrací jednotka s požadavkem na tepelnou energii. Hygienická výměna vzduchu v jednotlivých místnostech objektu je pak zajištěna přirozenou infiltrací výplněmi otvorů.

### 2.3.3. Fotodokumentace



Průčelí do ulice



Půdní prostor



Průčelí do dvora



Průčelí do dvora



Ohřev TV



Otopné těleso



Osvětlovací těleso



Osvětlovací těleso

## 2.4. Základní informace o technologických spotřebičích

### Tepelná energie

Nejvýznamnějším spotřebičem tepelné energie je sama budova. Její tepelně technické parametry byly popsány v předešlé kapitole.

### Elektrická energie

Elektrická energie je využívána především k osvětlení a ohřevu teplé vody. Roční provozní hodiny jednotlivých spotřebičů nejsou zaznamenávány a jejich počet lze těžko odhadnout. Mezi nejvyužívanější spotřebiče mimo osvětlení patří elektrospotřebiče v kuchyni, elektrospotřebiče v prádelně a oběhová čerpadla v kotelně.

Parametr	Měrná jednotka		Výrobní zařízení
Typ zařízení	-	2 x Zásobníkový ohřivač EOV 122	Zásobníkový ohřivač EOV 82
Výrobce	-	Tatramat	Tatramat
Jmenovitý výkon	KW	2	2
Objem zásobníku	l	120	80
Druh vyráběného média	-	Teplá voda	Teplá voda
Parametry vyráběného média	°C	50-55°C	50-55°C
Předpokládaná životnost	roky	10-15	10-15

### Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	Jednotka	2010	2011	2012
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW <sub>tep</sub>	0	0	0
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	593	548	506
8	Spotřeba paliv v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0	0	0
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	612	565	522
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8+ř.11)	GJ	612	565	522

## **2.5. Zkušenosti z provozu**

Energetickému auditorovi nebyly předány žádné informace o negativních zkušenostech nebo zvláštnostech hodných pozornosti za dobu trvání provozu předmětu energetického auditu.

## **2.6. Energetické manažerství**

Předmět energetického auditu má zaveden velmi jednoduchý systém energetického manažerství, kdy je spotřeba tepla a elektrické energie evidována. Ve VS je sice instalována ekvitermní regulace, která umožňuje měnit parametry vytápění dle okamžitých potřeb objektu, ale bez vlivu provozovatele předmětu EA.

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

Dle informací provozovatele nebyly provedeny žádné významné rekonstrukce a úpravy ovlivňující podstatnou měrou spotřeby energií.

### 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		
Zdivo z cihel pálených tl. 90 cm	0,38	0,25	0,841	nesplňuje	ano
Zdivo z cihel pálených tl. 60 cm			1,153	nesplňuje	ano
Zdivo z cihel pálených tl. 45 cm			1,423	nesplňuje	ano
zdivo mezi budovami	1,05	0,7	0,957	splňuje	-
zdivo mezi budovami			1,423	nesplňuje	ne
strop pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20	1,101	nesplňuje	ano
střecha	0,24	0,16	0,665	nesplňuje	ano
Podlaha nad 1.PP	0,60	0,40	0,975	nesplňuje	ano
Dřevěná okna zdvojená	1,5	1,2	2,4	nesplňuje	ano
Plastová okna s termoizolačním dvojsklem			1,2	splňuje	-
Luxfery			2,4	nesplňuje	ano
Vstupní dveře	1,7	1,2	4,0	splňuje	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$	0,43	0,32	1,0	nesplňuje	ano



### 3.2. Zhodnocení stavu a úrovně TZB

#### Zdroj tepla

Objekt nemá vlastní zdroj tepla. Ve VS je sice instalována ekvitermní regulace, která umožňuje měnit parametry vytápění dle okamžitých potřeb objektu, ale bez vlivu provozovatele předmětu EA. To je z hlediska provozu, zvláště dojde-li k zateplení nevyhovující.

#### *Základní technické ukazatele energetického zdroje*

Název ukazatele		Výpočet (z tabulky zdroje)	Vypočtená hodnota 2010	Vypočtená hodnota 2011	Vypočtená hodnota 2012
1	Roční energetická účinnost zdroje [%]	$(\text{ř}3 \times 3,6 + \text{ř}7) : \text{ř}12$	0%	0%	0%
2	Roční energetická účinnost výroby el.energie [%]	$\text{ř}3 \times 3,6 : \text{ř}6$	0%	0%	0%
3	Roční energetická účinnost výroby tepla [%]	$\text{ř}7 : \text{ř}11$	97%	97%	97%
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [GJ/MWh]	$\text{ř}6 : \text{ř}3$	0,00	0,00	0,00
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [GJ]	$\text{ř}11 : \text{ř}7$	0,00	0,00	0,00
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [hod./rok]	$\text{ř}3 : \text{ř}1$	0,00	0,00	0,00
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [hod./rok]	$(\text{ř}7 : 3,6) : \text{ř}2$	0,0	0,0	0,0

#### Otopný systém

Otopná tělesa jsou litinová článková tělesa s dlouhou dobou životnosti a zatím se neprojeví závažnější poruchy netěsnosti. Otopná tělesa nejsou osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlavicemi, což neodpovídá Vyhlášce č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.

Úspora energie na vytápění lze tedy v první řadě dosáhnout doinstalováním 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 elektrických zásobníkových ohřivačích. Způsob ohřevu TV lze hodnotit jako vyhovující. Poměrně malých úspor pak lze dále dosáhnout kvalitnějším provedením tepelných izolací 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 provedeno zářivkovými svítidly. Ovládání osvětlení je pomocí tlačítkových vypínačů. Provedeným měřením bylo zjištěno, že osvětlení má hodnotu v rozmezí 150-700 lx, což odpovídá dané pracovní činnosti.

