

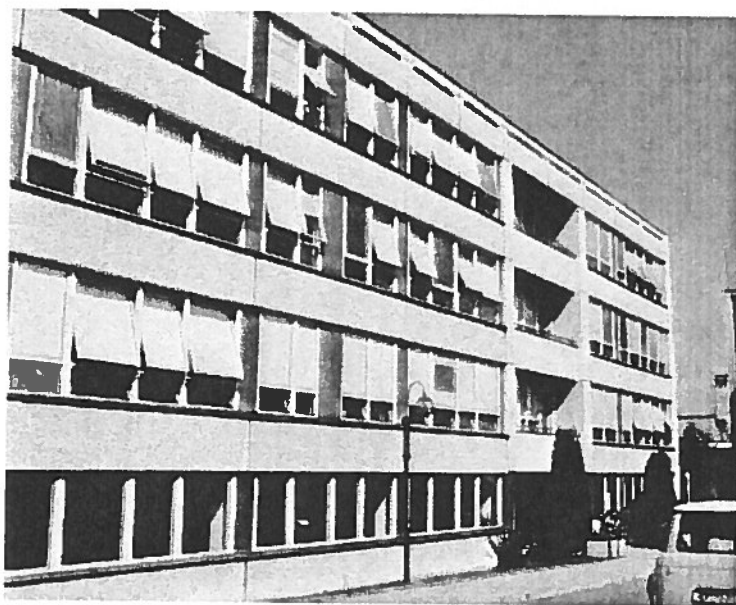
**EMTEST** spol. s r.o.  
ENGINEERING

Dvořákova 2  
737 01 Český Těšín  
[www.emtesteng.cz](http://www.emtesteng.cz)

Člen AEM, AEA

tel.: +420 558 712 129, tel./fax: +420 558 731 080, e-mail: [emtest@emtesteng.cz](mailto:emtest@emtesteng.cz)

# Energetický audit



**Vyšší odborná škola  
a Střední odborná škola G. Habrmána  
Habrmánova 1540, Česká Třebová**

**Auditor: Ing. Witold Stopa  
Osvědčení č. 170**



**Listopad, 2005**

## Protokol o zápůjčce

Na základě pověření zn. ECZ6042 ze dne 11.5.2006 předává Vyšší odborná škola a Střední odborná škola Gustava Habrmana, Česká Třebová, Habrmanova 1540, adresa Habrmanova 1540, 560 02 Česká Třebová, panu Karlu Tomáškoví, bytem Svitavy, Větrná 17, zastupující firmu ENVIROS, s.r.o., Praha, Na Rovnosti 1, následující energetický audit:

- **Energetický audit, Vyšší odborná škola a Střední odborná škola G. Habrmana, Habrmanova 1540, Česká Třebová, listopad 2005**
- **Energetický audit, Vyšší odborná škola a Střední odborná škola G. Habrmana, Objekt tělocvičny Na Skále čp. 566, Česká Třebová, listopad 2005**

Podle sdělení jednatele firmy ENVIROS, s.r.o. Ing. Jaroslava Vícha budou předmětné dokumenty vráceny v průběhu měsíce června 2006.

V České Třebové dne 15.5.2006

Předávající:



Ing. Milan Kment  
ředitel školy

Přebírající:



Karel Tomášek  
z pověření firmy ENVIROS, s.r.o.

## Obsah

Seznam příloh.....	2
<b>I. HODNOCENÍ SOUČASNÉ ÚROVNĚ PROVOZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ A BUDOVY .....</b>	<b>3</b>
<b>1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....</b>	<b>3</b>
1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZADAVATELE AUDITU .....	3
1.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROVOZOVATELE OBJEKTU .....	3
1.3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZPRACOVATELE AUDITU .....	3
1.4. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU .....	3
1.5. CÍL AUDITU .....	4
<b>2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU .....</b>	<b>5</b>
2.1. PODKLADY K VYPRACOVÁNÍ .....	5
2.2. POPIS OBJEKTU .....	6
2.3. STAVEBNÍ KONSTRUKCE .....	7
2.4. ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY .....	9
2.5. VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE .....	10
2.5.1. NAPOJOVACÍ UZLY .....	11
2.6. ROZVODY ENERGIE .....	11
2.7. VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE .....	13
<b>3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU .....</b>	<b>15</b>
3.1. ENERGETICKÁ BILANCE .....	15
3.2. ZHODNOCENÍ ROZVODŮ ENERGIE .....	15
3.3. ZHODNOCENÍ PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY (TV) .....	16
3.4. TEPELNĚ TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ BUDOVY .....	17
3.4.1. SROVNÁNÍ VYPOČÍTANÝCH SPOTŘEB TEPLA NA VYTÁPĚNÍ SE SKUTEČNOU SPOTŘEBOU .....	18
3.4.2. ZHODNOCENÍ KONSTRUKCÍ DLE POŽADAVKŮ ČSN 73 0540 „TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY“ – ÚČINNOST OD LISTOPADU 2002 ...	19
3.4.3. HODNOCENÍ BUDOVY PODLE VYHLÁŠKY 291/01, STÁVAJÍCÍ STAV .....	20
3.5. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE .....	21
3.5.1. HODNOCENÍ INTENZITY OSVĚTLENÍ .....	22
3.6. HODNOCENÍ STAVU ÚDRŽBY BUDOVY .....	23
3.7. ENERGETICKÉ MANAŽERSTVÍ .....	23
3.8. CELKOVÝ VÝSLEDEK HODNOCENÍ HOSPODÁRNOSTI PŘEMĚN ENERGIE .....	24
<b>II. TECHNICKÝ DOSAŽITELNÉ ENERGETICKÉ ÚSPORY - OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE .....</b>	<b>25</b>
<b>1. BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ .....</b>	<b>25</b>
1.1. OPTIMALIZACE ENERGETICKÉHO MANAGEMENTU (B1) .....	25
<b>2. NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ .....</b>	<b>25</b>
2.1. DOIZOLACE, DOIZOLACE ROZVODŮ ÚT, TV, .....	25
2.2. OPTIMALIZACE PŘÍPRAVY TV .....	26
2.3. INSTALACE ÚSPORNÝCH ZDROJŮ SVĚTLA .....	26
<b>3. NÁKLADOVÁ OPATŘENÍ .....</b>	<b>26</b>
3.1. REKONSTRUKCE ZDROJE TEPLÉ VODY (ZTV) .....	26
3.2. CELKOVÉ ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ (OP) .....	27
3.3. ZATEPLENÍ STROPU POSLEDNÍHO NP A STŘECH (S.) .....	28
3.4. ZATEPLENÍ PODLAH PROSTORU 1.NP (P) .....	29
3.5. CELKOVÁ VÝMĚNA DŘEVĚNÝCH A OCELOVÝCH OKEN (OD., OK.) .....	29
3.6. CELKOVÁ VÝMĚNA KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH VSTUPNÍCH DVEŘÍ (DK) .....	30

3.7. ZHODNOCENÍ KONSTRUKCÍ STAVEBNÍCH OPATŘENÍ DLE POŽADAVKŮ ČSN 73 0540 „TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY“ – ÚČINNOST OD LISTOPADU 2002.....	30
3.8. VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ .....	32
3.9. SOUHRN NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ.....	35

### **III. NÁVRH VARIANT DOPORUČENÝCH K REALIZACI ... 36**

#### **1. DEFINICE VARIANT DLE JEDNOTLIVÝCH NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ ..... 36**

<b>2. VARIANTY NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ A JEJICH PŘÍNOSY .....</b>	<b>36</b>
2.1. HODNOCENÍ BUDOV DLE VYHLÁŠKY 291/01 .....	36
2.2. UPRAVENÁ ENERGETICKÁ BILANCE VARIANT.....	37
2.3. KRITÉRIA EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ.....	37
2.4. INVESTIČNÍ NÁKLADY .....	37
2.5. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ VARIANT .....	38

### **IV. VÝSTUP ENERGETICKÉHO AUDITU ..... 40**

#### **1. HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ..... 40**

#### **2. DOSAŽITELNÉ ENERGETICKÉ ÚSPORY..... 41**

#### **3. OPTIMÁLNÍ VARIANTA K DOPORUČENÍ..... 41**

##### **3.1. KRITÉRIA VÝBĚRU OPTIMÁLNÍ VARIANTY.....41**

##### **3.2. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY.....41**

#### **4. ZÁVĚR ..... 42**

### **EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU..... 44**

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1	Fotodokumentace
Příloha č. 2	Situační plán

# I. HODNOCENÍ SOUČASNÉ ÚROVNĚ PROVOZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ A BUDOVY

## 1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZADAVATELE AUDITU

*Zadavatel:* Vyšší odborná škola a Střední odborná škola  
Gustava Habrmana  
Habrmanova 1540  
560 02 Česká Třebová

*IČ:* 49314866  
*DIČ:* -

*Zastoupený:* Ing. Milan Kment  
*Odpovědná osoba:* Ing. Zdeněk Jireček

*Telefon:* 465 568 134  
*Fax:* 465 568 199

### 1.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROVOZOVATELE OBJEKTU

*Provozovatel:* Vyšší odborná škola a Střední odborná škola  
Gustava Habrmana  
Habrmanova 1540  
560 02 Česká Třebová

*IČO:* 49314866  
*Odpovědná osoba:* Ing. Zdeněk Jireček  
*Telefon:* 465 568 134

### 1.3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZPRACOVATELE AUDITU

*Zpracovatel:* Ing. Witold Stopa  
energetický auditor  
Osvědčení č.170 MPO ČR  
o zapsání do Seznamu energetických auditů  
**EMTEST** spol.s r.o.  
Dvořákova 2  
737 01 Český Těšín

*IČ:* 146 137 19  
*DIČ:* CZ14613719  
*Odpovědný zástupce:* Ing. Witold Stopa  
*Telefon:* 558 712 129, 608 368 378  
*Fax:* 558 731 080  
*E-mail:* emtest@emtesteng.cz

### 1.4. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU

*Předmět auditu:* Budova a energetické hospodářství Vyšší odborné školy a Střední odborné školy Gustava Habrmana

*Majitel:* Pardubický kraj.

## **1.5. CÍL AUDITU**

Cílem energetického auditu je nalezení potenciálu úspor energie posuzovaného objektu, navržení možných variant energeticky úsporných opatření ke snížení stávající energetické náročnosti objektu a jejich posouzení z hlediska energetického a ekonomického. Audit poukazuje na některé nedostatky, které se u objektu projevují, doprovázejí jeho užívání a měly by být odstraněny.

Energetický audit byl zpracován v souladu se Zákonem 406 ze dne 25.října 2000 o hospodaření energií v platném znění (novelizace 359/02, 694/04), Vyhláškou 213 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 14. června 2001, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu v platném znění (novelizace 425/04) a Vyhláškou 291 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 27.července 2001, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách.

Energetický audit Vyšší odborné školy a Střední odborné školy Gustava Habrmana byl zpracován na základě Smlouvy o dílo č. EA/0305 uzavřené mezi Vyšší odbornou školou a Střední odbornou školou Gustava Habrmana a společností EMTES spol. s r.o..

## 2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

**V energetickém auditu jsou použity tyto zkratky:**

$\theta$	Theta - označení pro teplotu
EA	energetický audit
PS	předávací stanice
NU	nápožovací uzel
ÚT	ústřední topení
TV	teplá voda (ohřátá pitná voda z veřejného řádu)
TUV	teplá užitková voda (ohřátá užitková voda pro provoz technologie)
HDS	hlavní domovní přívodní rozvaděč
RE	rozvaděč elektroměrový
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
PPS	pěnový polystyrén
EPS	extrudovaný polystyrén
MV	minerální vlna
OZE	obnovitelné zdroje energie
TČ	tepelné čerpadlo

### 2.1. PODKLADY K VYPRACOVÁNÍ

Výchozí stav je popsán na základě podkladů poskytnutých zadavatelem auditu a vlastního místního šetření včetně provedení potřebných kontrolních výpočtů.

*Získané podklady:*

- Nekompletní stavební dokumentace (přístavba učeben) SPŠŽ Česká Třebová - zpracovatel pozemní stavby Pardubice, Ing. Pokorný – 1988;
- Nekompletní stavební dokumentace (č.p 1540) SPŠŽ Česká Třebová - zpracovatel architekt Jan Duchoslav – 1933;
- Rekonstrukce ústředního vytápění SPŠŽ Česká Třebová – zpracovatel Projekce Ústí nad Orlicí ZSS, Ing. Mikeš -1986;
- Zpráva o revizi elektrického zařízení z roku 2002;
- Roční údaje o spotřebě energií od roku 2002 získané od provozovatele objektu;
- ČSN 73 0540 „*Tepelná ochrana budov*“ - účinnost od května 1994;
- ČSN 73 0540 „*Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*“ – účinnost od listopadu 2002;
- ČSN 06 0210 „*Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*“ – účinnost od května 1994;
- informace majitele a správce objektu;
- prohlídky objektu provedené ing. T. Stopou, p. Zabysztzanem.

## 2.2. POPIS OBJEKTU

Předmětem tohoto auditu je budova SOŠ a VOŠ v České Třebové. Budova je tvořena pěti objekty postavenými v různém časovém období (nejstarší objekt C je z roku 1934 a nejmladší objekt B postavený v roce 1993) a v různých konstrukčních soustavách. Jednotlivé objekty k sobě přiléhají a navzájem na sebe navazují. (viz. situační plán).

Označení v EA	Popis
Část A	Učebny, hlavní vstup do školy, vrátnice, kabinety, sociální zařízení.
Část B	Tělocvična, malý sál, malá tělocvična, posilovna, kabinet, sociální zařízení.
Část C	Učebny a kabinety, administrativní část školy.
Část D	Strojírenské dílny, učebny.
Část E	Kantýna, sklady, učebny.

Obrysové rozměry budovy:

Označení	Šířka [m]	Výška [m]	Hloubka [m]
Část A	49,6	14,1	18,8
Část B	11,6	6,6	19,4
	13,2	6,6	25,4
Část C	11,2	19,2	40
	9,2	19,2	13,5
Část D	16,9	8,4	15,4
	6	7,2	13,5
Část E	16,2	14	11
	5,4	14	10

**Část A** – je čtyřpodlažní panelový montovaný objekt v konstrukčním systému S 1.2 s dvouplášťovou plochou střechou. Objekt je přístupný z venkovní části jihovýchodní fasády, kde se nachází hlavní vstup do školy s vrátnicí. V 1.NP se nacházejí šatny studentů, místnost uklízečky a vestibul s vrátnicí. V ostatních podlažích se nachází učebny, kabinety a sociální zařízení.

**Část B** – je takéž montovaný objekt v konstrukčním systému S 1.2 s dvouplášťovou plochou střechou. Objekt se skládá z dvoupodlažní části, ve které se nachází malá tělocvična, kabinet, sociální zařízení a místnosti vzduchotechniky, a dále jednopodlažní části, kde je tělocvična. Celá část B byla přistavěna v 90. letech k původnímu učebnovému čtyřpodlažnímu objektu (část A). Do objektu je samostatný vstup z uliční části (jihovýchodní fasáda).

**Část C** – je částečně podsklepený objekt v klasické zděné technologii s pěti nadzemními podlažními a členitějším půdorysem s nevytápěným půdním prostorem. V suterénu se nachází bývalá kotelná, sklady, dílna školníka a laboratoře. Ve zbývajících podlažích jsou pak učebny, kabinety, administrativní část školy a sociální zařízení. Tento objekt



přiléhá k částem A, E a D, s tímto pavilonem má společné dvouramenné schodiště. V objektu je rovněž byt školníka.

**Část D** – dvoupodlažní objekt v klasické zděné zástavbě, byl původně jednopodlažní a sloužil jako dílny učňů. Nyní se 2.NP nachází učebny a kabinety. Jednotlivé podlaží zpřístupňuje dvouramenné schodiště z části C.

**Část E** – je zděný podsklepený objekt, který má tři nadzemní podlaží a plochou dvouplášťovou střechu. Hlavní vstup je zajištěn z ulice (severovýchodní fasáda). V 1.NP se nachází kantýna a obchod. V 2-3.NP jsou učebny a kabinety.

#### **Charakteristika výroby:**

Nevýrobní budova občanská s převážně dlouhodobým pobytem lidí, určená pro mládež (školské zařízení).

