

EMTEST spol. s r.o.
ENGINEERING

ISO 9002
TÜV certified
Člen AEM, AEA

Dvořákova 2
737 01 Český Těšín
www.emtesteng.cz

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

Energetický audit



Masarykovo gymnázium Příbor

Auditor: Ing. Witold Stopa
Osvědčení č. 170



Duben, 2004

Obsah

Seznam příloh	2
I. HODNOCENÍ SOUČASNÉ ÚROVNĚ PROVOZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ A BUDOVY.....	3
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	3
1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZADAVATELE AUDITU	3
1.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROVOZOVATELE OBJEKTU	3
1.3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZPŘACOVATELE AUDITU	3
1.4. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU	3
1.5. CÍL AUDITU	4
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU.....	5
2.1. PODKLADY K VYPRACOVÁNÍ	5
2.2. POPIS OBJEKTU	6
2.3. STAVEBNÍ KONSTRUKCE	6
2.4. ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY.....	7
2.5. VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE	8
2.5.1. ZDROJE TEPLA	8
2.5.2. VÝROBA TEPLA	10
2.5.3. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE NA VÝROBU TEPLA	11
2.6. ROZVODY ENERGIE.....	11
2.7. VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE.....	13
3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	15
3.1. ENERGETICKÁ BILANCE	15
3.2. ZHODNOCENÍ ROZVODŮ ENERGIE.....	15
SPOTŘEBA TEPLA PRO POKRYTÍ ZTRÁT ROZVODŮ	16
3.3. ZHODNOCENÍ PŘÍPRAVY TV	16
3.4. TEPELNĚ TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ BUDOVY	17
3.4.1. SROVNÁNÍ VYPOČÍTANÝCH SPOTŘEB TEPLA NA VYTÁPĚNÍ SE SKUTEČNOU SPOTŘEBOU	19
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 EL. ENERGIE	20
3.6. ENERGETICKÉ MANAŽERSTVÍ	21
3.7. CELKOVÝ VÝSLEDEK HODNOCENÍ HOSPODÁRNOSTI PŘEMĚN ENERGIE	22
II. TECHNICKY DOSAŽITELNÉ ENERGETICKÉ ÚSPORY -	24
OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE	24
1. BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	24
1.1. OPTIMALIZACE ENERGETICKÉHO MANAGEMENTU (B1).....	24
1.2. ZMĚNA NASMLOUVANÉHO PŘÍKONU ELEKTRICKÉ ENERGIE	24
2. NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ.....	25
2.1. DOIZOLACE KOTELNY, DOIZOLACE ROZVODŮ ÚT, TV (IZOL/1+IZOL/2)	25
3. NÁKLADOVÁ OPATŘENÍ.....	25
3.1. INSTALACE TERMOSTATICKÝCH VENTILŮ U VŠECH TOPNÝCH TĚLES (TRV).....	25
3.2. OPTIMALIZACE PŘÍPRAVY TV (TV)	26
3.3. CELKOVÉ ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ	26
3.4. ZATEPLENÍ STROPU POSLEDNÍHO NP A STŘECH, KROMĚ PŘÍSTAVBY ŠATEN VE DVORNÍ ČÁSTI A TĚLOCVIČNY (SSEL)	26

3.5. ZATEPLENÍ PODLAH PROSTORU 1.NP	27
3.6. CELKOVÁ VÝMĚNA DŘEVĚNÝCH OKEN DVOJITÝCH A ZDVOJENÝCH (OD)	27
3.7. VÝMĚNA KOVOVÝCH OKEN A DVEŘÍ (OK)	27
3.8. ZHODNOCENÍ KONSTRUKCÍ STAVEBNÍCH OPATŘENÍ DLE POŽADAVKŮ ČSN 73 0540 „TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY“ – ÚČINNOST OD LISTOPADU 2002	28
3.9. SOUHRN NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ	29

III. NÁVRH VARIANT DOPORUČENÝCH K REALIZACI..... 30

1. DEFINICE VARIANT DLE JEDNOTLIVÝCH NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ 30

2. VARIANTY NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ A JEJICH PŘÍNOSY 30

2.1. HODNOCENÍ BUDOV DLE VYHLÁŠKY 291/01	30
2.2. UPRAVENÁ ENERGETICKÁ BILANCE VARIANT	31
2.3. KRITÉRIA EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ	31
2.4. INVESTIČNÍ NÁKLADY	31
2.5. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ VARIANT	32

IV. VÝSTUP ENERGETICKÉHO AUDITU 34

1. HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ..... 34

2. DOSAŽITELNÉ ENERGETICKÉ ÚSPORY..... 35

3. OPTIMÁLNÍ VARIANTA K DOPORUČENÍ..... 35

3.1. KRITÉRIA VÝBĚRU OPTIMÁLNÍ VARIANTY	35
3.2. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	35

4. ZÁVĚR 36

EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU 38

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: Masarykovo gymnázium Příbor
Jičínská 528
742 58 Příbor

IČO: 00 601 641
DIČ: -

Zastoupený: RNDr. Jiřím Maťou – ředitelem
Odpovědná osoba: RNDr. Jiří Maťa

Telefon: 556 722 370
Fax: 556 722 376

1.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROVOZOVATELE OBJEKTU

Provozovatel: Masarykovo gymnázium Příbor
Jičínská 528
742 58 Příbor

IČO: 00 601 641
Odpovědná osoba: RNDr. Jiří Maťa
Telefon: 556 722 370

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

IČO: 146 137 19
DIČ: 364-146 137 19
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 Masarykova gymnázia, Jičínská 528, Příbor

Majitel: zadavatel je správcem objektu, (majitel - Moravskoslezský 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, Vyhláškou 213 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 14.června 2001, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu 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 Masarykova gymnázia Příbor byl zpracován na základě Smlouvy o dílo č. EA/1104 uzavřené mezi Masarykovým gymnáziem Příbor a společností EMTEST spol. s r.o.