Celkově lze elektroinstalaci hodnotit jako vyhovující, úspor v oblasti elektrické energie lze dosáhnout výměnou oběhových čerpadel za čerpadla s elektronicky řízenými otáčkami a energeticky úsporným chováním uživatelů.

### 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
	9	10	11	12	1	2	3	4	5		h
	[°C]										[m]
Česká republika - průměr	12,5	7,4	2,4	-1,0	-7,1	-1,2	2,6	7,3	12,4		
Brno	13,8	8,6	3,5	-0,2	-2,1	-0,7	3,6	8,5	13,8		227
Počet dnů otopného období	9	31	30	31	31	31	30	31	8		232

*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]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{es}$ [°C]	d[dny]	$\theta_{es}$ [°C]	d[dny]	$\theta_{es}$ [°C]	d[dny]
Brno	227	-12	3,6	222	4,0	232	5,1	263

*Průměrné roční venkovní teploty*

rok	2010	2011	2012
Lokalita (místo měření)	Průměrná venkovní teplota [°C]		
Jihomoravský kraj	4,8	6,4	6,2

##### 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 $\phi_i$ [%]
Učebny kabinety, laboratoře, jídelny	20	55
Učební dílny	18	55
Šatny pro svrchní oděv	15	50
Vedlejší místnosti, chodby, schodiště, WC	15	50
Tělocvičny, haly	15	70
Šatny u tělocvičen	20	50

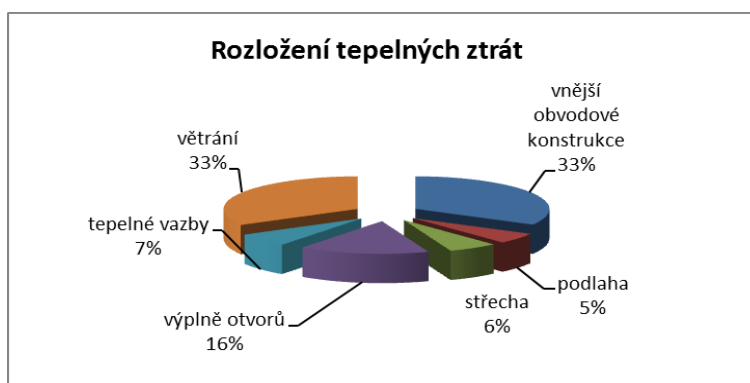
### 3.3.2. Měrné tepelné ztráty předmětu energetického auditu

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	střecha	výplně otvorů	tepelné vazby	větrání	celkem
<b>Tepelná ztráta [W]</b>	37 512	6 066	6 816	17 867	7 632	37 722	113 615

Celková tepelná ztráta objektu činí 120 kW. Provedeme-li podrobný rozbor tepelných ztrát jednotlivých stavebních konstrukcí zjistíme, jak velkou měrou se jednotlivé konstrukce podílí na celkové tepelné ztrátě objektu.



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	$A/V$	$\text{m}^2/\text{m}^3$	0,36
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	$U_{em,N}$	$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$	0,43
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	$U_{em,N,rec}$	$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$	0,32
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	$U_{em}$	$\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$	1,05
Klasifikační ukazatel	CI		2,45
Klasifikace obálky budovy			G
Slovní vyjádření			velmi nehospodárná

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

### 3.3.4. Roční potřeby energií

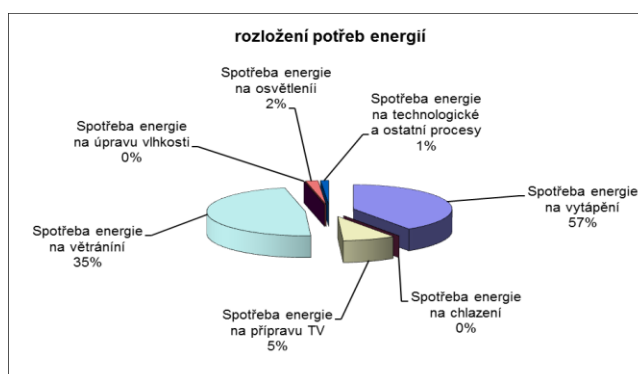
Celková tepelná ztráta budovy a využitelný energetický zisk, vytvořený vnitřními i vnějšími tepelnými zisky za otopné období, následně poslouží ke kvantifikaci potřeby energie budovy. Potřeba energie budovy slouží ke kvantifikaci množství energie, které je nutno dodat do budovy za daných klimatických 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	130,0	105,0	84,7	50,6	6,2	0,0	0,0	0,0	5,5	47,0	83,8	115,9	628,8
Chlazení	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
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	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	61,4
Osvětlení	GJ	1,8	1,5	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,2	1,5	1,8	14,5
Pomocná energie	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
<b>Celkem</b>	<b>GJ</b>	<b>137,8</b>	<b>112,4</b>	<b>91,9</b>	<b>57,5</b>	<b>13,0</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,8</b>	<b>12,5</b>	<b>54,2</b>	<b>91,2</b>	<b>123,7</b>	<b>714,4</b>

*Roční potřeby energií*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně větrání	$Q_{UT}$	kWh	174 678
Potřeba tepla pro ohřev TV	$Q_{TV}$	kWh	17 066
Potřeba energie na chlazení	$Q_{CH}$	kWh	0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	$Q_{EE}$	kWh	4 036
Potřeba pomocné energie	$Q_{PE}$	kWh	0
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	$Q_{OZE}$	kWh	0
Celková roční potřeba energií	$EP$	kWh	198 431
Celková podlahová plocha	$A_c$	m <sup>2</sup>	431 286
Měrná spotřeba energie	$EP_A$	kWh/m <sup>2</sup> .rok	127,8
Měrná spotřeba energie na vytápění	$EP_{Vyt}$	kWh/m <sup>2</sup> .rok	112,5



### 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 **velmi nevhodná**. To je důvod, proč největší potřeba dodaných energií jde na vytápění.