Celkový počet studentů:	cca 774
Celkový počet zaměstnanců:	cca 71

**Výčet všech energeticky významných výrobních technologií:**  
V objektech nejsou žádné výrobní technologie

### **2.3. STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

#### **Zdivo**

**Část A, B** – Konstrukce objektu je řešená jako skeletová v konstrukční soustavě S 1.2. Obvodový plášť se předpokládá jako porobetonové panely tl. 440mm. Vnitřní stěny tl.125mm a příčky tl.100mm jsou zděné z cihel. Část svislé konstrukce tvoří okenní sestavy a meziokenní vložky. Dozdívky vnějšího obvodového pláště jsou z cihel CD-INA tl. 440mm.

**Část C** – Obvodové stěny jsou vyzděny v 1.PP z cihel tl. 900 mm a ve zbylých podlažích tl. 450 mm až 900 mm. Zdivo k nevytápěné půdě v 5.NP je z cihel tl. 450mm. Vnitřní příčky jsou z cihel plných pálených a z cihel dvouděrovaných tl. 100 mm a 125 mm.

**Část D** – Obvodové stěny jsou vyzděny z cihel tl. 450 mm. Vnitřní příčky jsou z cihel plných pálených a z cihel dvouděrovaných tl. 100 mm a 125 mm.

**Část E** – Obvodové stěny jsou vyzděny z cihelného zdiva tl. 500 mm. Vnitřní příčky jsou z cihel plných pálených a z cihel dvouděrovaných tl. 100 mm a 125 mm.

#### **Stropní konstrukce**

**Část A, B** – konstrukční soustava S 1.2 z prefabrikovaných stropních desek uložených na průvlacích, které jsou součástí železobetonového skeletu.

**Část C** – vzhledem k nedostatečným podkladům byla přijata skladba stropní konstrukce odpovídající realizovaným stavbám ve stejném

časovém období, to znamená dřevěné trámové stropy s rovným podhledem (podbitím).

**Část D, E** – stropní konstrukce je železobetonová.

### **Střecha**

**Část A, B** – má střechu dvouplášťovou plochou, kde nosnou část tvoří železobetonové stropní konstrukce tl. 250 mm, na nichž leží tepelně izolační desky z minerální rohože tl. 2x60mm, vzduchová mezera tl. cca. 500mm, keramické panely tl. 140mm a hydroizolační souvrství.

**Část C** – střecha je sedlová s polovalbami, kde nosnou konstrukcí je dřevěný trámový krov, krytina plechová na dřevěném záklopu. Střecha nad schodištěm je plochá, kde nosnou konstrukcí je dřevěný trám.

**Část D** – vzhledem k nedostatečným podkladům byla přijata skladba stropní konstrukce odpovídající realizovaným stavbám ve stejném časovém období, to znamená dřevěné trámové stropy s rovným podhledem (podbitím). Při rekonstrukci zde byl proveden podhled ze sádkartonových desek a tepelné izolace z minerální vlny tl. 120mm.

**Část E** – vzhledem k nedostatečným podkladům byla přijata skladba stropní konstrukce obdobná jako u části A,B, ale s tloušťkou tepelné izolace 60mm.

### **Podlahy**

**Část A, B** – vícevrstvé, podkladní beton pod hydroizolacemi v tl. cca 100mm vyztužený sítí. Podlahy jsou ve standardních tloušťkách s povrchovou úpravou (keramická dlažba, PVC, cementový potěr). Jako tepelná izolace byly použity tepelně izolační desky tl. 20-30mm.

**Část C, D, E** – vícevrstvé, podkladní beton pod hydroizolacemi v tl. cca 100mm. Podlahy jsou ve standardních tloušťkách s povrchovou úpravou (keramická dlažba, PVC, cementový potěr).

### **Omítky**

**Část A, B** – vnitřní omítky stěn a stropů jsou dvouvrstvé hladké štukové. Obklady WC, šatny, umývárny, kuchyň, úklidové komory, sklady atd. jsou keramické do výšky 1500mm. Vnější povrchová úprava je součástí prefabrikovaného obvodového panelu.

**Část C, D, E** – vnitřní omítky stěn a stropů jsou dvouvrstvé hladké štukové. Obklady WC, šatny, umývárny, kuchyň, úklidové komory, sklady atd. jsou keramické do výšky 1500mm. Vnější omítky jsou vápennocementové nebo břízlité.

### **Výplně otvorů**

**Část A, B** – Okna dřevěná zdvojená, sklopná, kombinovaná s meziokenními výplněmi. Hlavní vstupní dveře jsou řešeny jako kovová stěna jednoduše zasklená s dvoukřídlovými dveřmi (jihovýchodní fasáda). Vstup do pavilonu B jsou celoskleněné dveře v kovovém rámu dvoukřídlové (jihovýchodní fasáda). Prosvětlení schodiště je zajištěno okenními výplněmi z polykarbonátu. Okna v tělocvičně jsou ze sklobetonových prvků.

**Část C** – Okna jsou dvojitá dřevěná. Z dvorní části jsou okna ze sklobetonových tvárnic (severozápadní fasáda). Hlavní vstupy do budovy jsou řešeny jako dřevěné dveře dvoukřídlové jednoduché prosklené a dveře kovové dvoukřídlové jednoduché zasklené (severovýchodní fasáda), vstup z dvorní části dveře kovové dvoukřídlové jednoduché zasklené (severozápadní fasáda)

**Část D** – Okna dřevěná dvojitá. V dílnách okna kovová zdvojená. V 2.NP okna nová plastová. V 1.NP (jihovýchodní fasáda) byla provedena výměna oken kovových zdvojených za okna nová plastová. Hlavní vstupy do budovy jsou řešeny jako kovové dveře dvoukřídlové jednoduše zasklené. Nad chodbou je osazen bodový světlík jednoduše zasklený drátosklem.

**Část E** – Okna zdvojená dřevěná. V obchodě a kantýně jsou jednoduché skleněné výkladce v kovovém rámu. Vstup do objektu je zajištěn jak z uliční části (severovýchodní fasáda) tak z dvorní části (jihozápadní fasáda). Všechny tyto vstupy jsou kovové dveře jednoduše zasklené.

#### Fotodokumentace

Fotodokumentace budovy je uvedena v příloze č.1.

#### Situační plán:

Situační plán zakreslení budovy s jednotlivými navazujícími objekty je uvedený v příloze č.2.

## 2.4. ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY

Hodnoty energetických vstupů a výstupů byly převzaty z fakturačních údajů spotřeb energií předaných provozovatelem budovy.

Pro rok: 2002					
Vstupy	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet	Roční náklady
Paliv a energie			GJ/x	na GJ	tis.Kč
El. energie	MWh	104	3,6	375	300
Zemní plyn	tis.m <sup>3</sup>	0	34	0	0
Teplo	GJ	2885	1	2885	1022
Celkem vstupy paliv a energie				3260	1322
Celkem spotřeba paliv a energie				3260	1322

Pro rok: 2003					
Vstupy	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet	Roční náklady
Paliv a energie			GJ/x	Na GJ	tis.Kč
El. energie	MWh	107	3,6	385	292
Zemní plyn	tis.m <sup>3</sup>	0	34	0	0
Teplo	GJ	3113	1	3113	1081
Celkem vstupy paliv a energie				3498	1371
Celkem spotřeba paliv a energie				3498	1371

Pro rok: 2004					
Vstupy	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet	Roční náklady
Paliv a energie			GJ/x	Na GJ	tis. Kč
El. energie	MWh	101	3,6	362	254
Zemní plyn	tis.m <sup>3</sup>	0	34	0	0
Teplo	GJ	2951	1	2951	1073
Celkem vstupy paliv a energie				3313	1326
Celkem spotřeba paliv a energie				3313	1326

Pozn.: Cena tepla na vstupu v roce 2004: 363,45Kč/GJ (cena s DPH)  
Hodnoty v tabulkách jsou zaokrouhleny

Jako referenční je přijata střední hodnota spotřeby energií za sledované období (2002-2004), počítaná v cenách platných od 1.7.2005 (391,2 Kč/GJ dodaného tepla), el energie je počítána dle středních cen 2004.

Přehled spotřeb za 3 roky v přepočtu na klimatické podmínky s využitím denostupňové metody podle vyhl. 152/01.

Rok	Spotřeba tepla na vytápění [GJ]	Průměrná teplota za topné období [°C]	Počet denostupňů	Měrná spotřeba [kWh/m <sup>3</sup> ] (1)
2002	2885	3,7	3087	24,4
2003	3113	2,6	3337	26,3
2004	2951	3,6	3110	24,9

## 2.5. VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE

Hodnocený objekt je zásobován teplem z lokálního rozvodu tepla externího dodavatele TZA Č. Třebová (zdroj tepla plynová kotelná poblíž). Zásobování teplou vodou (TV) je pomocí elektrobojleru 4m<sup>3</sup> a pomocí elektrických průtokových ohřivačů.

### Bilance výroby energie z vlastních zdrojů (ÚT)

ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	0
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
5	Výroba elektřiny	MWh	0
6	Prodej elektřiny (z ř. 5)	MWh	0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	0
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	0
10	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	0
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	0
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8+ř.11)	GJ	0

### **2.5.1. NAPOJOVACÍ UZLY**

Přívod tepla pro objekty (kromě tělocvičny) je veden v zemi do části D (svářečská dílna), kde je umístěno měření tepla a hlavní armatury. Teplovod dále pokračuje pod stropem 1.NP do prostoru bývalé kotelny, kde je napojovací uzel.

Samostatná tepelná přípojka vede do objektu tělocvičny (místnosti vzduchotechniky), kde je napojovací uzel tohoto objektu.

#### **Zdroj tepla**

Teplá voda, ekvitemně regulovaná z plynové kotelny poblíž.

Měření spotřeby tepla: Thermiflu T (hlavní přívod), Thermiflu T (tělocvična)

#### **Vytápění objektů**

- ekvitemně v závislosti na venkovní teplotě včetně řízení vytápění s nočními útlumy (řízeno u zdroje tepla)

Topné okruhy hlavního napojovacího uzlu:

- Dílny elektro (D)
- Dílny levé (D)
- Přístavba (E)
- Stará budova levá (C)
- Stará budova pravá (C)
- Nová budova (A)

Topné okruhy napojovacího uzlu tělocvičny:

- Tělocvična I
- Tělocvična II
- VZT tělocvičny

#### **Použitá regulační technika:**

V napojovacích uzlech není použita žádná regulační technika.

#### **Příprava teplé vody (TV)**

V objektech není příprava vody z ÚT.

#### **Tepelné izolace**

Přívodní potrubí, rozdělovač, sběrač jsou izolovány cca 40-60 mm minerální vlny (MV) v hliníkovém obalu. Potrubí jednotlivých okruhů je izolováno cca 30 mm MV v hliníkovém obalu. Příruby, armatury bez izolace.

V případě napojovacího uzlu tělocvičny je izolace potrubí v rozsahu 30mm MV v hliníkovém obalu, armatury, příruby bez izolace.

### **2.6. ROZVODY ENERGIE**

#### **Elektřina**

VOŠ a SOŠ je napojená na distribuční síť elektrické energie VČE přes rozvaděč SR3/1 (přípojný rozvaděč ve dvoře školy). Odvod z SR3/1 je z pojistek 3x225A kabelem AYKY 3x150+70 do hlavního rozvaděče RH. Rozvaděč RH se skládá ze tří polí a je osazen v přízemí původní budovy (část C). První pole slouží jako přívodní elektroměrová část, kde se

nachází hlavní jistič 3x200A, dvousazbový elektroměr, sazbové spínací hodiny a vývod s elektroměrem pro byt školníka. V poli č.2 a 3 jsou umístěny jističí prvky. Z jističů rozvody dále pokračují k jednotlivým podružným rozvaděčům instalovaných v jednotlivých poschodích objektu, k zásuvkám, světlům a spotřebičům.

Rozvody jsou v elektrické soustavě 3+PEN, 400/230V, TN-C. Elektrická instalace je provedena kabely AYKY, CYKY, CYKYL uloženými pod omítkou, na kabelových roštích, v ocelových trubkách a kabelových lištách.

U rozvodů jsou prováděny periodické revize dle příslušných norem.

Provozovatel odebírá elektrickou energii v sazbě C25 (3x200A).

### **Zemní plyn**

Přívod zemního plynu je veden z nízkotlakého rozvodu dodavatele plynu (Východočeské plynárny a.s.) přes hlavní uzávěr do 1.NP staré budovy (C) a odtud přes plynoměr do bytu školníka, kde je umístěn plynový kotel Mora 670 o výkonu 17,5 kW. Škola plyn nevyužívá.

Plynovod je uvnitř budov z trub ocelových černých svařovaných opatřených žlutým nátěrem.

### **Otopná soustava objektů**

je teplovodní, dvoutrubková, uzavřená s tepelným spádem projektovaným 90/70 s 5 topnými okruhy a s nuceným oběhem vody.

Teplo je vedeno z napojovacího uzlu pod stropem 1.NP do jednotlivých objektů, kde je pak teplo vedeno dále pod stropem 1.NP k jednotlivým stoupačkám a radiátorům.

Stoupačky jsou vedeny v budově volně před lícem zdiva, radiátory jsou převážně umístěné pod okny.

Hlavní rozvody v 1.NP jsou izolovány cca 30-40 mm minerální plstí s hliníkovým obalem případně plastovým obalem.

**Otopná tělesa** - jsou většinou litinové článkové radiátory Kalor, z části topné registry.

Většina otopných těles je opatřena dvojregulačními ventily, případně termostatickými ventily (TRV) avšak bez termostatických hlavice. V objektech (mimo tělocvičny) je aplikován systém regulace vytápění programovaným individuálním řízením teplot v jednotlivých místnostech Etatherm. Systém je aplikován v zjednodušené formě, tj. jsou samostatně regulovány skupiny radiátorů, případně celé stoupačky (regulace teploty ve více místnostech).

Systém Etatherm zajišťuje individuální regulaci pomocí:

- 2 řídících jednotek
- 30 termostatických ventilů s nastavitelnou dálkově žádanou hodnotou, případně s měřením teploty
- 20 dálkově ovládaných ventilů
- 7 dálkově ovládaných ventilů s čidlem teploty
- 22 teplotních čidel
- 1 PC pro správu a ovládání nastavených teplot (ovládání ventilů)

### **Teplá voda (TV)**

Příprava TV je z části centrální v místnosti garáže – objekt C (1.NP pomocí el. bojleru 4m<sup>3</sup>) a z části distribuovaná pomocí elektrických průtokových ohřivačů (11ks). Z elektrického bojleru je teplá voda rozvedena do sociálních zařízení objektu A (nová škola) a do tělocvičny B (sociální zařízení, sprchy). Cirkulaci TV zajišťuje cirkulační čerpadlo Pedrollo HF5C 400V/LA (cca 80W), cirkulační čerpadlo není časově řízeno. Rozvod TV je izolován cca 40mm MV v plastovém obalu, části potrubí bez izolace (výstup z bojleru, potrubí kolem čerpadla).

Rozvod TV je veden pod stropem chodby v 1NP, izolace potrubí cca 30mm MV v plastovém obalu.

### **Vzduchotechnika**

V objektech jsou instalována následující vzduchotechnická zařízení:

Dílny svařovna: 2x odsávací ventilátor malého výkonu (odsávání prostoru a svářečských stolů). Zapnutí ovládání této vzduchotechniky je prováděno ručně.

Tělocvična: VZT jednotka umístěna ve strojovně vzduchotechniky, typ KDK, Kovona Karviná. Součástí je přisávací ventilátor, odsávací ventilátor, vzduchový filtr a teplovodní výměník. Výměník se ohřívá ze samostatného obvodu ÚT pomocí třicestného regulačního ventilu ZPA a čerpadla Sigma 50NTV-60-6-LM-90. VZT jednotka je většinou mimo provoz.

## **2.7. VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE**

Významným spotřebičem tepelné energie jsou zejména budovy (všechny budovy jsou vytápěné).

Plochy podlah, plochy konstrukcí v kontaktu s exteriérem a obestavěný vytápěný prostor jsou uvedeny podle údajů z projektové dokumentace v následující tabulce.