Zdroj tepla je na odpovídající úrovni. Jisté zlepšení s hospodařením s energiemi nastalo zejména instalací termostatických ventilů a dále po výměně otvorů.

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		2010	2011	2012
ukazatel	jednotka	hodnota	hodnota	hodnota
průměrná venkovní teplota během topné sezóny	°C	4,8	6,4	6,2
normový počet denostupňů	dK	3 494	3 494	3 494
skutečný počet denostupňů	dK	3 431	3 019	3 034
fakturovaná spotřeba tepla na vytápění	GJ	611,8	565,2	522,1
fakturovaná spotřeba tepla na vytápění přepočtená na norm. rok	GJ	623,1	654,1	601,3
teoretická potřeba tepla na vytápění	GJ	628,8	628,8	628,8
rozdíl	GJ	-5,7	25,3	-27,5
	%	-0,9	4,0	-4,4

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	714,4	198,4	425,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	714,4	198,4	425,7
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	714,4	198,4	425,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	35,7	9,9	21,3
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	289,5	80,4	158,7
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	61,4	17,1	45,3
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	339,4	94,3	186,1
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	14,5	4,0	21,4
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	9,5	2,7	14,1

## 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 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 v první variantě minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla ( $U = 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ) a ve druhé variantě 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 atiku, 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 obvodových zdí prostor 1.PP 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

Původní výplně otvorů nesplňují požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Proto doporučuji výplně otvorů mimo nová plastová okna s termoizolačním dvojsklem v plném rozsahu vyměnit a to v obou variantách za nová plastová nebo dřevěná s termoizolačním dvojsklem tak, by součinitel prostupu tepla výplně včetně rámu měl max. doporučenou hodnotou součinitele prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

#### 4.1.3. Zateplení střech a stropů

Stávající konstrukce střech a stropů nevyhovují ČSN 73 0540-2 z hlediska součinitele prostupu tepla. Proto doporučuji zateplit strop pod nevytápěnou půdou minerální vlnou tak, aby v první variantě bylo dosaženo minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla  $U = 0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  a ve druhé variantě doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U = 0,20 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . resp. Pro plochou střechu  $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  a ve druhé variantě doporučené hodnoty  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

#### 4.1.4. Zateplení podlahy

Stávající konstrukci podlahy 1.NP nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2 hlediska součinitele prostupu tepla. Její splnění však vyžaduje kompletní rekonstrukci podlah ve všech prostorách objektu, což je však finančně nákladné a technicky velmi obtížné. Realizací by se dosáhlo poměrně malých úspor tepla a proto doporučuji tyto konstrukce ponechat v stávajícím stavu.

Konstrukce podlahy 2.NP nad nevytápěným prostorem doporučuji zateplit ze strany podhledu tepelnou izolací z MV tak, aby v první variantě bylo dosaženo minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla  $U = 0,60 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 50 mm) a ve druhé variantě doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U = 0,40 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 100 mm).

*Poznámka: Uvedené minimální tloušťky jsou pro tepelnou izolaci, nikoli pro celý zateplovací systém.*

konstrukce	tl. izolace - 1. varianta	tl. izolace - 2.varianta
Stěna obvodová	120 mm PPS a MV	160 mm PPS a MV
plochá střecha	180 mm	260 mm
Strop pod půdou	180mm MV	250mm MV
podlaha nad nevytápěnými prostory	50 mm	100 mm

## 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

Objekt je napojen na výměníkovou stanici. Provozovatel nemá možnost ovlivňovat parametry vytápění ve VS a proto doporučuji instalovat na vstupním potrubí regulační uzel s ekvitermní regulací a měřením tepla.

### 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  $\text{☼} \div 2$  (číslici 2 odpovídá teplota 15°C, symbol  $\text{☼}$  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.

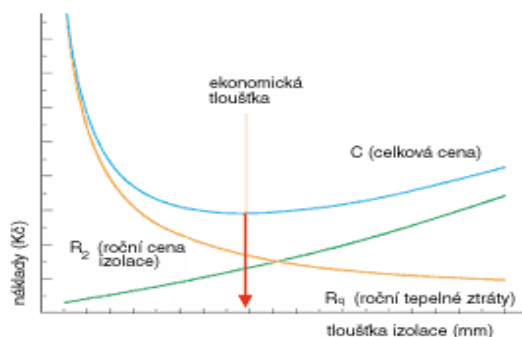
Proto je navrženo nejdříve zkontrolovat všechna tělesa a doinstalovat termostatické ventily včetně hlavice (splnění vyhlášky č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.). Po zateplení objektu přepočítat tepelné ztráty všech místností a na základě výsledku přednastavit ekvitermní regulaci (topné křivky, noční útlumy, 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. Nejohospodárnější 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. Nejohospodárnější 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, dleto u roční ceny instalace. Tloušťka s nejnižšími celkovými náklady se nazývá ekonomická tloušťka izolace. Popsaná metoda je ilustrována v uvedeném grafu.

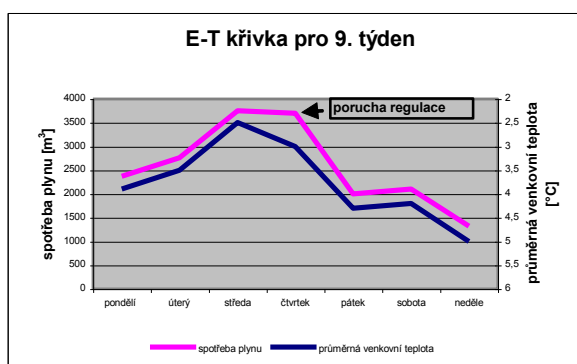
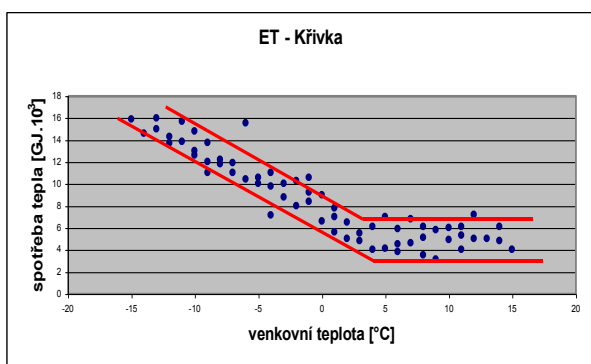
Doporučuji zkontrolovat a popřípadě opravit tepelné izolace rozvodů vytápění a TV.

#### 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.

#### 4.2.6. Obnovitelné zdroje

Dalším okruhem navrhovaných opatření je využití alternativních zdrojů energií. Mezi technicky a ekonomicky přijatelné lze v tomto případě považovat sluneční energii a tepelná čerpadla.

##### **Sluneční energie**

Systémy využívající sluneční energii se obecně dělí na pasivní a aktivní. Pasivní systémy využívají přeměny záření na teplo vhodným uspořádáním budovy (např. skleníky), což je v tomto případě nereálné. Aktivní systémy se dále dělí na dva druhy. Prvním jsou systémy přeměňující sluneční záření na teplo, což jsou sluneční kolektory. Druhým jsou systémy s přeměnou slunečního záření na elektrickou energii, což jsou zejména fotovoltaické články. Vzhledem k velké finanční

náročnosti v poměru k el. výkonu fotovoltaických článků a současnému legislativnímu stavu se audit dále zabývá pouze slunečními kolektory.

Sluneční kolektory jsou využívány zejména pro ohřev vody a vzhledem k omezenému výkonu a přímé závislosti na slunečním záření jsou tudíž využívány pouze jako zdroj doplňkový.

V auditovaném objektu je ohřev TV řešen lokálně, z tohoto důvodu není ekonomické instalovat solární ohřev TV z důvodu nutné nové instalace rozvodů.

### ***Tepelná čerpadla***

Využití tepelných čerpadel je možné jen v nízkoteplotních otopných systémech, resp. jako předehřev teplé vody.

V našem případě se předpokládá zateplení celého objektu. Tímto opatřením se topný systém do jisté míry stává nízkoteplotním (viz kap. *Otopná soustava*) a tudíž je možné využití tepelného čerpadla pro topný systém.

Tepelné čerpadlo bude dimenzováno tak, aby pokrylo maximálně potřebu tepla na vytápění v průměrném roce po zateplení obálky na doporučené hodnoty součinitele prostupu U.

měsíc		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Pokrytí potřeby tepla	GJ	162,6	128,4	90,1	32,0	3,1	4,4	4,4	4,4	4,3	44,5	102,8	148,1	729,1
Uspora nákladů na palivo	tis. Kč	51,4	40,6	28,5	10,1	1,0	1,4	1,4	1,4	1,4	14,1	32,5	46,8	230,4
Uspora celkem	tis. Kč	18,9	14,9	12,9	5,1	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	6,7	14,8	17,2	107,2

### 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
			GJ/rok	tis. Kč			
1 Výměna výplní otvorů	971,1	485,6	11,6	23,0	48,6	71,5	6,8
2 Zateplení obvodového pláště na požadovanou hodnotu součinitele U	1 028,5	719,9	33,0	65,2	30,9	96,1	7,5
3 Zateplení obvodového pláště na doporučenou hodnotu součinitele U	1 142,8	799,9	35,3	69,7	34,3	104,0	7,7
4 Zateplení střešních konstrukcí na požadovanou hodnotu součinitele U	274,2	192,0	5,5	10,8	8,2	19,0	10,1
5 Zateplení střešních konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele U	317,7	222,4	7,0	13,7	9,5	23,3	9,6
6 instalace tepelného čerpadla při zateplení na doporučené hodnoty a výměně výplní otvorů	980,0	833,0	121,8	67,8	29,4	97,2	8,6
7 energetický management	5,0	5,0	13,4	7,2	0,0	7,2	0,7

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 za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
2. Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí mimo již zateplené zdivo na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 120 mm);
3. Zateplení stropu pod nevytápěnou půdou stěny do půdy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 180 mm);
4. Zateplení střechy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 180 mm);
5. Zateplení podlahy 2.NP nad nevytápěným prostorem na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,60 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 50 mm);