### **Stavebně technické parametry**

Plocha svislých neprůsvitných obvodových konstrukcí	3 494	m <sup>2</sup>
Plocha svislých průsvitných obvodových konstrukcí	1 620	m <sup>2</sup>
Plocha obvodových konstrukcí střešy/stropu	2 602	m <sup>2</sup>
Plocha obvodových konstrukcí podlahy (*)	2 602	m <sup>2</sup>
Obestavěný vytápěný objem	32 861	m <sup>3</sup>

Pozn.: Započítány jsou plochy dělicí vnitřní prostor od okolního prostředí.

(\*) Podlaha přilehlá k zemině

**Osvětlení** - Osvětlovací tělesa jsou převážně zářivková, zčásti žárovková. Žárovkové osvětlení je použito v místnostech, kde se předpokládá kratší doba svícení (např. WC, sklady, půda, garáž, apod.), ale i v některých místnostech s běžným denním využitím (např. vstupní hala, schodiště, chodby, apod.). Pro osvětlení učeben, šaten, vybraných

chodeb, dílen jsou použita zářivková osvětlovací tělesa. V tělocvičně jsou instalována výbojková svítidla.

V případě žárovkových svítidel se úsporné žárovky nepoužívají.

**Jiné větší spotřebiče:****a) Elektrické spotřebiče (stacionární/nepřenosné)**

Název	Umístění	Typ	Příkon [kW]
Topná tělesa pro ohřev TV	Garáž		2x 2x4
7x Malý bojler - průtokový	Stará část		7x 2
4x Malý bojler - průtokový	Nová část		4x 2

**b) Ventilátory/klimatizace (vzduchotechnika)**

Název	Umístění	Typ	Příkon [kW]
2x Ventilátor	Tělocvična		neuvedeno
Ventilátor	Dílny - svařovna		1
Odsávání svářečských stolů	Dílny - svařovna		0,4

**c) Motory**

Název	Umístění	Typ/výrobce	Příkon [kW]
Dílnské stroje	Dílny		cca 50
Buchar	Dílny		4,5 mimo provoz
Dmychadlo	Dílny - kovárna		0,5
2x Čerpadlo	Garáž		2x 1,5
Čerpadlo	Výměňíková stanice	Sigma 50NTV-60-6-LM80	0,08
2x Čerpadlo	Výměňíková stanice	Sigma 50NTR-80-10-LM00	2x 0,36
2x Čerpadlo	Výměňíková stanice	Sigma 50NTV-60-15-LM80	2x 0,17

**d) Plynové spotřebiče**

Žádné.



### 3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

Výchozí stav je zhodnocen na základě roční energetické bilance a tepelně technicky zhodnocené budovy podle příslušných norem a vyhlášky 291/01. Jednotlivé údaje jsou uvedeny v následných tabulkách.

#### 3.1. ENERGETICKÁ BILANCE

Základem energetické bilance jsou údaje z provozní evidence (střední spotřeby 2002-2004, počítaná v cenách tepla platných od 1.7.2005, el energie je počítána dle středních cen 2004).

Ř.	Ukazatel	Energie GJ	Náklady tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	3357	1430
	Elektrická energie	374	263
	Zemní plyn	0	0
	Teplo	2983	1167
2	Změna zásob a paliv	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	3357	1430
4	Prodej energie cizím	0	0
5	<b>Konečná spotřeba paliva energie v objektu (ř.3-ř.4)</b>	3357	1430
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	119	47
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	2864	1120
8	Spotřeba energie na TV (z ř. 5) (*)	0	0
9	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	374	263

Pozn.: Cena 1 GJ tepla: 391,20 Kč (včetně DPH),

(\*) Spotřeba energie nebo vody na přípravu TV se samostatně neměří, tato spotřeba je zahrnuta v řádku 9.

#### 3.2. ZHODNOCENÍ ROZVODŮ ENERGIE

**Elektřina:** Technický stav jednotlivých částí rozvodů je dobrý, rozvody jsou akceptované periodickými revizemi.

##### **Rozvod ÚT, otopná soustava:**

Rozvod ÚT je v celkově dobrém technickém stavu odpovídajícím době instalace. Velmi dobrým řešením je místní regulace radiátorů pomocí systému Etatherm, avšak tento z důvodu asi omezených investic není instalován ideálně, tj. jsou ovládány skupiny místností (většinou nad sebou spojených jednou stoupačkou), nejsou ovládány jednotlivé místnosti. V místnostech se společnou regulací může proto docházet k nedotápění nebo přetápění. Tyto situace by mohla být řešena instalací TRV ventilů v místnostech s chybějícím čidlem teploty. Nedostatkem v tělocvičně je chybějící lokální regulace (Etatherm zde instalovaný není). Izolace rozvodů nesplňuje vyhlášku 151/01 z hlediska tloušťky izolace i když z důvodu doby instalace rozvodů se vyhláška na ně nevztahuje. Dodatečně většina rozvodů je vedena ve vytápěných prostorách i když o menší výpočtové teplotě (chodby). Odstranitelnými nedostatky v izolaci je stav izolací napojovacích uzlů. V obou napojovacích uzlech je potřebné provést doizolaci všech armatur, přírub, případně krátkých úseků potrubí (vstupy/ výstupy z rozdělovače/sběrače).

### Spotřeba tepla pro pokrytí ztrát rozvodů

Spotřeba tepla pro pokrytí ztrát rozvodů (vnitřních) byla vypočtena dle vyhlášky 151/01. Jelikož většina rozvodů je vedena ve vytápěných prostorech ztráty přispívají k tepelné bilanci objektu.

Tabulka: Určení ztráty tepla povrchem potrubí

Potrubí		Rozvod ÚT Přívod	Rozvod ÚT Nápojov uzel hl.	Rozvod ÚT Objekt B,C	Rozvod ÚT Nápojov uzel tělocv.
Délka	[m]	93	155	293	27
Jednotková ztráta	[Wm <sup>-1</sup> ]	14-50 (1)	3-25 (1)	3-15	4-17 (1)
Teplota topné vody	[°C]	60/40	60/40	60/40	60/40
Okolní teplota	[°C]	15/20	15	15/20	15
Světlost potrubí	[m]	0,15	0,04-0,15	0,03-0,1	0,04-0,12
Síla izolace	[m]	0,02/0,03 (1)	0,03 (1)	0,03	0,03/0,04 (1)
Stav izolace		Dobrý (2)	Dobrý (2)	Dobrý (2)	Dobrý (2)
Topný výkon	[kW]	2	1,9	2,6	0,7
Tepelné ztráty	[GJ/rok]	30	28	38	10

(1) Bez případných neizolovaných částí potrubí

(2) Je zde hodnocen stav, není hodnocena tloušťka izolace

Upozornění: Uváděné tepelné ztráty přispívají k tepelné bilanci objektu

### 3.3. ZHODNOCENÍ PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY (TV)

TV je připravována z části centrálně pro sociální zařízení nové budovy a sociální zařízení tělocvičny. Dodávku TV k místě spotřeby je zajištěn rozvodem TV s cirkulací. Nevýhodou takového řešení jsou tepelné ztráty rozvodů zejména mimo topnou sezónu. Nevhodně je řešena i centrální nádrž, kdy vlivem koncentrace topných článků do jednoho místa dochází k lokálnímu přehřívání a k problémům (poškození topných článků), dodatečně způsob napojení neumožňuje teplotně vrstvit vodu v zásobníku. Nedostatkem je i provoz cirkulačního čerpadla bez přerušení. Dílčími nedostatky jsou pak chybějící izolace na částí potrubí u nádrže (výstupy, u cirkulačního čerpadla apod. – viz fotodokumentace). Příprava TV v nádrži je blokována v případě trvání vysokého tarifu elektrické energie.

Vhodnějším řešením je minimálně rozdělit přípravu TV samostatně pro školu a tělocvičnu. Řešením je zrušení stávajícího objemného bojleru a instalace menších bojlerů poblíž soc. zařízení tělocvičny a v místě stávajícího bojleru případně poblíž soc. zařízení (dimenzovaných na běžnou spotřebu TV, případně instalace více kusů s menšími objemy). Výhodou tohoto řešení je zmenšení rozvodů TV při zachování přípravy TV v nízkém tarifu a dále přizpůsobení přípravy TV běžným odběrům. Cirkulace by se zachovala jenom pro sociální zařízení školy (doprava TV do 3 patra) avšak z časováním.

Nevýhodou stávajícího stavu je dále chybějící měření spotřeby studené vody na vodu teplou na vstupu do stávajícího bojleru.

Spotřeba energie na TV se neměří, z důvodu výrazné decentralizace zdrojů TV je bilanční odhad spotřeby charakteristický významnou

nejistotou. Normový odběr TV je v rozsahu: 250 GJ/rok TV dle ČSN 06 0320, což odpovídá úrovni 0,8 kWh/osobu a den, skutečný odběr nelze věrohodně určit.

Tabulka: Určení ztráty tepla povrchem potrubí

Potrubí		Hlavní rozvod teplé vody
Délka	[m]	116
Jednotková ztráta	[Wm <sup>-1</sup> ]	4-7 (1)
Teplota topné vody	[°C]	55
Okolní teplota	[°C]	15/20
Světlost potrubí	[m]	0,15
Síla izolace	[m]	0,03/0,05 (1)
Stav izolace		Dobry (2)
Topný výkon	[kW]	1,4
Tepelné ztráty	[GJ/rok]	25

(1) Bez případných neizolovaných částí potrubí

(2) Je zde hodnocen stav, není hodnocena tloušťka izolace

### 3.4. TEPELNĚ TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ BUDOVY

Hodnocení energetických požadavků na budovy je založeno na početním zpracování ztrát dle ČSN 730540 a ČSN 060210 pro jednotlivé konstrukční prvky budov a to obvodového pláště, střechy, podlahy a výplně otvorů.

V případě nedostatečných podkladů (přesné skladby konstrukcí) byly ve výpočtu uvažovány součinitele prostupu tepla odpovídající hodnotám běžným u obdobných staveb realizovaných ve stejném časovém období. Pro výpočet tepelných ztrát byly definovány okrajové podmínky uvedené v tabulce.

Tabulka: Parametry prostředí

Vnitřní výpočtová teplota	$t_i$	20°C
Vnější výpočtová teplota	$t_e$	-15°C
Průměrná vnitřní výpočtová teplota <sup>1)</sup>	$t_{is}$	17,3°C
Průměrná teplota venkovního vzduchu <sup>2)</sup>	$t_{es}$	3,3°C
Délka otopného období	$d$	227
Charakteristické číslo budovy	$B$	6
Charakteristické číslo místností	$M$	0,4-0,7
Denostupně $D = d (t_{is} - t_{es})$	$^{\circ}D$	3178

1) střední vážená průměrná teplota vytápěných místností budov.

2) průměrná teplota během otopného období (referenční bod Ústí nad Orlicí)

Tepelné ztráty v objektu sestávají ze:

Ztráty prostupem tepla materiálem do okolí - závisí tepelně–izolačních vlastnostech venkovních stěn, oken, stropu nejvyššího NP a jsou základní ztrátou stavebního objektu. Velikost ztráty je dána konstrukčním provedením budovy, jako i množstvím okenních i dveřních otvorů ve stěnách (horší izolační vlastnosti). Ztráta prostupem je charakterizována

součinitelem prostupu tepla  $U$ , tj. tepelným výkonem přeneseným 1 m<sup>2</sup> plochy při rozdílu teplot 1° C (K).

**Ztráta tepla infiltrací** venkovního vzduchu do vytápěných prostorů je způsobená zejména netěsností okenních a dveřních spár, případně spárami a netěsnostmi v konstrukcích a mezi konstrukcemi navzájem. Ztráta infiltrací pro výplně otvorů je charakterizována součinitelem spárové průvzdušnosti  $i_{LV, ij}$  (m<sup>3</sup>/s.m.Pa<sup>0,67</sup>)

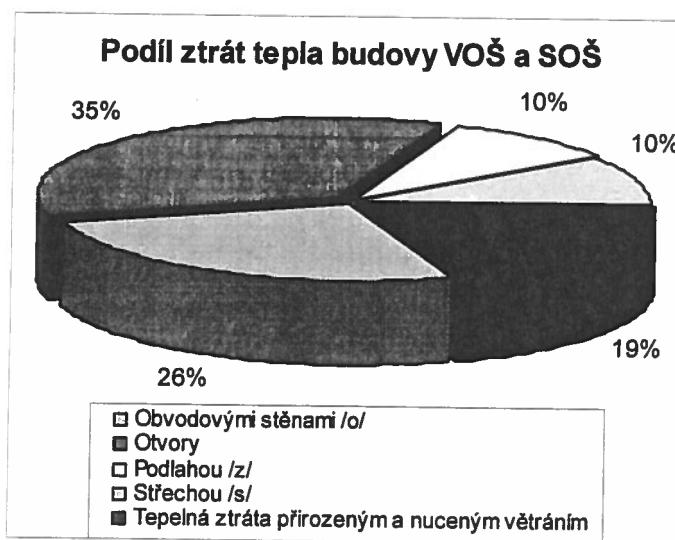
**Ztráty technologické** způsobené otopným systémem, zejména v případě starších systémů bez lokálních regulačních prvků, případně při nevhodném celkovém vyregulování otopné soustavy. Z těchto důvodů může nastat situace, kdy je v různých částech různá teplota, čímž je způsobeno, že část objektu je trvalé přetápěna, jinde zase nedostatečně vytápěna.

### Rozložení úniku tepla jednotlivými konstrukčními díly

Podíl ztrát tepla související se stavebním provedením budovy a z něho vyplývající infiltrace a větrání uvádí tabulka níže:

Tabulka: Podíl ztrát tepla

Prvek/Objekt	VOŠ a SOŠ [kW]	VOŠ a SOŠ [%]
Obvodovými stěnami	116	26
Otvory	159	35
Podlahou	43	10
Střechou	44	10
Tepelná ztráta přirozeným a nuceným větráním	87	19
<b>Tepelná ztráta celkem</b>	<b>449</b>	<b>100</b>



#### 3.4.1. SROVNÁNÍ VYPOČÍTANÝCH SPOTŘEB TEPLA NA VYTÁPĚNÍ SE SKUTEČNOU SPOTŘEBOU

Spotřeba tepla na vytápění byla vypočítaná denostupňovou metodou vycházející ze středních teplot za poslední tři roky a následně byla srovnána se skutečnou spotřebou plynu. Ze srovnání vyplývá, že objekt není přetápěn, jsou využívány útlumy vytápění.