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

1. Zavedení energetického manažerství, instalace vlastního ekvitermního uzlu;

##### 4.4.2. Varianta č.2

###### Stavební část (viz kap.4.1)

1. Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
2. Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 160 mm);
3. Zateplení stropu pod nevytápěnou půdou a stěny do půdy střechy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,20 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 250 mm);
4. Zateplení střechy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 260 mm);
5. Zateplení podlahy 2.NP nad nevytápěným prostorem na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,40 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 100 mm);

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

1. Zavedení energetického manažerství, instalace vlastního ekvitermního uzlu;



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

- doinstalovat termostatické ventily (splnění Vyhlášky č.193/2007 Sb.) a v prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C (chodby, toalety, skladové prostory apod.), termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti.
- 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 ekvitemnní regulace nebo instalovat novou vhodnější MaR, a případně nechat upravit topný systém;
- 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. Díky své odolnosti vůči chloru nejsou legionely odstraněny v úpravkách pitné vody, procházejí do potrubní sítě, kde se pak mohou v teplé vodě (20-45 °C ) pomnožit. Nejjednodušší ochranou proti těmto bakteriím je udržovat teplotu teplé vody na 55-60 °C a jedenkrát za týden zahřátí celého objemu vody v zásobníku na teplotu 70 °C (termodezinfekce), při které Legionely hynou. Přitom je však nutné dodržet maximální teplotu na výstupu z výtokové armatury 60 °C. Toho lze dosáhnout např. umístěním směšovací armatury na výstup z ohřívače TV;
- 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.

## 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>	13 236	5 736	2 153	9 009	3 816	37 722	71 672

#### *Klasifikační třída obálky budovy*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,36
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,43
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N,rec</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,32
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,32
Klasifikační ukazatel	CI		1,0
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	87,1	69,6	54,4	30,0	3,8	0,0	0,0	0,0	3,2	28,8	55,4	77,6	410,0
Chlazení	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
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	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	61,4
Osvětlení	GJ	1,8	1,5	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,2	1,5	1,8	14,5
Pomocná energie	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
<b>Celkem</b>	<b>GJ</b>	<b>94,9</b>	<b>77,0</b>	<b>61,6</b>	<b>37,0</b>	<b>10,5</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,8</b>	<b>10,2</b>	<b>36,0</b>	<b>62,8</b>	<b>85,4</b>	<b>495,5</b>

#### *Roční potřeby energií*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q <sub>UT</sub>	kWh	113 879
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q <sub>TV</sub>	kWh	17 066
Potřeba energie na chlazení	Q <sub>CH</sub>	kWh	0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q <sub>EE</sub>	kWh	4 036
Potřeba pomocné energie	Q <sub>PE</sub>	kWh	0
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q <sub>OZE</sub>	kWh	0
Celková roční potřeba energií	EP	kWh	137 633
Celková podlahová plocha	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	431 286
Měrná spotřeba energie	EP <sub>A</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	88,6
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP <sub>vyt</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	73,3

## 5.2. Varianta č.2

### *Tepelné ztráty*

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střecha	výplně otvorů	tepelné vazby	větrání	celkem
<b>Tepelná ztráta [W]</b>	11 658	5 470	1 169	9 009	3 053	37 722	68 081

### *Klasifikační třída obálky budovy*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,36
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,43
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em,N,rec</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,32
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U <sub>em</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,36
Klasifikační ukazatel	CI		0,86
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	84,3	67,3	52,4	28,7	3,5	0,0	0,0	0,0	3,1	27,6	53,6	75,1	395,7
Chlazení	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
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	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	61,4
Osvětlení	GJ	1,8	1,5	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,2	1,5	1,8	14,5
Pomocná energie	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
<b>Celkem</b>	<b>GJ</b>	<b>92,1</b>	<b>74,7</b>	<b>59,6</b>	<b>35,6</b>	<b>10,3</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,8</b>	<b>10,0</b>	<b>34,8</b>	<b>61,0</b>	<b>82,9</b>	<b>481,2</b>

### *Roční potřeby energií*

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q <sub>UT</sub>	kWh	109 924
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q <sub>TV</sub>	kWh	17 066
Potřeba energie na chlazení	Q <sub>CH</sub>	kWh	0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q <sub>EE</sub>	kWh	4 036
Potřeba pomocné energie	Q <sub>PE</sub>	kWh	0
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q <sub>OZE</sub>	kWh	0
Celková roční potřeba energií	EP	kWh	133 678
Celková podlahová plocha	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	431 286
Měrná spotřeba energie	EP <sub>A</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	86,1
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP <sub>Vyt</sub>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	70,8

### 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	714,4	198,4	425,7	495,5	137,6	305,7
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	714,4	198,4	425,7	495,5	137,6	305,7
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)	714,4	198,4	425,7	410,0	113,9	305,7
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	35,7	9,9	21,3	20,5	5,7	15,3
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	289,5	80,4	158,7	70,6	19,6	38,7
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 teplé vody (z ř.5)	61,4	17,1	45,3	61,4	17,1	45,3
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	339,4	94,3	186,1	339,4	94,3	186,1
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)	14,5	4,0	21,4	14,5	4,0	21,4
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	9,5	2,7	14,1	9,5	2,7	14,1

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	714,4	198,4	425,7	481,2	133,7	297,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	714,4	198,4	425,7	481,2	133,7	297,9
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)	714,4	198,4	425,7	481,2	133,7	297,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	35,7	9,9	21,3	24,1	6,7	14,9
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	289,5	80,4	158,7	56,3	15,7	30,9
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 teplé vody (z ř.5)	61,4	17,1	45,3	61,4	17,1	45,3
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	339,4	94,3	186,1	339,4	94,3	186,1
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)	14,5	4,0	21,4	14,5	4,0	21,4
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	9,5	2,7	14,1	9,5	2,7	14,1

## 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

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

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.

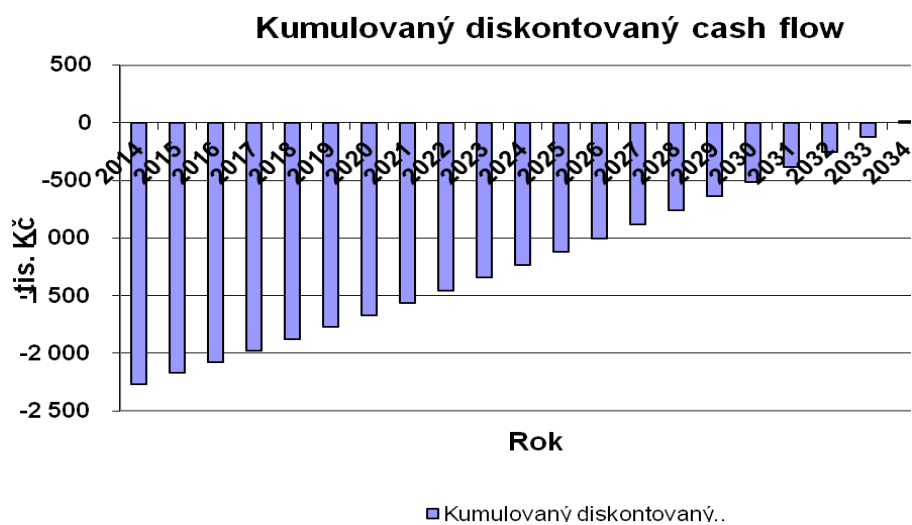
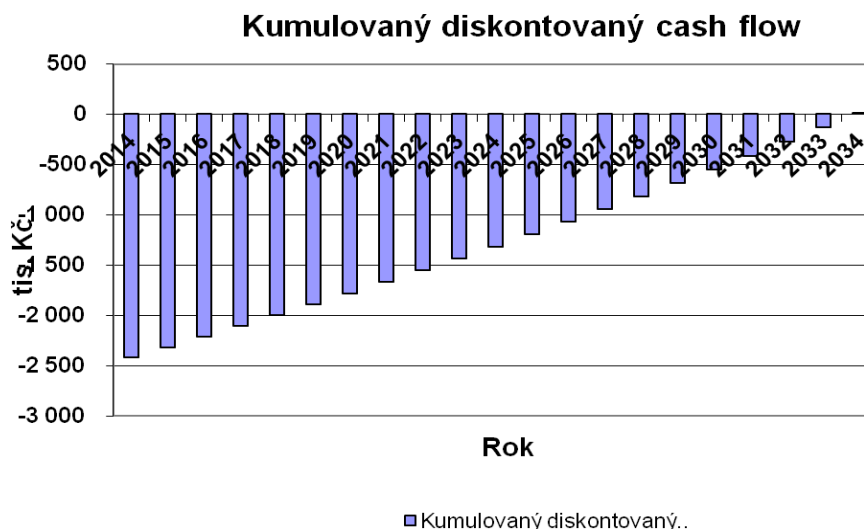
Za optimální variantu je pak považována ta z posuzovaných variant, která dosahuje nejlepších hodnot NPV a IRR a minima reálné doby návratnosti resp. prosté doby návratnosti.

## 6.2. Ekonomické porovnání jednotlivých variant

Význam	Symbol	1. Varianta	2. Varianta	jednotka
Celkové výdaje na energeticky úsporný projekt	IN	2 362,84	2 520,6	tis. Kč
Změna nákladů na energie	-	120,0	127,8	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	120,0	127,8	tis. Kč
Doba hodnocení	-	30	30	roky
Roční růst energie		3	3	%
Diskont	r	1,10	1,10	%
Prostá doba návratnosti	Ts	19,0	19,0	roky
Reálná doba návratnosti	Tsd	20,0	20,0	roky
Čistá současná hodnota	NPV	13,04	10,6	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	1,15	1,14	%
Projekt je:		ziskový	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 jsou obě varianty totožné. 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 v první variantě.

**varianta č.1**

**varianta č.2**


Variantá	1			2		
investiční náklady tis. Kč	2 362,8			2 520,6		
výnosy tis. Kč	120,0			127,8		
diskontní sazba	1,1%			1,1%		
vnitřní výnosové procento	1,2%			1,1%		
dobá hodnocení roky	20			20		
roky	CF	NPV	PI	CF	NPV	PI
2014	120,0	-2 267,0	1,000	127,8	-2 417,7	1,000
2015	120,0	-2 172,0	0,989	127,8278	-2 316,6	0,989
2016	123,6	-2 213,5	0,978	131,6627	-2 213,5	0,978
2017	127,3	-1 976,7	0,968	135,6125	-2 108,6	0,968
2018	131,1	-1 876,3	0,957	139,6809	-2 001,6	0,957
2019	135,1	-1 773,9	0,947	143,8713	-1 892,6	0,947
2020	139,1	-1 669,7	0,936	148,1875	-1 781,6	0,936
2021	143,3	-1 563,5	0,926	152,6331	-1 668,5	0,926
2022	147,6	-1 455,3	0,916	157,2121	-1 553,3	0,916
2023	152,0	-1 345,1	0,906	161,9285	-1 435,9	0,906
2024	156,6	-1 232,8	0,896	166,7863	-1 316,3	0,896
2025	161,3	-1 118,4	0,887	171,7899	-1 194,4	0,887
2026	166,1	-1 001,8	0,877	176,9436	-1 070,3	0,877
2027	171,1	-883,1	0,867	182,2519	-943,8	0,867
2028	176,3	-762,1	0,858	187,7195	-815,0	0,858
2029	181,5	-638,9	0,849	193,351	-683,7	0,849
2030	187,0	-513,3	0,839	199,1516	-549,9	0,839
2031	192,6	-385,4	0,830	205,1261	-413,7	0,83
2032	198,4	-255,0	0,821	211,2799	-274,9	0,821
2033	204,3	-122,2	0,812	217,6183	-133,5	0,812
2034	210,5	13,0	0,803	224,1469	10,6	0,803