**3.4.2. ZHODNOCENÍ KONSTRUKCÍ DLE POŽADAVKŮ ČSN 73 0540 „TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY“ – ÚČINNOST OD LISTOPADU 2002**

Součinitel prostupu tepla U [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ]					
druh konstrukce	stav konstrukce	normová hodnota UN		hodnota U vypočtená	požadavky ČSN 73 0540-2
		požadovaná	doporučená		
A. Stavební konstrukce					
Obvodový porobetonový panel tl. 400mm (přístavba učeben A)	stávající	0,38	0,25	0,57	Nevyhovující
Meziokenní výplň část (objekt A)	stávající	0,38	0,25	0,82	Nevyhovující
Meziokenní sendvičový panel tl.250mm (A)	stávající	0,38	0,25	0,65	Nevyhovující
Obvodový plášť z cihel CD - INA (objekt A , B a částečně E)	stávající	0,38	0,25	0,86	Nevyhovující
Meziokenní výplň (tělocvična B) θ ≤15°C	stávající	0,59	0,39	0,80	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl. 900mm (1.PP objekt C)	stávající	0,38	0,25	0,88	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl. 600mm (objekt C)	stávající	0,38	0,25	1,22	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl. 300mm (objekt C)	stávající	0,38	0,25	1,99	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl. 750mm (objekt C)	stávající	0,38	0,25	1,02	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl. 450mm (objekt C, D)	stávající	0,38	0,25	1,51	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl. 500mm (objekt E 1.PP-1.NP)	stávající	0,38	0,25	1,40	Nevyhovující
Podlaha přilehlá k zemině keramická dlažba, PVC (A)	stávající	0,60	0,40	0,99	Nevyhovující
Podlaha 1.NP nad vnějším prostorem keramická dlažba (A nad vstupem)	stávající	0,24	0,16	0,74	Nevyhovující
Podlaha pružná přilehlá k zemině (B tělocvična)	stávající	0,60	0,40	1,48	Nevyhovující
Podlaha přilehlá na zemině keramická dlažba, cementový potěr (C,D,E)	stávající	0,60	0,40	2,05	Nevyhovující
Střecha A	stávající	0,24	0,16	0,26	Nevyhovující
Střecha B (dvoupodlažní část)	stávající	0,24	0,16	0,29	Nevyhovující
Střecha B (tělocvična) θ ≤15°C	stávající	0,37	0,25	0,44	Nevyhovující
Střecha C k nevytápěné půdě	stávající	0,30	0,20	1,45	Nevyhovující
Střecha nad částí C plochá nad schodištěm	stávající	0,24	0,16	1,17	Nevyhovující
Střecha D plochá nad chodbou θ ≤15°C	stávající	0,37	0,25	1,17	Nevyhovující
Střecha D nad 2.NP učebnami	stávající	0,24	0,16	0,30	Nevyhovující
Střecha plochá E	stávající	0,24	0,16	0,44	Nevyhovující
B. Výplně otvorů					
Okno dřevěné zdvojené θ ≤15°C	stávající	2,6	1,9	2,8	Nevyhovující
Okno dřevěné zdvojené θ≥20°C	stávající	1,7	1,2	2,8	Nevyhovující
Okno plastové zdvojené θ ≤15°C	stávající	2,6	1,9	1,4	Vyhovující
Okno dřevěné dvojité θ ≤15°C	stávající	2,6	1,9	2,7	Nevyhovující
Okno dřevěné dvojité θ≥20°C	stávající	1,7	1,2	2,7	Nevyhovující
Okno jednoduché kovové θ ≤15°C	stávající	2,6	1,9	6,5	Nevyhovující
Vstupní dveře kovové jednoduché	stávající	2,6	1,9	6,5	Nevyhovující

$\theta \leq 15^\circ\text{C}$					
Vstupní dveře dřevěné jednoduché $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	stávající	2,6	1,9	4,8	Nevyhovující
Světlik $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	stávající	2,6	1,9	5,74	Nevyhovující

Pozn.: Uvedené normové hodnoty pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{\text{in}} = 20^\circ\text{C}$

Stávající obvodové konstrukce – obvodový plášť, střechy, podlahy **nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540 - 2.**

Výplně otvorů - dřevěná okna zdvojená, dřevěná okna dvojitá, kovová okna jednoduchá, dveře dřevěné jednoduché, dveře kovové jednoduché s vnitřní teplotou  $\theta \leq 15^\circ\text{C}$  **nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540 - 2.**

Plastová okna zdvojená v tělocvičně, částečně v objektu D **vyhovují požadavkům ČSN 73 0540 - 2.**

### 3.4.3. HODNOCENÍ BUDOVY PODLE VYHLÁŠKY 291/01, STÁVAJÍCÍ STAV

Vyhláškou 291/01 se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách, budova po provedení významnějších rekonstrukcí musí splňovat požadovanou měrnou spotřebu tepla při vytápění  $e_{\text{vn}}$ . Výpočet byl stanoven dle §4, §5, §7, §8 vyhlášky 291/01. Spotřeba tepla pro vytápění ke krytí tepelných ztrát prostupem byla vypočtena dle §4 odst. 2 vyhlášky 291 (dle normy ČSN 06 0210 a ČSN ISO 832)

Hodnocení budovy podle vyhlášky 291/01, stávající stav

Význam	Symbol	Hodnota	Jednotka
Reálná spotřeba tepelné energie za otopné období	ev	25	kWh/m <sup>3</sup>
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	ev	34	kWh/m <sup>3</sup>
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla při vytápění	$e_{\text{vn}}$	29	kWh/m <sup>3</sup>
Požadavky vyhlášky č. 291/2001 Sb.	-	Nesplňuje	-
Stupeň tepelné náročnosti budov dle ČSN 730540-2	STN	117 (nesplňuje)	%
Klasifikace tepelné náročnosti	-	E	Nevyhovující

Stupeň tepelné náročnosti budov	Klasifikace	Slovní vyjádření klasifikace
STN[%]	V1	V1
$\leq 40$	A	Mimořádně úsporná
$\leq 60$	B	Velmi úsporná
$\leq 80$	C	Úsporná
$\leq 100$	D	Vyhovující
$\leq 120$	E	Nevyhovující
$\leq 150$	F	Výrazně nevyhovující
$> 150$	G	Mimořádně nevyhovující

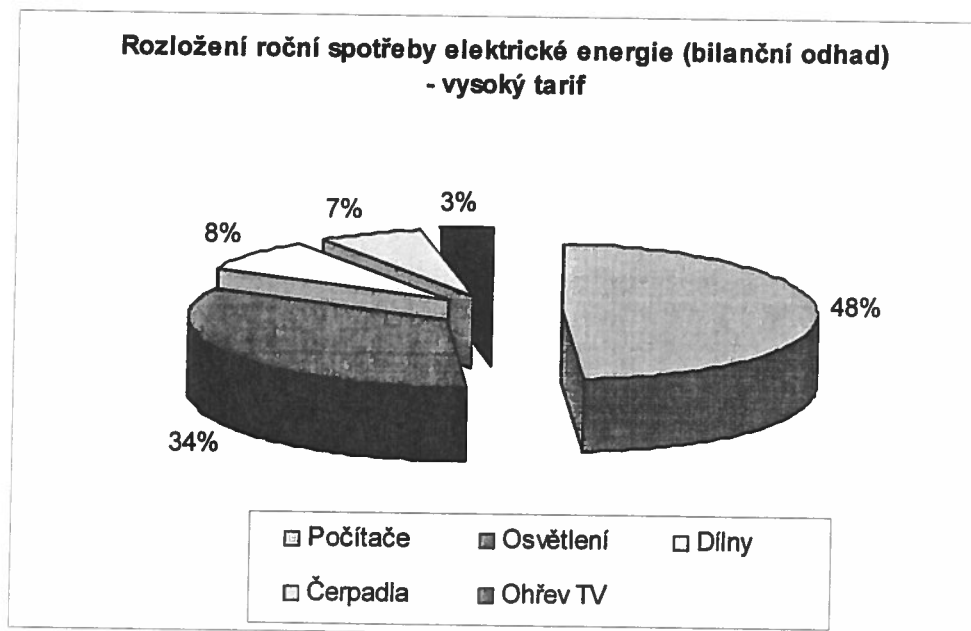
Tepelná charakteristika budovy je zhoršená, na úrovni nevyhovující. Pro snížení měrné spotřeby (aby vyhovovala vyhl. 291/01) je nutno zlepšit tepelně izolační vlastností stavebních konstrukcí objektu.

### 3.5. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE

Spotřeba elektrické energie je úměrná charakteru budovy a instalovaným elektrickým spotřebičům. Největším spotřebičem ve vysokém tarifu jsou počítače (cca 48%). Druhým velkým spotřebičem elektrické energie je osvětlení objektu (cca 34%). V nízkém tarifu je nejvíce elektrické energie spotřebováno na ohřev TV (cca 60%) a pro osvětlení objektu (cca 26%). Úspory se takto mohou získat převážně používáním spotřebičů o lepší energetické účinnosti (třída A), omezením zbytečného svícení a instalací úsporných žárovek v místnostech s běžným denním provozem (chodby, schodiště, haly, apod.), anebo čidel pohybu v místnostech s krátkým, ale častějším pobytem osob (WC, umyvárny, šatny). Dále pak efektivním využíváním počítačů a šetrným zacházením s teplou vodou.

#### Rozložení roční spotřeby elektrické energie (bilanční odhad) – vysoký tarif

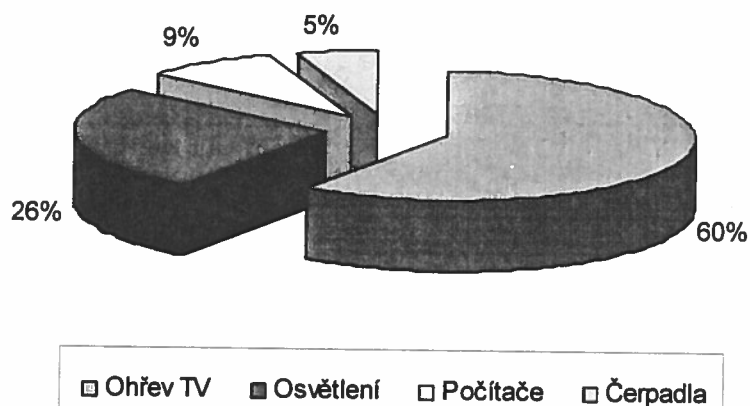
Druh spotřeby	Instal příkon [kW]	Časové využití [hod/rok]	Spotřeba el. energie [kWh/rok]	Spotřeba el. energie [%]
Počítače	cca 33	1 000	32 600	48
Osvětlení	70	350/100	22 500	34
Dílny	52	100	5 200	8
Čerpadla	4	3 500/250	4 500	7
Ohřev TV	38	0/100	2 200	3
<b>Celkem</b>	<b>197</b>		<b>67 000</b>	<b>100</b>



**Rozložení roční spotřeby elektrické energie (bilanční odhad) – nízký tarif**

Druh spotřeby	Instal příkon [kW]	Časové využití [hod/rok]	Spotřeba el. energie [kWh/rok]	Spotřeba el. energie [%]
Ohřev TV	38	1 300/50	21 900	60
Osvětlení	70	150/50	9 700	26
Počítače	cca 33	100	3 300	9
Čerpadla	4	1 500/100	1 900	5
<b>Celkem</b>	<b>145</b>		<b>36 800</b>	<b>100</b>

Rozložení roční spotřeby elektrické energie (bilanční odhad) -  
nízký tarif

**3.5.1. HODNOCENÍ INTENZITY OSVĚTLENÍ**

Bylo provedeno kontrolní měření ve vybraných referenčních místnostech z hlediska posouzení plnění parametrů intenzity osvětlení (osvětlenost dle ČSN EN 12464-1) umělým osvětlením. Tyto místnosti byly vybrány jako referenční jednak z důvodu způsobu využití (místo převážného pobytu osob), jednak z důvodu obdobných parametrů dalších místností. Na základě provedených kontrolních měření osvětlenosti bylo zjištěno:

Č.	Místnost	Osvětlenost [lx]		Splňuje	Rovnoměrnost osvětlení		Splňuje	Označení protokolu
		požadovaná	změřená průměrná		dle normy	naměřená hodnota		
1.	Učebna - Fiktivní firma – část C	300	394,8	ANO	0,7	0,58	NE	EA-OS-ČTŘEB-VOŠ SOŠ_1
2.	Učebna – část A	300	230	NE	0,7	0,73	ANO	EA-OS-ČTŘEB-VOŠ SOŠ_2

Pozn.: Protokoly o měření jsou uloženy u energetického auditora.

**Zhodnocení měřených prostorů**

Na základě provedených měření a jejich výsledků lze konstatovat, že v referenční místnosti (Učebna – část A [2]) není splněn požadavek na



střední intenzitu osvětlení. V referenční místnosti (Učebna - fiktivní firma – část C [1]) požadavek na střední intenzitu osvětlení je.

**Doporučení vyplývající z měření**

V místnostech odpovídajících vybrané referenční místnosti (Učebna – část A [2]) doporučuji doplnění osvětlovacích těles.

### **3.6. HODNOCENÍ STAVU ÚDRŽBY BUDOVY**

Vzhledem k provedeným opravám a na základě prohlídek objektu byla stanovena míra neprovedené údržby a opotřebení konstrukcí následovně:

omítky obvodového pláště fasády jsou opotřebeny 10%, otvorové výplně dřevěné pavilony A,B,E 10%, pavilony C a D 40%, tvorové výplně a dveře ocelové 20% .

Dle sdělení zadavatele se nechystá v nejbližší době žádná rozsáhlejší oprava nebo rekonstrukce budovy.

### **3.7. ENERGETICKÉ MANAŽERSTVÍ**

Energetické manažerství je řídicím nástrojem pro trvalé udržování spotřeby energie na potřebné úrovni a je založeno na periodickém (doporučujeme týdenním) sledování spotřeby energie a průměrné venkovní teploty.

*Cílem energetického manažerství je zabezpečit:*

- správný provoz technických zařízení;
- rychlé zjištění poruch a závad technických zařízení a provozních postupů;
- snížení spotřeby energie;
- dokumentování výsledků úspor energie vlivem realizace úsporných opatření.

Energetické manažerství spočívá ve vynášení pravidelně odečtených hodnot měrné spotřeby energie na  $m^2$  vytápěné plochy a průměrné venkovní teploty do tzv. E-T křivky (vodorovná osa teplota, svislá měrná spotřeba). Tato křivka je specifická pro každou budovu a udává pomocí horní a dolní meze (převážně  $\pm 5\%$ ) optimální měrnou spotřebu energie v závislosti na průměrné venkovní teplotě. Jestliže vynesení bod leží mimo rozhraní horní a spodní meze, signalizuje to poruchu nějakého zařízení, jeho špatné nastavení nebo chybný způsob provozu.

*Pro sestavení ET křivky je tedy nutno:*

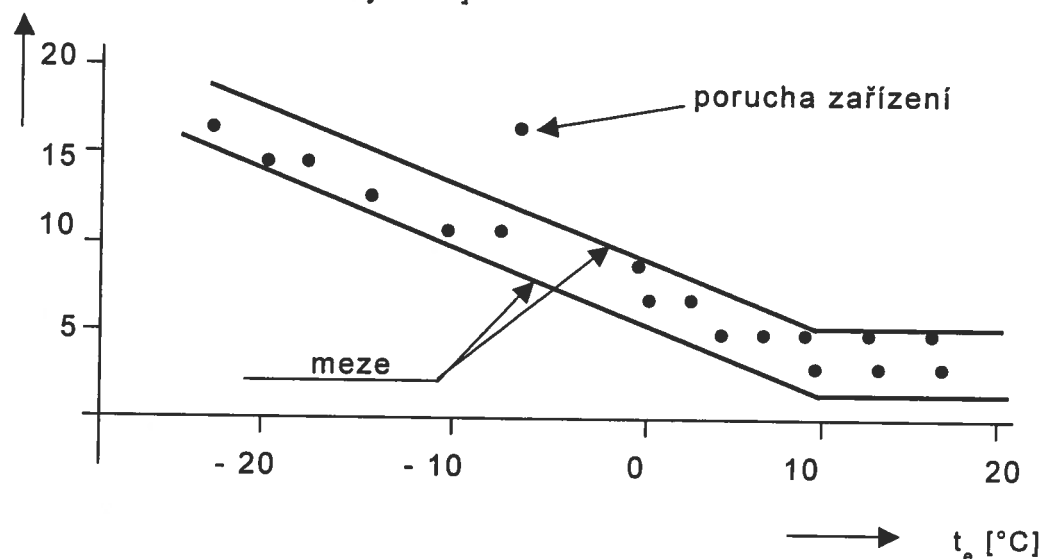
Odečítat (anebo spolehlivě odhadnout) spotřebu energie za týden (týdenní průměrnou hodnotu) v GJ.

Zaznamenat průměrnou denní venkovní teplotu za stejné období, nanést tento bod do ET křivky.

Při zjištění odchylky nového bodu od mezí ET křivky je takto možno provést nápravu co nejdříve, aniž by náklady na spotřebu do odhalení problému se neúměrně zvýšily.

**Příkladová E-T křivka:**

Spotřeba tepla  
[MWh, GJ, m<sup>3</sup>, t · m<sup>-2</sup> · týden<sup>-1</sup>]



V případě auditované budovy je energetické manažerství prováděno zejména v oblasti operativního stanovování požadovaných lokálních teplot v řídicím systému lokálního řízení vytápění a v oblasti měření a vyhodnocení spotřeb energií.

### 3.8. CELKOVÝ VÝSLEDEK HODNOCENÍ HOSPODÁRNOSTI PŘEMĚN ENERGIE

Auditovaná budova zejména vzhledem ke svému stavebnímu provedení nesplňuje vybrané ukazatele požadované měrné spotřeby tepla vyhlášky 291/01.

#### Předběžný přehled potenciálu úspor

	Potenciál energetických úspor				Potenciál úspor nákladů tis.Kč/rok	
	min. %	max. %	min GJ/rok	max. GJ/rok	min. tis. Kč/rok	max tis. Kč/rok
Stavební opatření (zateplení obvodového pláště, výměna oken)	5	30	149	895	58	350
Strojní opatření (instalace TRV, doizolace rozvodů)	0	3	1	89	1	35
Zlepšení energetického manažerství	0	2	0	60	0	23
<b>Celkem</b>	<b>5</b>	<b>35</b>	<b>151</b>	<b>1044</b>	<b>59</b>	<b>408</b>

Tabulka uvádí maximální technicky možné dosažitelné úspory bez ohledu na ekonomickou vhodnost investice. Je jasné, že ve skutečnosti budou reálné úspory menší vlivem provedení jen některých opatření.

## II. TECHNICKÝ DOSAŽITELNÉ ENERGETICKÉ ÚSPORY - OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

### 1. BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

#### 1.1. OPTIMALIZACE ENERGETICKÉHO MANAGEMENTU (B1)

Tepelná ztráta budovy závisí nejen na tepelně technických stavebních vlastnostech, ale také na úrovni energetického managementu a na chování a disciplině uživatelů. Např. nadměrné větrání i se současným přetápěním může výrazně zvýšit ztrátu tepla, systémové noční útlumy vytápění naopak tuto ztrátu sníží.

Úspor v této oblasti lze dosáhnout několika jednoduchými způsoby:

Kontrola doby svícení, omezení provozu elektrických spotřebičů.  
Nepřetápění prostor - udržování teploty v daných prostorách na přiměřené úrovni v závislosti na aktuálním využití místnosti včetně provádění útlumu vytápění a to především v nočních hodinách.  
Zamezení nadměrnému větrání okny a dveřmi.  
Průběžné sledování spotřeby tepla pro vytápění.

V rámci energetického managementu je potřeba:

- průběžně sledovat a vyhodnocovat spotřebu tepla objektů, tak rovněž spotřebu dalších energií – vyhodnocovat ET křivku,
- instalovat na vstup do zásobníkového ohřívače TV vodoměr a zajistit jeho periodické odečty (měsíčně), na jeho základě sledovat spotřebu TV, případně instalovat samostatný podružný elektroměr pro měření spotřeby el. energie na TV.

### 2. NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

#### 2.1. DOIZOLACE, DOIZOLACE ROZVODŮ ÚT, TV,

Toto opatření počítá s izolací neizolovaných potrubí v:

- Napojovacích uzlech: izolovat neizolované části potrubí-příruby, armatury, filtry (platí pro hlavní napojovací uzel ÚT jak i napojovací uzel v tělocvičně).
- U zdroje TV – bojleru: izolovat neizolované části potrubí příruby, taktéž izolovat odbočky s armaturami v rozvodu v 1.NP.
- V rozvodech TV – izolovat všechny přístupné rozvody TV, které nejsou opatřeny izolací (např. krátké úseky pod stropem 1.NP u šaten).

Doporučit lze přeizolaci všech přístupných rozvodů TV pokud tloušťka izolace není dostatečná, t.j nesplňuje požadavek vyhlášky 151/01.

Očekávaný přínos tohoto opatření (rozvody jsou většinou vedeny ve vytápěných místnostech i když s menší výpočtovou teplotou) je v řádu

celkově do 20 GJ/rok u rozvodu ÚT, 20GJ/rok u rozvodu TV. Nové izolace provést dle příslušných norem včetně vyhl. 151/01.

## **2.2. OPTIMALIZACE PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY (TV)**

V rámci tohoto opatření se předpokládá instalace časového spínače ovládání cirkulačního čerpadla a ovládání stykače topných článků bojleru (dodatečná blokace k signálu HDO, t.j. příprava TV jenom v době trvání nízkého tarifu a požadavku časového spínače). Časovač cirkulace nastavit tak, aby cirkulace zavedla teplou vodu k místě spotřeby vždy ráno a pak dle potřeby (nanejvýš několikrát denně).

## **2.3. INSTALACE ÚSPORNÝCH ZDROJŮ SVĚTLA**

Významným zdrojem světla v objektu jsou zářivková svítidla, která jsou doplněna žárovkovými svítidly. U všech žárovkových zdrojů světla, kde denní využití zdroje světla je vyšší než cca 1-2h a všude tam, kde tomu dovoluje uživatelský komfort doporučují instalovat úsporné zdroje světla, tj. zářivky anebo úsporné žárovky, avšak s dodržением požadované intenzity světla, případně s dodržением uživatelského komfortu. Jedná se například o tyto prostory: vybrané chodby a schodiště, vstupní hala.

Tímto opatřeními lze očekávat částečnou úsporu spotřeby elektrické energie.

## **3. NÁKLADOVÁ OPATŘENÍ**

### **3.1. REKONSTRUKCE ZDROJE TEPLÉ VODY (ZTV)**

Stávající zdroj TV, kromě využívání nejlevnějšího zdroje energie z dostupných (elektrický proud v NT sazbě), vykazuje zhoršenou funkci z důvodu:

- problémy s ohřevem vody v bojleru (nestandardní bojler projevující se technologickými problémy při provozu)
- nedostatečné izolaci rozvodů
- delším rozvodům v případě vedení TV zejména do tělocvičny.

Jako vhodné se jeví rozdělit zdroj tepla na menší umístěné poblíž odběrových míst (sociální zařízení nové školy, tělocvična). Předpokládá se použití menších bojlerů v objemu odpovídajícím běžným potřebám (ohřev jen předpokládaného potřebného množství) s případným dohřevem v průtokovém ohřivači (ohřev TV při vybití bojlerů) nebo plynovém průtokovém ohřivači s bloádou v případě dostatečující teploty TV. Instalaci je třeba volit tak aby doplnění o další bojler v případě systémového zvětšení odběru bylo možné.

Předpokládané úspory jsou zejména v úspoře vlivem zmenšení ztráty tepla z rozvodů, tyto jsou však menšího rozsahu, jelikož v zimním období ztráty rozvodu TV přispívají k tepelné bilanci objektu.

V důsledku vysoké ceny investice a malých finančních přínosů tato investice má však smysl jenom v případě, že provozovatel se rozhodne pro obnovu zdroje tepla z jiných důvodů než úspora tepla v rozvodech, např. z důvodů využití OZE.

### **3.2. CELKOVÉ ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ (OP..)**

Vzhledem k tomu, že většina obvodových stěn auditovaného objektu nesplňuje požadavky ČSN 730540 v opatření se navrhuje jejich zateplení. To by mělo být provedeno kontaktním certifikovaným zateplovacím systémem s použitím PPS se stěrkovou omítkou v tloušťkách pro dosažení koeficientu prostupu tepla blízkým doporučeným hodnotám.

Opatření zateplení obvodového pláště se týká všech pavilonů:

OPA - objekt A: zateplení vrstvou 100mm PPS. V případě současné výměny oken meziokenní výplně vybourat a nahradit zdívkou např. z Ytongu 500 (375mm) a zateplit stejnou vrstvou jako zbylé stěny.

OPB – objekt B s tělocvičnou – zde se předpokládá zateplení části mezi tělocvičnou a pavilonem A a to vrstvou PPS o tloušťce 100mm. Obvodové stěny tělocvičny zůstanou bez zateplení (plní normu ČSN 730540)

OPC - jelikož se jedná o originální architektonický styl 30. let XX století je zateplování této části citlivou záležitostí. Pokud bude rozhodnuto, že lze fasádu tohoto objektu zateplit v opatření se navrhuje zateplit vrstvou PPS o tloušťce 120mm.

Vnitřní stěnu mezi vytápěným a nevytápěným půdním prostorem zateplit vrstvou PPS o tloušťce 100mm, zde není nutno provádět omítku.

OPD – objekt D: opatření předpokládá zateplení vrstvou PPS o tloušťce 140mm

OPE – objekt E: opatření předpokládá zateplení vrstvou PPS o tloušťce 140mm

Výsledný součinitel prostupu tepla zateplených obvodových stěn bude:

<b>Opatření/objekt</b>	<b>U (Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup>)</b>
OPA	0,26-0,31
OPB	0,25-0,31
OPC	0,28-0,32
OPD	0,28
OPE	0,31

Uvedenými hodnotami prostupu tepla se plní požadavky novelizované normy ČSN 730540. Zateplení u všech fasád by se mělo provést od úrovně terénu (do výšky 0,6 m od úrovně terénu použít EPS) až po atiku/střechu za účelem minimalizace vlivu tepelných mostů. U ostění a parapetů oken, kde to dovoluje rám okna zateplit 20-40 mm PPS, v případě nových oken tyto montovat se širším rámem tak, aby zateplení ostění 40 mm bylo možné.

**Pozitivní vlastnosti zateplení:**

- snížení energetické náročnosti budovy,
- snížení studeného sálání zdí směrem do interiéru,
- zvýšení ochrany konstrukce před povětrnostními vlivy,
- díky obnově vnějšího obvodového pláště zhodnocení stavby, zlepšení estetického vzhledu budovy (volba barevnosti fasády).

Po zateplení obvodového pláště dochází ke změnám charakteru topné soustavy (v místnostech s velkým podílem obvodových konstrukcí klesá výrazně spotřeba tepla) je tedy nutné vyregulování otopné soustavy (objekt je vybaven regulací jednotlivých topných tělesa stoupaček). Před realizací opatření zateplení obvodového pláště je potřeba získat vyjádření stavebního statika.

**3.3. ZATEPLENÍ STROPU POSLEDNÍHO NP A STŘECH (S..)**

Tepelné vlastnosti všech střech (stropů posledního podlaží objektů) vykazují zhoršené tepelné vlastnosti, tj. nesplňují požadavky ČSN 73 540, z tohoto důvodu navrhuji dodatečné opatření ve formě zateplovacího systému stropů:

SA – objekt A: předpokládá se zateplení střešního pláště pomocí tepelně izolačních desek z minerální vlny, pochůzných (např. Dachrock) tl.100mm a hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů Elastek anebo pomocí tepelně izolačních PPS desek tl.100mm a vrstvy kačírku v tl. 30mm plnící funkci ochrannou a zatěžovací.

SB – objekt B s tělocvičnou – zde se předpokládá stejné provedení zateplení jak v SA.

SC - objekt C: opatření počítá s položením na podlahu půdy vrstvy minerální vlny o tloušťce min 180mm a instalací záklopu s dřevotřískových desek upevněných na hranolech či stojkách pro umožnění využívání půdy např. na skladovací účely. V úspornější variantě provést záklop jen pro pochůzné účely (např. uprostřed), zbylou část izolace položit bez záklopu ale s překrytím paropropustnou fólií.

V případě rovné střechy přístavby schodiště opatření předpokládá dodatečné zateplení zafoukáním izolačního materiálu do stropního prostoru (např. Climatizer) přes provedené montážní otvory. Tloušťka izolace 250mm.

SD – objekt D: zateplení provést v části s půdním prostorem další vrstvou minerální vlny o tloušťce 80mm. V části s rovnou střechou provést zateplení zafoukáním izolačního materiálu do stropního prostoru (např. Climatizer) přes provedené montážní otvory. Tloušťka izolace 250mm.

SE – objekt E: zateplení provést položením dodatečné vrstvy MV o tloušťce 160mm do střešního meziprostoru přes inspekční otvory. Vzhledem ke skutečnosti, že mezistřeší prostor má omezenou výšku nebude možná jednouchá pokládka izolačního materiálu. V tomto případě doporučuji použít aplikaci zafoukávané izolace (např. Climatizer).

Výsledný součinitel prostupu tepla zateplených střeš bude:

Opatření/objekt	U (Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> )
OPA	0,16
OPB	0,18-0,22
OPC	0,18-0,22
OPD	0,18-0,20
OPD	0,18

Těmito hodnotami koeficientu prostupu tepla budou splněny požadavky novelizované normy ČSN 730540.

### **3.4. ZATEPLENÍ PODLAH PROSTORU 1.NP (PA)**

Z důvodu chybějícího suterénu u zbylé části budovy a z důvodu problémového zateplování podlah přízemí tam, kde nejsou suterény (nutno zvýšit podlahy, včetně celkové rekonstrukce ) neuvažuje se o tomto opatření.

Výjimkou je podlaha vytápěné místnosti, nacházející se nad vnějším prostorem vstupu do školy v objektu A, kde se doporučuje rozebrat izolační vrstvu ze spodní strany konstrukce a doplnit jej 170mm PPS (celková vrstva PPS 200mm).

### **3.5. CELKOVÁ VÝMĚNA DŘEVĚNÝCH A OCELOVÝCH OKEN (OD., OK..)**

Opatření celkové výměny dřevěných oken předpokládá výměnu oken, které nesplňují tepelně izolační požadavky. V tomto případě se jedná o výměnu všech dřevěných a ocelových oken (mají zhoršené tepelně izolační vlastnosti včetně horší spárové průvzdušnosti). Nová plastová okna jsou v pořádku.

Předpokládá se výměna dřevěných zdvojených oken za okna se součinitelem prostupu tepla  $U_w \sim 1,4$  (Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup>), plastová nebo dřevěná s izolačním dvojsklem, v případě místnosti s vnitřní teplotou  $\theta_{im} \leq 15^\circ\text{C}$  postačí 1,9 W/(m<sup>2</sup>K).

Z důvodu předpokládané nižší spárové průvzdušnosti nových oken se předpokládá zvýšené nucené větrání, tj. dosažení požadované výměny vzduchu 0.5 h<sup>-1</sup>.

ODA - objekt A: opatření předpokládá výměnu všech oken. Dále pak výměnu stávajícího zasklení polykarbonátovou deskou (nevhodná tloušťka) oken prosvětlující hlavní vstupní schodiště části A za desku min. tříkomorovou o tloušťce 16mm.

Počítá se zakrytím střešního světlíku polykarbonátovou deskou (tříkomorová a tloušťce 16mm) odspoda v úrovni stropní konstrukce a uchycení pomocí krycích lišt. Bude tak vytvořen mezisvětlíkový prostor. Tímto se zmenší ochlazované plochy, vznikne nevytápěný meziprostor s vyšší vnitřní teplotou. Podmínkou instalace je takové provedení, aby jednoduchým sejmutím desek byla možná údržba stávajícího bodového světlíku. Druhou podmínkou je překrytí izolačními lištami stávající ocelové konstrukce světlíku, aby bylo zamezeno vzniku tepelného mostu s možností jednoduché demontáže pro snadné čištění (např. v dřevěných lištách).

SB – objekt B s tělocvičnou – opatření předpokládá výměnu všech dřevěných oken. Nepředpokládá se výměnu sklobetonových výplní i když je nutno některé z nich vyměnit pro poškození. V případě rozhodnutí o nahrazení sklobetonových výplní novými, doporučuji použít plastová okna ( $k=1,9$ ), pro lepší propustnost světla okny než sklobetonovými výplněmi možno část plochy vyzdit – např. sloupky mezi okny. Plastová okna zůstanou stávající.

SC – objekt C: předpokládá se výměna všech dřevěných oken (včetně vytápěných místností v suterénu)

SD – objekt D: předpokládá se výměnu všech dřevěných a zejména ocelových oken. V případě střešního světlíku se předpokládá výměna stávajícího spodního drátoskla za polykarbonátovou desku (tříkomorová o tloušťce 16mm) instalovanou odspoda (viz výše SA)

SE – objekt E: předpokládá se výměna všech dřevěných oken.

OKE – objekt E: předpokládá se výměna všech ocelových oken, tzn oken výloh a ocelových oken ve vytápěných prostorách suterénu.

V případě celkové výměny oken je potřeba zhodnotit znovu dimenzaci otopného systému /viz. 3.2/.

V případě výměny oken v suterénech tyto provést (navrhnout) tak aby bylo možno mimo topnou sezónu suterénní prostory velmi dobře větrat (dělená okna anebo mříže před okny) a vysušovat zdivo. Suterén části E je velice vlhký a použitím např. plastových oken, které jsou těsná bez větrání by situaci z hlediska vlhkosti ještě zhoršilo.

### **3.6. CELKOVÁ VÝMĚNA KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH VSTUPNÍCH DVEŘÍ (DK)**

Opatření počítá výměnu všech ocelových dveří za nové plastové se součinitelem prostupu tepla  $U_w \sim 1,9$  ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ). Dveře vyměnit spolu s přílehlými nadsvětlíky. Konkrétně se jedná o:

Objekt A: 1 ks

Objekt B: 1ks

Objekt C: 2ks ocelových a 1 ks dřevěné. Dřevěné dveře 2ks (vnitřní dveře na půdu) možno ponechat.