## 7. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

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

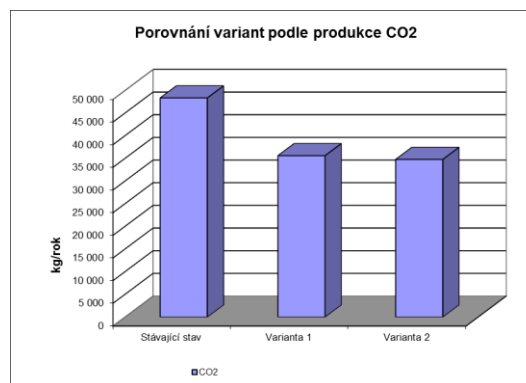
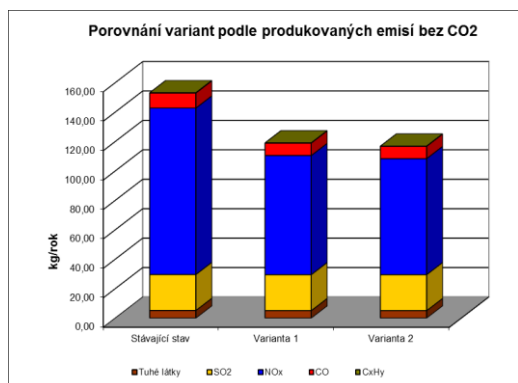
Energetické hospodářství zahrnuje tepelnou energii získávanou spalováním zemního plynu a elektrickou energii, které jsou vyráběny především v hnědouhelných elektrárnách. Dopad na životní prostředí pak zahrnuje emise jak ze zdroje výroby tepla, tak výroby elektrické energie. Navrhovanými opatřeními dochází ke snížení potřeby tepelné energie pro vytápění. Tím dojde i ke snížení emisí škodlivých látek do ovzduší. Hodnoty emisí jsou vypočítány na základě nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

### Globální environmentální vyhodnocení – varianta č.1

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.1 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,00526	0,00513	0,00013
SO <sub>2</sub>	0,02443	0,02443	0,00000
NO <sub>x</sub>	0,11313	0,08099	0,03214
CO	0,01021	0,00847	0,00174
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,00015	0,00010	0,00005
CO <sub>2</sub>	48,34902	35,61193	12,73709

### Globální environmentální vyhodnocení – varianta č.2

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.2 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,00526	0,00512	0,00014
SO <sub>2</sub>	0,02443	0,02443	0,00000
NO <sub>x</sub>	0,11313	0,07890	0,03423
CO	0,01021	0,00836	0,00185
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,00015	0,00009	0,00005
CO <sub>2</sub>	48,34902	34,78328	13,56574



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.

## 8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

### 8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Úroveň energetického hospodářství předmětu energetického auditu odpovídá době výstavby, kdy byly tepelně 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 **velmi ne hospodárná**.

Otopná tělesa nejsou osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlavici, 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
Celková roční dodaná energie	GJ	714,4	495,5	481,2
Celkové úspory energie	<b>GJ</b>		218,9	233,1
	<b>MWh</b>		60,8	64,8
	<b>%</b>		30,64	32,63
	<b>tis.Kč</b>		120,0	127,8

### 8.3. Návrh optimální varianty

S ohledem na podmínky dotačního titulu doporučujeme realizovat variantu č. 2., která spočívá v uplatnění následujících opatření:

1. Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
2. Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 160 mm);
3. Zateplení stropu pod půdou a stěny do půdy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 250 mm);
4. Zateplení střechy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 260 mm);
5. Zateplení podlahy 2.NP nad nevytápěným prostorem na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,40 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 100 mm);
6. Zavedení energetického manažerství, instalace vlastního ekvitermního uzlu;

#### Další doporučení pro energeticky vědomý provoz

- doinstalovat termostatické ventily (splnění Vyhlášky č.193/2007 Sb.) a v prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C (chodby, toalety, skladové prostory apod.), termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti.
- 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 ekvitermní regulace nebo instalovat novou vhodnější MaR, a případně nechat upravit topný systém;
- 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. Díky své odolnosti vůči chloru nejsou legionely odstraněny v úpravách pitné vody, procházejí do potrubní sítě, kde se pak mohou v teplé vodě (20-45 °C) pomnožit. Nejjednodušší ochranou proti těmto bakteriím je udržovat teplotu teplé vody na 55-60 °C a jedenkrát za týden zahřátí celého objemu vody v zásobníku na teplotu 70 °C (termodezinfekce), při které Legionely hynou. Přitom je však nutné dodržet maximální teplotu na výstupu z výtokové armatury 60 °C. Toho lze dosáhnout např. umístěním směšovací armatury na výstup z ohřívače TV;
- 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 účinností kotlů stanovuje Vyhláška č. 276/2007 Sb.