Objekt D: 2ks

Objekt E: 4ks

### **3.7. ZHODNOCENÍ KONSTRUKCÍ STAVEBNÍCH OPATŘENÍ DLE POŽADAVKŮ ČSN 73 0540 „TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY“ – ÚČINNOST OD LISTOPADU 2002**

Součinitel prostupu tepla $U$ [ $W/(m^2.K)$ ]					
Druh konstrukce	Stav konstrukce	Normová hodnota $U_N$		Hodnota $U$ Vypočtená	Požadavky ČSN 73 0540-2
		Požadovaná	Doporučená		
Obvodový porobetonový panel tl. 400mm	Stávající	0,38	0,25	0,57	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.100mm			0,26	Splňuje



Obvodový plášť z cihel CD – INA tl.440mm	Stávající	0,38	0,25	0,86	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.100mm			0,31	Splňuje
Meziokenní výplň	Stávající	0,38	0,25	0,82	Nesplňuje
	Zdivo Ytong tl.375mm PPS tl.100mm			0,25	Splňuje
Meziokenní sendvičový panel tl.250mm	Stávající	0,38	0,25	0,65	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.100mm			0,28	Splňuje
Meziokenní výplň $\theta \leq 15^{\circ}\text{C}$	Stávající	0,59	0,39	0,80	Nesplňuje
	Zdivo Ytong tl.375mm + PPS tl.100mm			0,20	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 900mm	Stávající	0,38	0,25	0,88	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.120mm			0,28	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 300mm	Stávající	0,38	0,25	1,99	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.120mm			0,33	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 750mm	Stávající	0,38	0,25	1,02	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.120mm			0,29	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 600mm	Stávající	0,38	0,25	1,22	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.120mm			0,30	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 450mm (C)	Stávající	0,38	0,25	1,51	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.120mm			0,32	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 450mm (D)	Stávající	0,38	0,25	1,51	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.140mm			0,28	Splňuje
Obvodový plášť cihelný tl. 500mm	Stávající	0,38	0,25	1,40	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.120mm			0,31	Splňuje
Podlaha 1.NP nad vnějším prostorem keramická dlažba (A nad vstupem)	Stávající	0,24	0,16	0,74	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.200mm			0,21	Splňuje
Střecha A	Stávající	0,24	0,16	0,26	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.100mm			0,16	Splňuje
Střecha B (dvoupodlažní)	Stávající	0,24	0,16	0,29	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.100mm			0,17	Splňuje
Střecha B $\theta \leq 15^{\circ}\text{C}$	Stávající	0,37	0,25	0,44	Nesplňuje
	Zateplení PPS tl.100mm			0,22	Splňuje
Strop C k nevyt. půdě	Stávající	0,30	0,20	1,45	Nesplňuje
	Zateplení MV tl.180mm			0,21	Splňuje
Střecha nad částí C plochá nad schodištěm	Stávající	0,24	0,16	1,17	Nesplňuje
	Zateplení Climatizer tl.250mm			0,18	Splňuje
Střecha D plochá $\theta \leq 15^{\circ}\text{C}$	Stávající	0,37	0,25	1,17	Nesplňuje
	Zateplení MV tl. 80mm			0,16	Splňuje
Střecha D nad 2.NP učebnam	Stávající	0,24	0,16	0,30	Nesplňuje
	Zateplení Climatizer tl.250mm			0,16	Splňuje
Střecha E	Stávající	0,24	0,16	0,44	Nesplňuje
	Zateplení MV tl.160mm			0,18	Splňuje
Okno dřevěné zdvojené $\theta \leq 15^{\circ}\text{C}$	Stávající	2,6	1,9	2,8	Nesplňuje
	výměna za plastová okna prosklená izolačním dvojsklem			0,16	Splňuje
Okno dřevěné zdvojené $\theta \geq 20^{\circ}\text{C}$	Stávající	1,7	1,2	2,8	Nesplňuje
	výměna za plastová okna prosklená izolačním dvojsklem			1,4	Splňuje

Okno dřevěné dvojité $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	Stávající	2,6	1,9	2,7	Nesplňuje
	výměna za plastová okna prosklená izolačním dvojsklem			1,9	Splňuje
Okno dřevěné dvojité $\theta \geq 20^\circ\text{C}$	Stávající	1,7	1,2	2,7	Nesplňuje
	výměna za plastová okna prosklená izolačním dvojsklem			1,4	Splňuje
Okno jednoduché kovové $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	Stávající	2,6	1,9	6,5	Nesplňuje
	výměna za plastová okna prosklená izolačním dvojsklem			1,9	Splňuje
Vstupní dveře kovové $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	Stávající	2,6	1,9	6,5	Nesplňuje
	výměna za plastové (dřevěné) dveře s izolačním dvojsklem			1,9	Splňuje
Vstupní dveře dřevěné $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	Stávající	2,6	1,9	4,8	Nesplňuje
	výměna za plastové (dřevěné) dveře s izolačním dvojsklem			1,9	Splňuje
Světlik $\theta \leq 15^\circ\text{C}$	Stávající	2,6	1,9	5,74	Nesplňuje
	výměna za tříkomorovou polykarbonátovou desku tl. 16mm			1,9	Splňuje

Vysvětlivky : PPS - pěnový polystyrén stabilizovaný  
MV – minerální vlna

Pozn.: Uvedené normové hodnoty pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{\text{in}} = 20^\circ\text{C}$

### 3.8. VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Posouzení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie (OZE) je provedeno z hlediska technického (vhodnost nasazení) a ekonomického (návratnost vložených prostředků). Zvažováno je použití 2 typů OZE: sluneční kolektory pro přípravu TV a tepelné čerpadlo pro přípravu topné vody.

#### 3.8.1. Technické posouzení

##### a) Sluneční kolektory (SK)

Sluneční kolektory lze využít nejvíce v letních měsících zejména na přípravu TV (období mimo topnou sezónu) z důvodu vhodné intenzity slunečního záření. V případě auditovaných objektů je v letních měsících provoz omezen, tudíž nedojde k plnému využití získaného tepla v TV. Z hlediska instalace potřebného výkonů solárních panelů lze využít plochu rovných střech některých objektů, omezené je umístění vyrovnávací akumulární nádrže.

##### b) Tepelné čerpadlo (TČ)

Instalace tepelného čerpadla musí zohledňovat aktuální charakteristiky stávajícího zdroje tepla a topné soustavy. Omezujícími faktory jsou zejména teplotní spád topné soustavy (90/70) a elektrická přípojka, která musí být dimenzována na pokrytí spotřeby tepla tepelného čerpadla při provozu s minimálním topným faktorem tj. o cca 100W více (potřeba

zřídít nové odběrné místo s dimenzací hlavního jističe cca 144A), při významném pokrytí spotřeby tepla z TČ.

Možným zdrojem tepla je buď země (hloubkový nebo povrchový odběr tepla), případně vzduch (výměníky instalované na střeše anebo v okolí školy). Z důvodu teplotního spádu topné soustavy při splnění požadavku výrazného snížení spotřeby tepla budovy (zateplení) a případného doplnění topných těles je možné uvažovat o provozu TČ s výstupní teplotou topné vody 50°C, avšak v případě poklesu venkovní teploty pod bod bivalence je potřeba doplňkového vytápění stávajícím zdrojem. Potřebný výkon tepelného čerpadla je pak závislý od zvolení bodu bivalence, nevýhodou je potřeba plného výkonu doplňkového zdroje tepla.

### **3.8.2. Ekonomické posouzení**

Pro ekonomické hodnocení jsou použity modelové sestavy OZE s omezeným výkonem (technické posouzení vylučuje významné výkony OZE).

#### **Instalace slunečních kolektorů**

Tyto lze vzhledem ke klimatickým podmínkám využít pouze pro přípravu teplé vody a to zejména v letním období. Předpokládá se menší instalace 2 slunečních kolektorů s akumulační/výměníkovou nádrží 200 litrů. Předpokládaná roční výroba tepla na přípravu teplé vody je cca 7,2GJ ročně.

Parametry navrhované soustavy:

Typ slunečních kolektorů:	Deskový
Absorpční plocha:	2x1,76m <sup>2</sup>
Sluneční absorpce:	min. 0,94
Tepelná emisivita při 82°C:	max. 0,16
Doporučený průtok teplotonosné kapaliny:	30-100l/h

Ekonomické hledisko:

Životnost	Roky	15
Investiční náklady	tis.Kč	110
Cena za GJ tepla z kolektorů (1)	Kč	980
Cena za GJ stávající	Kč	702*

(1) Jednoduchý ekonomický propočet (prostá doba návratnosti) v dnešních cenách včetně investičních nákladů.

Pozn. uvedené ceny jsou včetně DPH.

\* Střední cena za odběr NT a VT

Výpočet ceny tepla ze slunečních kolektorů vychází z faktu, že je již instalován zdroj TV (bojler, průtokové ohříváče), tudíž jsou srovnávány výrobní náklady ve stávajícím zdroji a celkové náklady v případě slunečních kolektorů.

#### **Instalace tepelného čerpadla**

Podmínkou instalace je úprava topných těles po zateplení objektu (významné splnění/snížení  $e_v$  – vyhláška 291/01), snížení teplotního spádu ÚT na cca 50°C / 40°C (do bodu bivalence), zvýšení dimenzování elektrického soustavy.

Z předpokladu splnění podmínek výše je možno zvažovat instalaci a provoz tepelného čerpadla (TČ) země/voda (odběr tepla z vrtu) jako alternativní bivalentní provoz do bodu bivalence např. 0°C. Bivalentní provoz znamená, že při nižších teplotách se počítá s provozem stávajících plynových zdrojů tepla s vyšším teplotním spádem. Předpokládaný výkon navrhovaného tepelného čerpadla z hlediska tepelného příkonu budovy v bodu bivalence: cca 256kW.

Parametry příkladové instalace TČ:

Typ TČ	: D40
Počet jednotek	: 7
Výkon jednotky při 0°C/50°C	: 41 kW
Příkon	: 14,3 kW
Topný faktor při 0°C/50°C	: 2,9

Ekonomické hledisko:

Životnost	Roky	15
Provozní náklady /rok	tis.Kč	356
Investiční náklady	tis.Kč	7 686
Předpokládaná výroba tepla /rok v TČ	GJ	1 989
Cena za GJ z TČ (1)	Kč	436
Cena za GJ z TČ (1) v případě dotace z SFŽP (2)	Kč	386
Cena za GJ tepla ze stávajícího zdroje	Kč	391

(1) Jednoduchý ekonomický propočet (prostá doba návratnosti) v dnešních cenách včetně investičních nákladů.

(2) Započtena dotace ve výši 50% původní investice, na dotaci není právní nárok, v ceně nejsou zahrnuty náklady na úpravu topné soustavy.

Pozn. uvedené ceny jsou včetně DPH.

Výpočet ceny tepla z TČ vychází z faktu, že je již instalován zdroj tepla, tudíž jsou srovnávány výrobní náklady ve stávajícím zdroji a celkové náklady v případě TČ.

### 3.8.3. Vhodnost instalace OZE

Typ OZE	Technické podmínky	Ekonomické ukazatele
Sluneční kolektor	Omezené využití	Nevhodné
Tepelné čerpadlo	Omezený výkon. Nutnost souběžných investic. (otopná soustava, přípojka elektro)	Vhodné jen v případě získání významných dotací

Vzhledem k tomu, že cena za GJ získaný ze slunečních kolektorů je vyšší než ze stávajícího zdroje tepla, jeví se opatření instalace OZE jako méně ekonomicky vhodná k realizaci.

V případě TČ je cena tepla z TČ v případě dotace menší než ze stávajícího zdroje tepla, avšak vzhledem k nutnosti potřeby druhého zdroje, který je již instalován, nejsou finanční přínosy natolik významné, aby ekonomicky opodstatnily investici instalace TČ. V případě reálné šance získání dotace na TČ v maximální míře a v případě příznivější ceny instalace TČ je možno opětovně zvážit instalaci TČ.

## 3.9. SOUHRN NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Opatření	Označ. Opatření	Energet. náklady na realiz. cca [tis. Kč]	Celkové náklady na realizaci cca [tis. Kč]	úspora potř.tepla [GJ/rok]	úspora potř.tepla [%] (1)	Prostá návrát. [let]
Izolace rozvodů ÚT, TV	IZOL	10	10	20	1,0	1,4
Celkové zateplení obvodového pláště části A	OPA	1467	1630	81,4	0,4	50,0
Celkové zateplení obvodového pláště části B	OPB	182	202	12	8,7	42,2
Celkové zateplení obvodového pláště části C	OPC	1656	1840	260	3,1	17,7
Celkové zateplení obvodového pláště části D	OPD	503	559	93,6	2,3	14,9
Celkové zateplení obvodového pláště části E	OPE	557	619	67,3	0,0	23,0
Zateplení podlah části A	PA	12	12	1,2	0,6	27,8
Zateplení střechy části A	SA	1232	1232	18,3	0,7	187,0
Zateplení střechy části B	SB	785	785	19,9	4,1	109,6
Zateplení střechy části C	SC	350	350	122	0,7	8,0
Zateplení střechy části D	SD	82,2	82,2	21,9	0,4	10,4
Zateplení střechy části E	SE	74,6	74,6	13,3	6,3	15,6
Výměna oken dřevěných a světlíku části A	ODA	3599	3997	188	0,6	53,1
Výměna oken dřevěných a světlíku části B	ODB	282	314	17,5	3,9	44,8
Výměna oken dřevěných a světlíku části C	ODC	1556	2594	116	0,8	37,3
Výměna oken dřevěných a světlíku části D	ODD	212	353	24,8	1,3	23,8
Výměna oken dřevěných a světlíku části E	ODE	645	716	38,8	1,2	46,2
Výměna oken kovových části E	OKE	207	230	35,8	2,0	16,0
Výměna dveří kovových	DK	357	446	58,6	0,4	16,9

Pozn.: Roční úspora finančních prostředků na vytápění stanovena při ceně tepla 391,20 Kč/GJ (cena s DPH)

(1): podíl na celkové spotřebě tepla objektů.

V ekonomickém vyhodnocení jsou použity tzv. energetické náklady, které jsou definovány jako celkové investice navrhovaného opatření s odpočtem hodnoty obnovy prvku vlivem neprováděné (zanedbané) údržby.

Tzn. do energetických nákladů nejsou započítané náklady na obnovu stavebních prvků, které jsou stanoveny procentem opotřebení stavebního prvku z ceny prvku nového o obdobných tepelných vlastnostech.

Pozn. jsou uvedena (navrhovaná) opatření, která jsou technicky realizovatelná s uvedením jejich ekonomických parametrů. Výběr doporučených opatření (zda jsou ekonomicky vhodné s ohledem na předpokládanou dobu užívání budovy a její provozní účely) je proveden ve výběru variant opatření.

### III. NÁVRH VARIANT DOPORUČENÝCH K REALIZACI

#### 1. DEFINICE VARIANT DLE JEDNOTLIVÝCH NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Pro řešení energetických úspor předmětu auditu navrhujeme tyto varianty:

Tabulka – Návrh variant

Opatření	Označ. Opatř.	Varianta I	Varianta II	Varianta III
Izolace rozvodů ÚT, TV	IZOL	X	X	X
Celkové zateplení obvodového pláště části A	OPA			
Celkové zateplení obvodového pláště části B	OPB			
Celkové zateplení obvodového pláště části C	OPC			X
Celkové zateplení obvodového pláště části D	OPD	X	X	X
Celkové zateplení obvodového pláště části E	OPE		X	X
Zateplení střechy části A	SA			
Zateplení střechy části B	SB			
Zateplení střechy části C	SC	X	X	X
Zateplení střechy části D	SD	X	X	X
Zateplení střechy části E	SE	X	X	X
Výměna oken dřevěných a světlíku části A	ODA			
Výměna oken dřevěných a světlíku části B	ODB			
Výměna oken dřevěných a světlíku části C	ODC	X	X	X
Výměna oken dřevěných a světlíku části D	ODD	X	X	X
Výměna oken dřevěných a světlíku části E	ODE		X	X
Výměna oken kovových části E	OKE	X	X	X
Výměna dveří kovových	DK	X	X	X

X... opatření se v této variantě provede

#### 2. VARIANTY NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ A JEJICH PŘÍNOSY

##### 2.1. HODNOCENÍ BUDOV DLE VYHLÁŠKY 291/01

Vyhláškou 291/01 se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách, budova po provedení významnějších rekonstrukcí musí splňovat požadovanou měrnou spotřebu tepla při vytápění  $e_{vn}$ . Výpočet byl stanoven dle §4, §5, §7, §8 vyhlášky 291/01. Spotřeba tepla pro vytápění ke krytí tepelných ztrát prostupem byla vypočtena dle §4 odst. 2 vyhlášky 291 (dle normy ČSN 06 0210 a ČSN ISO 832).

		Současnost	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Požadovaná měrná spotřeba tepla při vytápění	$e_{vn}$ [kWhm <sup>-3</sup> ]	29			
Vypočtená objemová měrná spotřeba podle vyhlášky	$e_v$ [kWhm <sup>-3</sup> ]	34	27	26	23
Plnění požadavku 291/01 $e_v < e_{vn}$		Ne	Ano	Ano	Ano

**2.2. UPRAVENÁ ENERGETICKÁ BILANCE VARIANT**

Ř.	Ukazatel	Před realizací		Varianta I.		Varianta II.		Varianta III.	
		Energie GJ	Nákl. tis. Kč	Energie GJ	Nákl. tis. Kč	Energie GJ	Nákl. tis. Kč	Energie GJ	Nákl. tis. Kč
<b>1</b>	<b>Vstupy paliv a energie</b>	3357	1430	2865	1237	2777	1203	2567	1121
	Elektrická energie	374	263	374	263	374	263	374	263
	Zemní plyn	0	0	0	0	0	0	0	0
	Teplo	2983	1167	2491	974	2403	940	2193	858
<b>2</b>	<b>Změna zásob a paliv</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>3</b>	<b>Spotřeba paliv a energie</b>	3357	1430	2865	1237	2777	1203	2567	1121
<b>4</b>	<b>Prodej energie cizím</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>5</b>	<b>Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)</b>	3357	1430	2864	1237	2776	1203	3748	1583
<b>6</b>	<b>Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)</b>	119	47	75	29	72	28	1247	488
<b>7</b>	<b>Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)</b>	2864	1120	2415	945	2330	911	2127	832
<b>8</b>	<b>Spotřeba tepla na TV (z ř. 5)(*)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	<b>Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)</b>	374	263	374	263	374	263	374	263

Pozn. Cena 1 GJ tepla: 391 Kč (včetně DPH)

(\*) Spotřeba energie nebo vody na přípravu TV se samostatně neměří, tato spotřeba je zahrnuta v řádku 9.

**2.3. KRITÉRIA EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ**

*Základními ukazateli ekonomické efektivity investičních opatření jsou:*

- Prostá doba návratnosti investice – rovna podílu investiční náročnosti a ročního cash flow projekt (roční výnosy aplikované varianty)
- Reálná doba návratnosti – vypočtena stejně jako prostá doba s tím, že cash flow je diskontovaný o hodnotu diskontu
- Čistá současná hodnota (NPV), což jsou kumulované diskontované výnosy
- Vnitřní výnosové procento (IRR) znázorňující míru zhodnocení vložených finančních prostředků. Při IRR= diskontu bude NPV=0.

Uvažovaná diskontní sazba je  $r = 4 \%$ ;  
doba hodnocení je 30 let.

**2.4. INVESTIČNÍ NÁKLADY**

Tabulka – Investiční náklady

Opatření	Energet. náklady cca [tis. Kč]	Celkové náklady cca [tis. Kč]
Varianta I	3358	4704
Varianta II	4560	6040
Varianta III	6216	7880

Náklady (energetické i celkové) v jednotlivých variantách se skládají z cen jednotlivých opatření, viz. tabulka „Souhrn vysokonákladových opatření“.

**Ekonomické vyhodnocení:**

			I. varianta	II. varianta	III. varianta
Investiční náklady projektu	IN	tis. Kč	4704	6040	7880
Energetické náklady projektu	EIN	tis. Kč	3358	4560	6216
Roční přínosy projektu (cash flow)	CF	tis. Kč	192,5	226,9	308,9
Diskont		%	4	4	4
Prostá doba návratnosti	T	roky	17,4	20,1	20,1
Reálná doba návratnosti		roky	30,5	41,5	41,7
Doba hodnocení		roky	30	30	30
NPV (Kč)		tis. Kč	-27	-611	-841
IRR (%)		%	3,9%	2,81%	2,80%

Pozn.: Do ekonomického hodnocení jsou zahrnuty jenom energetické náklady, tj. investiční náklady projektu s odpočtem nákladů opatření k odstranění zanedbané údržby.

**2.5. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ VARIANT**

Ekologické účinky vybraných posuzovaných variant jsou vyhodnoceny porovnáním emisí znečišťujících látek ve výchozím stavu (dodávky tepla celkově) a po realizaci energeticky úsporného projektu. Emise byly stanoveny výpočtem podle vyhlášky 352/2002 Sb. dle hodnot emisních tabulkových faktorů. Výpočet předpokládá teoreticky možné snížení emisí vlivem ušetření tepla v palivu na vstupu zdroje tepla odpovídající úsporám tepla a zlepšení účinnosti zdroje/rozvodů.

Podmínky výpočtu: cizí plynová kotelna

Palivo: zemní plyn  
Výhřevnost: 34 MJ/m<sup>3</sup>

Emisní faktory: TZL 0,0006 kg/GJ  
SO<sub>2</sub> 0.0003 kg/GJ  
NO<sub>x</sub> 0.056 kg/GJ  
CO 0.009 kg/GJ  
CO<sub>2</sub> 56 kg/GJ

Emisní faktory jsou uváděny na GJ v palivu. Emisní faktor CO<sub>2</sub> byl stanoven vyhl. 425/04 MPO.

**Tabulka 1: Snížení zátěže životního prostředí pro variantu 1**

Znečišťující látka	Výchozí stav (t/rok)	Stav po realizaci (t/rok)	Rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,002	0,002	0,000
SO <sub>2</sub>	0,001	0,001	0,000
NO <sub>x</sub>	0,186	0,155	0,031
CO	0,030	0,025	0,005
CO <sub>2</sub>	167	139	28

**Tabulka 2: Snížení zátěže životního prostředí pro variantu 2**

Znečišťující látka	Výchozí stav (t/rok)	Stav po realizaci (t/rok)	Rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,002	0,002	0,000
SO <sub>2</sub>	0,001	0,001	0,000
NO <sub>x</sub>	0,186	0,149	0,036
CO	0,030	0,024	0,006
CO <sub>2</sub>	167	134	32



**Tabulka 3: Snížení zátěže životního prostředí pro variantu 3**

Znečišťující látka	Výchozí stav (t/rok)	Stav po realizaci (t/rok)	Rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,002	0,001	0,001
SO <sub>2</sub>	0,001	0,001	0,000
NO <sub>x</sub>	0,186	0,136	0,049
CO	0,030	0,022	0,008
CO <sub>2</sub>	167	122	44

U všech variant je snížení emisí znečišťujících látek důsledkem snížení spotřeby tepla pro vytápění, tj. realizací opatření pro snížení tepelných ztrát objektů.

## IV. VÝSTUP ENERGETICKÉHO AUDITU

### 1. HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ

Účelem auditu bylo prošetřit energetické vstupy a výstupy do objektu, zbilancovat energetické toky a navrhnout možná opatření k úsporám energie.

Stávající stav auditovaných objektů byl posuzován na základě dodané projektové dokumentace, zpřístupněných účetních dokladů a vlastních zjištění.

#### **Stavební část**

Konstrukční prvky budovy z větší části nesplňují požadavky ČSN 73 05 40-2 na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla (v některých případech se blíží požadované hodnotě), budova jako celek nesplňuje požadovanou měrnou potřebu tepla  $e_v$  dle vyhlášky 291/2001 Sb.

Jako nejhorší jsou hodnoceny obvodový plášť (C, D, E), otvorové výplně kovové, dřevěné, světlíky (chodba u schodiště), meziokenní výplně.

V případě případných stavebních rekonstrukcí objektu je nutno provést opatření, která umožní splnit normu ČSN 73 05 40-2, jako např. zateplení či výměna otvorových výplní.

#### **Topný systém**

Topný systém je v akceptovatelném stavu a je regulován centrálním ekvitermem a dodatečně lokálně automaticky regulovanými radiátorovými ventily doplněných TRV ventily

#### **Příprava teplé vody (TV)**

Příprava TV je centralizovaná v části A objektu, rozvody TV jsou vybaveny cirkulací s nepřetržitým provozem. Je potřeba doplnit izolaci rozvodů TV, provozovat zdroj TV na nízkou sazbu elektrické energie a provádět časově řízenou přípravu TV a časově řízenou cirkulaci (připravovat TV jenom po dobu využití budovy) .

#### **Elektrická zařízení**

Elektrická zařízení jsou provozována přiměřeně dle potřeb uživatelů. Úspora lze dosáhnout omezením zbytečného svícení, anebo instalací úsporných zdrojů světla. Dále pak efektivním využíváním počítačů a šetrným zacházením s teplou vodou.

#### **Energetický management a řízení**

Energetický management a řízení je prováděno, doporučuje se ale energetický management vylepšit.

### **Potenciál úspor**

Z hlediska hospodaření s energií je potenciálem úspor zejména zlepšení tepelně technických parametrů stavební části: izolace obvodových stěn, výměna oken za okna o lepších tepelně technických vlastnostech, izolace střech.

## **2. DOSAŽITELNÉ ENERGETICKÉ ÚSPORY**

Vzhledem ke zjištěným skutečnostem a výsledkům výpočtů je objem dosažitelných energetických úspor významný. V jednotlivých variantách dosažitelné roční úspory energie činí:

Varianta I : 492 GJ/r (15 %)

Varianta II : 580 GJ/r (17 %)

Varianta III : 790 GJ/r (24 %)

## **3. OPTIMÁLNÍ VARIANTA K DOPORUČENÍ**

### **3.1. KRITÉRIA VÝBĚRU OPTIMÁLNÍ VARIANTY**

Základním kritériem posuzování variant bylo v tomto auditu přijato kritérium ekonomické vhodnosti investice, tj. reálná doba návratnosti (přiměřená životnosti opatření) s kladnou hodnotu NPV pro stanovenou dobu životnosti varianty.

Pozn: Varianty jsou navrženy tak aby byl splněn požadavek tepelné náročnosti budovy dle vyhl.291/01 alespoň na úrovni vyhovující.

### **3.2. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY**

Přijata doba hodnocení variant je 30 let. Charakteristické ekonomické prvky variant jsou uvedeny v tabulce níže.

		<b>I.varianta</b>	<b>II.varianta</b>	<b>III.varianta</b>
Reálná doba návratnosti	Roky	30,6	41,6	41,8
NPV (Kč)	tis. Kč	-27	-611	-841
IRR (%)	%	3,9%	2,81%	2,80%

Všechny varianty při diskontu 4% vykazují zhoršenou ekonomickou návratnost, avšak navržené varianty plní požadavek splnění tepelné náročnosti objektu dle vyhl. 291/01. Z tohoto důvodu je v našem případě optimální varianta I, tzn. že varianta I je při zadaných parametrech doby hodnocení a diskontu ekonomicky nejlepší.

#### 4. ZÁVĚR

**V závěru lze konstatovat:**

Energetický auditor doporučuje k realizaci všechna opatření označené jako varianta I:

Opatření	Označ. Opatř.
Izolace rozvodů ÚT, TV	IZOL
Celkové zateplení obvodového pláště části D	OPD
Zateplení střechy části C	SC
Zateplení střechy části D	SD
Zateplení střechy části E	SE
Výměna oken dřevěných a světlíku části C	ODC
Výměna oken dřevěných a světlíku části D	ODD
Výměna oken kovových části E	OKE
Výměna dveří kovových	DK

Nezávisle na vybrané variantě a způsobu její realizace provést všechna nízkonákladová opatření.

V případě, že dojde k obnově stavebních prvků budov mimo doporučenou variantu, zejména pak výplní otvorů (oken, dveří) je potřeba volit takové výrobky/řešení, aby jejich tepelné vlastnosti splňovaly normu ČSN 73 05 40-2:2002 a respektovaly požadované hodnoty uvedené v tomto auditu (součinitele prostupu tepla apod.).

Opatření s dobrým výsledkem omezení spotřeby energie z důvodu menší ekonomické efektivity nebyly zahrnuty do doporučené varianty.

Rozhodnutí je na zadavateli zda provede opatření, které jsou energeticky úspornější aniž by očekával efektivnější navrácení vynaložených prostředků. Pro tyto opatření však mohou rozhodovat další činitelé jako např. celková rekonstrukce budovy, změna účelu využití budovy apod.

**Garantovaný výsledek doporučené varianty:**

Tento energetický audit zaručuje v případě projektu podle doporučené varianty I snížení roční spotřeby paliva o 15% tj. o 492 GJ a snížení ročních provozních nákladů o 14% tj. o cca 193 tis. Kč.

*Předpoklady a podmínky garantovaného výstupu:*

- realizovaná opatření musí splňovat platné normy a předpisy;
- nedojde ke zvýšení sazby DPH u dodávek v navrhovaných opatřeních
- použité materiály musí mít požadované parametry včetně tepelné technických vlastností a certifikace;
- použité materiály, postupy musí splňovat požadavky na jakost;
- součástí realizace opatření musí být projekt, odborná montáž, údržba, v případě strojního vybavení rovněž odborné oživení a servis;
- dodržení všech správných zásad hospodárního provozu uplatnění postupů energetického manažerství;

- doplnění nedůsledně provedené tepelné izolace rozvodů dle současných správných zásad (tloušťka izolace shodná s dimenzí potrubí, důsledné provedení bez tepelných mostů apod.) dle vyhl. 151/01 Sb.;
- provozní personál musí mít potřebnou kvalifikaci;
- správnost předaných podkladů provozovatelem předmětu energetického auditu;
- stejný způsob využití budovy a provozování energetického hospodářství po provedení navrhovaných opatření energetického auditu.


Výsledné ekonomické ukazatele se mohou lišit od stanovených závislostí na skutečném průběhu klimatických podmínek hodnoceného období. Výpočet ekonomických parametrů byl podložen cenovou nabídkou prací a výrobků v čase realizace auditu. Všechny ceny jsou uváděné s DPH 19%. Přínosy, hodnoty snížení spotřeby energie byly stanoveny na základě tepelných výpočtů anebo byly přijaty výsledné hodnoty z realizací opatření z jiných projektů.