#### *Ekonomické ukazatele doporučené varianty*

Význam	Symbol	2.Varianta	jednotka
Celkové výdaje na energeticky úsporný projekt	IN	2 520,6	tis. Kč
Změna nákladů na energie	-	127,8	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	127,8	tis. Kč
Doba hodnocení	-	30	roky
Roční růst energie		3	%
Diskont	r	1,10	%
Prostá doba návratnosti	Ts	19,0	roky
Reálná doba návratnosti	Tsd	20,0	roky
Čistá současná hodnota	NPV	10,6	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	1,14	%
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 otápených 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

Evidenční číslo

EA2013004

### 1. Část – Identifikační údaje

#### 1. Jméno, příjmení / název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA

Jihomoravský kraj

#### 2. Adresa trvalého bydliště / sídlo

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

541651111

#### 3. Identifikační číslo

70888337

#### 4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

b) kontakt

#### 5. Předmět energetického auditu

a) název

Integrovaná střední škola polygrafická

b) adresa

Kudelova 6; 602 00 Brno

c) popis předmětu EA

Jedná se o objekt v řadové uliční zástavbě postavený v minulém století tradiční technologií z pálených cihel. Půdorysně tvoří objekt tvar písmene T. Objekt má jedno podzemní podlaží a čtyři nadzemní podlaží, střecha objektu je sedlová bez využívaného podkrovní. Hlavní vstup do objektu je z ulice Kudelova. V 1PP jsou skladovací prostory a výměníková stanice, v 1- 4.NP jsou učebny, kabinety a sociální zařízení. Obvodové zdivo je z plných pálených cihel, výplně otvorů tvoří převážně dřevěná okna zdvojená.

Energetické hospodářství v auditovaném objektu zahrnuje dva druhy spotřebovávaných energií, a to tepelnou energii a elektrickou energii. Objekt nemá vlastní zdroj tepla je napojen na výměníkovou stanici pára- voda ve vlastnictví sousední průmyslové školy. Otopnou plochu tvoří převážně litinová článková tělesa osazená ventily bez termostatických hlav. Ohřev TV je řešen jako lokální pomocí tří elektrických zásobníkových ohříváčů.

Elektrická soustava je 3PEN AC 50Hz, 3x230/400V, TN-C, ochrana proti nebezpečnému dotykovému napětí je provedena samočinným odpojením od zdroje. Osvětlení je provedeno převážně zářivkovými svítidly.

## 2. Část – Popis stávajícího stavu EA

### 1. Charakteristika hlavních činností

Vzdělávací činnost

### 2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla

Počet	0	ks
Instalovaný výkon	0	MW
Roční výroba	0	MWh
Roční spotřeba paliva	0	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	

### 3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Vytápění	0,114	MW	80,404	MWh/r	Tepelná energie
Chlazení		MW	0,000	MWh/r	-
Větrání		MW	94,273	MWh/r	Tepelná energie
Úprava vlhkosti		MW	0,000	MWh/r	
Příprava TV	0,006	MW	17,066	MWh/r	Elektrická energie
Osvětlení	0,025	MW	4,036	MWh/r	Elektrická energie
Technologie		MW	2,652	MWh/r	Elektrická energie
Celkem	0,145	MW	198,431	MWh/r	

### 3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

#### 1. Popis doporučených opatření

##### Doporučená varianta č.2

- Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla  $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ;
- Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 160 mm);
- Zateplení stropu pod půdou a stěny do půdy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 250 mm);
- Zateplení stropu střechy na požadovanou hodnotu součinitele prostupu  $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min tl. 260mm);
- Zateplení podlahy 2.NP nad nevytápěným prostorem na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,40 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  (min. tl. 100 mm);
- Zavedení energetického manažerství, instalace vlastního ekvitemního uzlu;

#### 2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energie - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	198,4	MW/r	133,7	MW/r	64,8	MW/r
Náklady	425,7	tis.Kč/r	297,9	tis.Kč/r	127,8	tis.Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	80,4	MW/r	15,7	MW/r	64,8	MW/r
Chlazení	0,0	MW/r	0,0	MW/r	0,0	MW/r
Větrání	94,3	MW/r	94,3	MW/r	0,0	MW/r
Úprava vlhkosti	0,0	MW/r	0,0	MW/r	0,0	MW/r
Příprava TV	17,1	MW/r	17,1	MW/r	0,0	MW/r
Osvětlení	4,0	MW/r	4,0	MW/r	0,0	MW/r
Technologie	2,7	MW/r	2,7	MW/r	0,0	MW/r

#### 3. Ekonomické hodnocení

Doba hodnocení	20	roků	Diskontní míra	1,1	%
Reálná doba návratnosti	20	roků	Investiční náklady	2 520,6	tis. Kč
Prostá doba návratnosti	19	roků	Cash flow	127,8	tis.Kč/r
IRR	1,14	%	NPV	10,6	tis. Kč
Rok realizace	2014				

#### 4. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav		Navrhovaný stav				Efekt	
	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně
Tuhé látky		t/r 0,0053	t/r		t/r 0,0051	t/r		t/r 0,0001
SO <sub>2</sub>		t/r 0,0244	t/r		t/r 0,0244	t/r		t/r 0,0000
NO <sub>x</sub>		t/r 0,1131	t/r		t/r 0,0789	t/r		t/r 0,0342
CO		t/r 0,0102	t/r		t/r 0,0084	t/r		t/r 0,0018
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>		t/r 0,0001	t/r		t/r 0,0001	t/r		t/r 0,0001
CO <sub>2</sub>		t/r 48,3490	t/r		t/r 34,7833	t/r		t/r 13,5657

#### 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

22.5.2013







**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