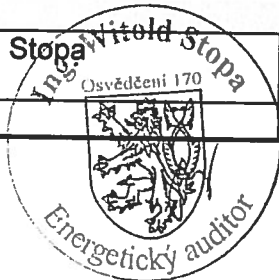
V Českém Těšíně, dne 24.11.2005  
Zpracoval: Ing. Witold Stopa



## Evidenční list energetického auditu

Předmět EA	Budovy a energetické hospodářství Vyšší odborné školy a Střední odborné školy Gustava Habrmána		
Adresa	Habrmánova 1540, 560 02 Česká Třebová		
Zadavatel EA	VOŠ a SOŠ G. Habrmána	Zástupce	Ing. Milan Kment
Adresa zadavatele	Habrmánova 1540, 560 02 Česká Třebová		
Telefon	465 568 134	Fax	465 568 134
		E-mail	vda@vda.cz
Charakteristika předmětu EA	<p>Budova VOŠ a SOŠ Gustava Habrmána je členěna na 5 objektů označované A-E. Objekt A a B je čtyřpodlažní s dvouplášťovou střechou. Obvodový plášť je z porobetonových panelů tl. 440mm <math>U=0,57 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Střecha je dvouplášťová <math>U=0,26 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Ve střešním plášti je osazen bodový světlík <math>U=5,74 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Podlahy přilehlé k zemině, PVC, keramická dlažba <math>U=0,97-0,99 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Okna jsou dřevěná zdvojená, sklopná kombinovaná <math>U=2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math> s meziokenními výplněmi <math>U=0,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Na hlavním schodišti jsou polykarbonátové výplně <math>U=2,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Hlavní vstupní dveře kovové prosklené jednoduché <math>U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>.</p> <p>Objekt C je pětipodlažní budova v klasické zděné zástavbě se sedlovou střechou. Obvodový plášť je z cihelného zdiva tl. 450-900mm <math>U=0,88-1,51 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Strop pod nevytápěnou půdou <math>U=1,45 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Střecha nad schodištěm <math>U=1,17 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Podlahy přilehlé k zemině, PVC, keramická dlažba <math>U=2,05 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Okna jsou dřevěná dvojitá <math>U=2,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Hlavní vstupní dveře dřevěné jednoduché prosklené <math>U=4,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>, a vedlejší kovové prosklené jednoduché <math>U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>.</p> <p>Objekt D je dvoupodlažní budova v klasické zděné zástavbě. Obvodový plášť je z cihelného zdiva tl. 450 <math>U=1,51 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Strop pod nevytápěnou půdou <math>U=0,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Ve střešním plášti je osazen bodový světlík zasklený drátosklem <math>U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Podlahy přilehlé k zemině, cementový potěr, keramická dlažba <math>U=2,05 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Okna jsou dřevěná dvojitá <math>U=2,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>, okna nová plastová <math>U=1,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math> a okna zdvojená kovová <math>U=3,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Vstupní dveře kovové prosklené jednoduché <math>U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>.</p> <p>Objekt E je čtyřpodlažní budova v klasické zděné zástavbě s plochou střechou. Obvodový plášť je z cihelného zdiva tl. 500 <math>U=0,86-1,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Střecha je dvouplášťová <math>U=0,44 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Podlahy přilehlé k zemině, cementový potěr <math>U=2,05 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Okna jsou dřevěná zdvojená <math>U=2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>, v obchodě jsou skleněné kovové výkladce jednoduše zasklené <math>U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>. Hlavní vstupní dveře kovové prosklené jednoduché <math>U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}</math>.</p>		
<b>Výchozí stav</b>			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	Energetické hospodářství budovy zahrnuje vnitřní rozvody, otopnou soustavu objektu a menší spotřebiče. Regulace vytápění je řízena ekvitermně, většina topných těles je lokálně regulována systémem automatiky anebo jsou instalovány TRV ventily. Příprava TV je z částí centrální s rozvody a cirkulací z částí pomocí průtokových ohřivačů. Vybrané konstrukční prvky objektů budovy školy nesplňují požadavky na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, budova nesplňuje požadavek měrné spotřeby tepla ev na úrovni nevyhovující.		
	Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. Výkon (MW)	
Vlastní energetický zdroj	0	0	
Typ energosoustrojí	0		
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	0	
	Nákup (GJ/r)	2983	
	Prodej (GJ/r)	0	
Elektřina	Výroba ve vl. zdroji (MWh/r)	0	
	Nákup (MWh/r)	104	
	Prodej (MWh/r)	0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	3357	Z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)	-
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r, kWh/r)	Nositel energie
Vytápění	449	2983 GJ/rok	Teplá voda

TV	38	cca 24 MWh/rok	Elektřina
Elektřina	197	104 MWh/rok	Elektřina
Energeticky úsporný projekt			
Stručný popis doporučené varianty	Doporučená varianta zahrnuje doizolaci rozvodů ÚT, teplé vody (TV), zateplení obvodového pláště (část D), zateplení střechy (část C, D, E), výměnu oken dřevěných a světlíku (část C, D, E), výměnu oken kovových (část E) a dveří kovových, výměnu oken dřevěných a světlíku část C a D a implementaci energetického manažerství.		
Investiční náklady (tis. Kč)/bez investic nutných pro obnovu strojních patření v dalších letech a investic nutných pro obnovu vlivem zanedbané údržby/	3 358	z toho technologie (tis. Kč)	0
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	energie (GJ/r)
	3357	1430	2865
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r
	492		137
	Environmentální přínosy		
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)	Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,002	0,002	0,000
SO <sub>2</sub>	0,001	0,001	0,000
NO <sub>x</sub>	0,186	0,155	0,031
CO	0,030	0,025	0,005
CO <sub>2</sub>	167	139	28
Ekonomická efektivnost			
Cash - Flow projektu (tis.Kč/r)	192,5	Doba hodnocení (roky)	30
Prostá doba návratnosti (roky) (prvotní investice)	17,4	Diskont (%)	4
Reálná doba návratnosti (roky) (prvotní investice)	30,5	NPV (tis. Kč)	-27
		IRR (%)	3,9
Energetický auditor	Ing. Witold Stopa	Č. Osvědčení	170
Podpis		Datum	24.11. 2005



## Příloha č. 1 Fotodokumentace

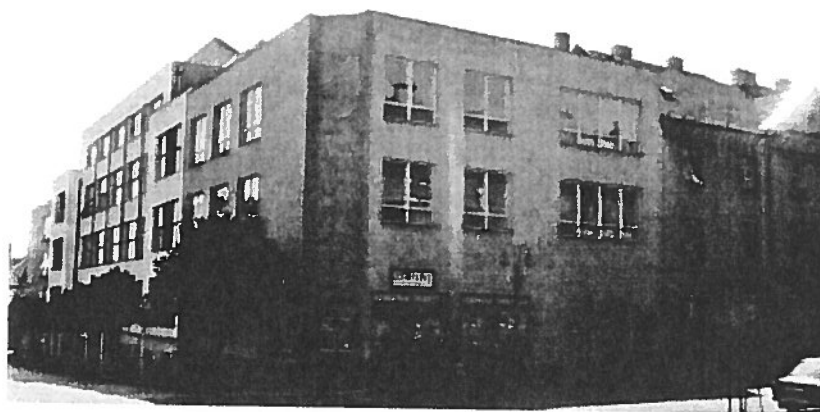
Vyšší odborná škola a Střední odborná škola G. Habrmana, Č. Třebová

Fasáda jihovýchodní

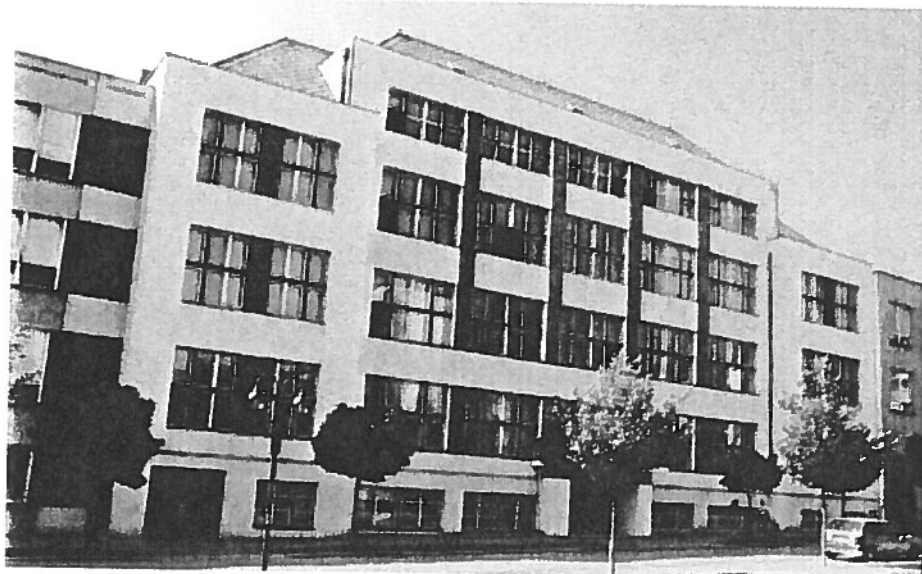
Fasáda severovýchodní



Fasáda severozápadní a severovýchodní

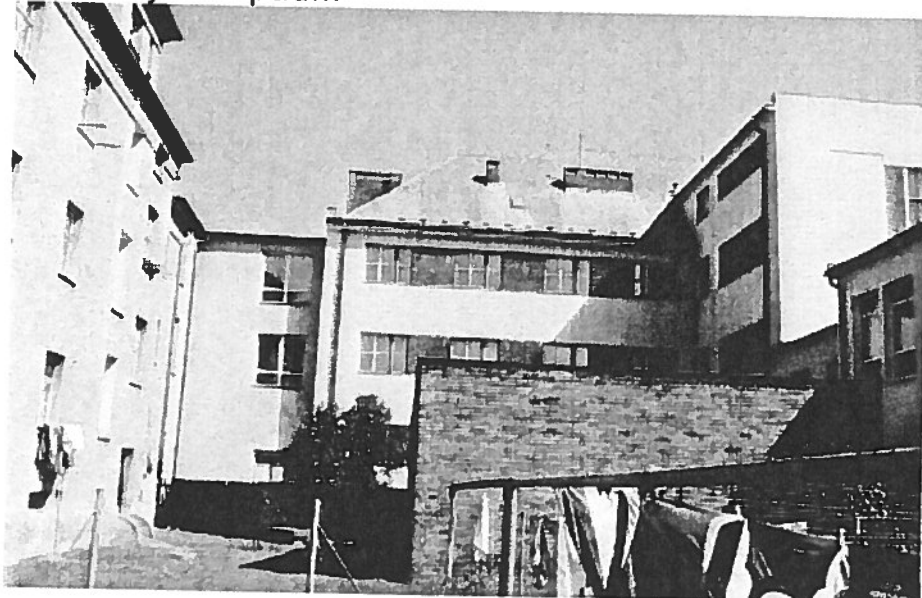


Fasáda severovýchodní

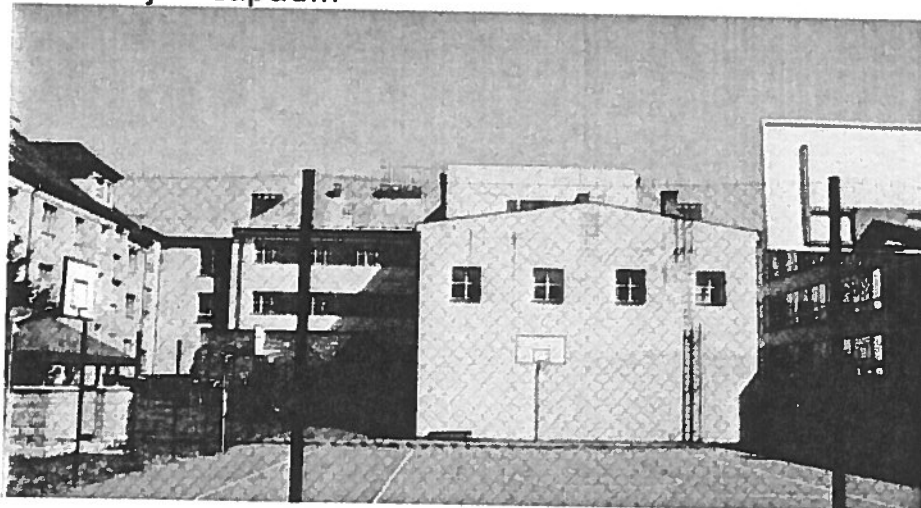




Fasáda jihozápadní



Fasáda jihozápadní



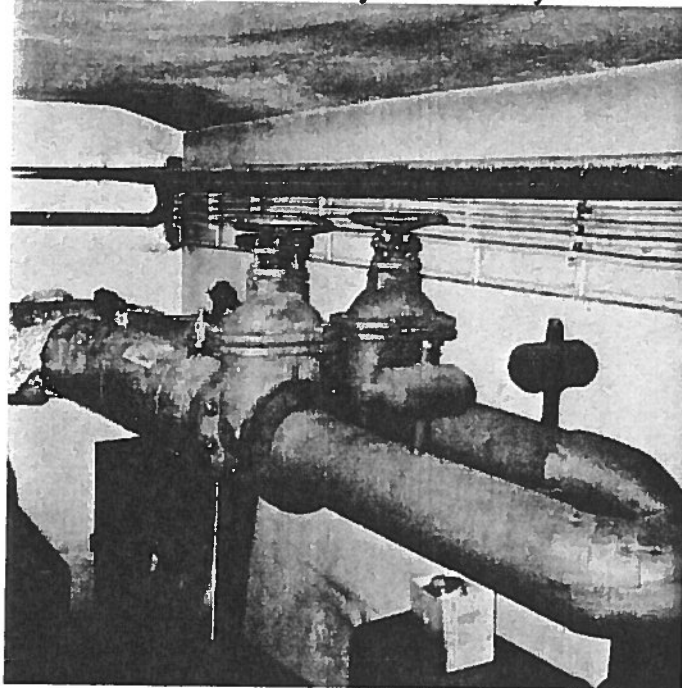
Fasáda jihozápadní a jihovýchodní



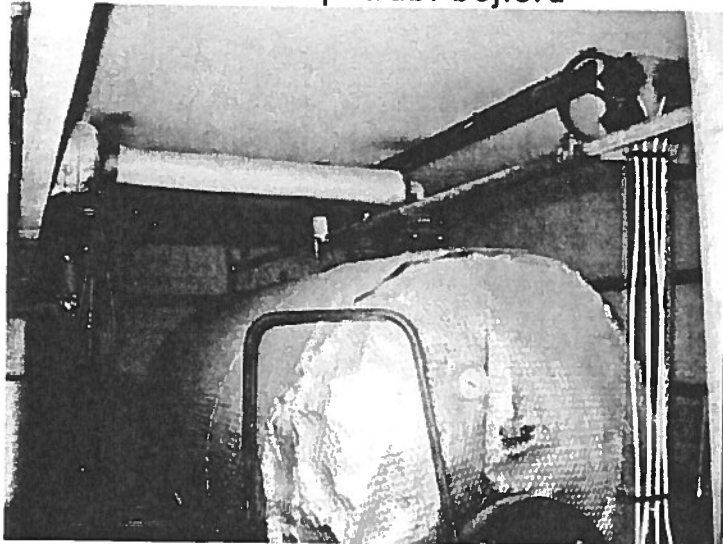
Fasáda severozápadní



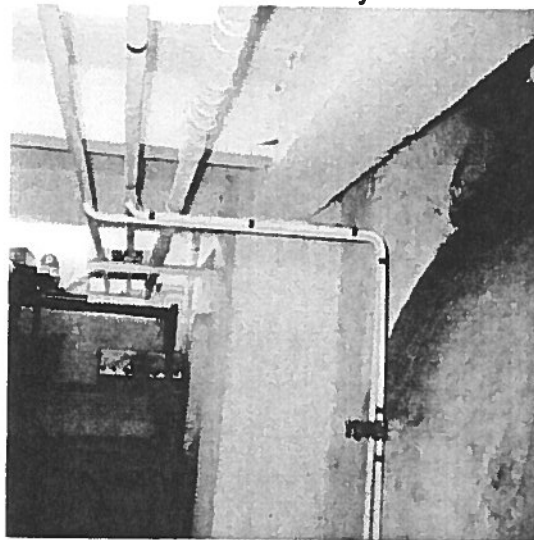
Neizolované armatury a rozvody



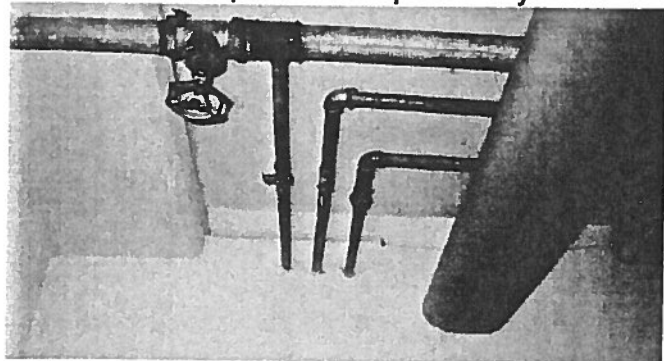
Neizolované části potrubí bojleru



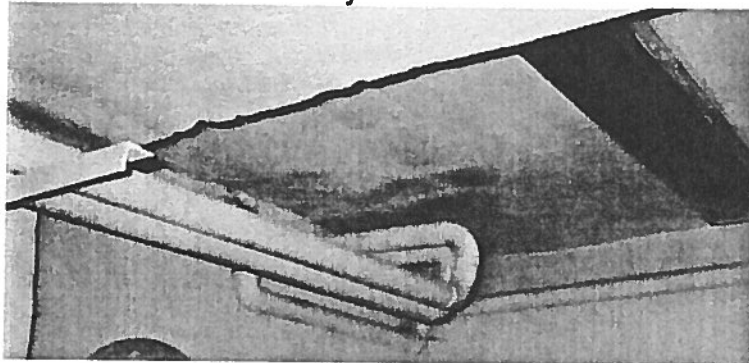
Neizolované rozvody



Neizolované potrubí teplé vody



Neizolované rozvody



Vyšší odborná škola a Střední odborná škola G. Habrmána, Č. Třebová

Vyšší odborná škola a Střední odborná škola G. Habrmána, Č. Třebová