2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

V energetickém auditu jsou použity tyto zkratky:

θ (Théta)	označení pro teplotu
EA	energetický audit
PS	předávací stanice
NU	nápožovací uzel
ÚT	ústřední topení
TV	teplá voda (ohřátá pitná voda z veřejného řádu)
HDS	hlavní domovní přívodní rozvaděč
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
PPS	pěnový polystyrén
EPS	extrudovaný polystyrén
MV	minerální vlna

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:

- Plán na stavbu vyšší zemské reálky v Příboře -výkresová dokumentace (kopie) – zpracovatel Stavební kancelář Františka Valenty Brno, Arch. Valenta – 1902;
- Plynofikace kotelny - zpracovatel V-projekt spol.s r.o. Ostrava 2, Ing. I. Mahdalová – 1992;
- Přístavba šaten a stavební úpravy v I. PP – zpracovatel UNI projekt Frýdek – Místek, Ing. J. Bartečka – 1993;
- Oprava technického zařízení budov – elektroinstalace – zpracovatel PROSPECT, s.r.o Ostrava-Mariánské Hory, p. Popelková -1994;
- Oprava TZB – zdravotnicka - zpracovatel EL-KO Nový Jičín, Ing. Pavel Vanduch - 1994;
- Zpráva o revizi elektrického zařízení z roku 2001, el. zařízení školy a zařízení kotelny;
- Zpráva o revizi plynového zařízení z roku 2003;
- Zápis o kontrole plynového zařízení kotelny dle vyhlášky ČÚBP 85/78Sb.
- Protokol o autorizovaném měření emisí – INPEK Praha 2003;
- Roční údaje o spotřebě energií od roku 2001 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. W. Stopou.

2.2. POPIS OBJEKTU

Gymnázium Příbor se nachází v budově, která byla postavena kolem roku 1902, jako čtyřpodlažní objekt v klasické zděné výstavbě, kde suterén je částečně nad úrovní terénu.

Dispozičně je budova řešena ve tvaru písmene U. V levém traktu se nachází tělocvična s nářadovnou (nepodsklepená).

Ve středním a pravém traktu se nacházejí:

- v suterénu šatny, odborné učebny (internetová místnost, učebny kreslení) a sociální zařízení.
- v 1.-3.NP je soustředěna výuková část (učebny, kabinety), sociální zařízení, kde část 2.NP zaujímá administrativa (ředitelna, kanceláře) a ve 3.NP se nachází aula.

V devadesátých letech byla škola rekonstruována:

- výměna všech oken (1991, 1992),
- rekonstrukce venkovní fasády a střechy s výměnou krytiny 1992,
- výstavba plynové kotelny s energokanálem 1993,
- rekonstrukce TZB, elektroinstalace 1994,
- zřízení výdejny jídel 1996,
- zřízení přístavby se šatnami 1994,
- sanace proti zemní vlhkosti 2003.

Charakteristika výroby:

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

Celkový počet žáků: cca 448

Celkový počet zaměstnanců: cca 40

Výčet všech energeticky významných výrobních technologií:

V objektech nejsou žádné výrobní technologie

2.3. STAVEBNÍ KONSTRUKCE

Zdivo

Obvodový plášť je zděný z cihelného zdiva v 1.PP tl. 930 mm, v 1-2.NP tl. 750 mm, a 3.NP tl. 600 mm. Obvodový plášť nové přístavby šaten z dvorní části budovy je vyzděn z tvárnic Porotherm tl. 440 mm.

Stropní konstrukce

Stropní konstrukce jsou stávající, to znamená dřevěné trámové s podbitím (nad aulou) a cihelné klenbové rovněž opatřené podbitím (učebny, chodby).

Stropní konstrukci tělocvičny tvoří dřevěné stropnice opatřené podbitím (podhledem), kde ze shora ve střešním meziprostoru dřevěná konstrukce je dodatečně zateplená vrstvou tepelné izolace Itaver tl.130mm (v rámci oprav střešní konstrukce).

U přístavby šaten stropní konstrukce je rovněž dřevěná trámová s tepelně izolační vrstvou z Prefizolu opatřená podhledem.

Střecha

Budova (kromě tělocvičny a přístavby šaten) je zastřešena střechou mansardovou, valbovou se střešní krytinou skládanou z tašek (proběhla

rekonstrukce 1992) na dřevěném záklopu, kde nosnou konstrukcí je dřevěný trámový strop vaznicové soustavy stojaté stolice. Střecha přístavby šaten a tělocvičny je pultová, skládaná plechová na dřevěném záklopu.

Podlahy

Vícevrstvé, podkladní beton pod hydroizolacemi v tl. cca 100mm. Podlahy jsou ve standardních tloušťkách s povrchovou úpravou (keramická dlažba, PVC, vlasy, cementový potěr). Nové podlahy s keramickou dlažbou v 1.PP (šatny) jsou opatřené tepelně izolační vrstvou (polystyrén 60mm).

Omítky

Vnitřní omítky stěn a stropů jsou hladké vápenno-štukové. Obklady WC, šatny, umývárny, kuchyň, úklidové komory, sklady atd. jsou keramické do výšky 1500mm. Vnější omítky jsou nástříkové (zrekonstruované v roce 1992).

Výplně otvorů

V letech 1991-1992 proběhla celková rekonstrukce, která spočívala ve výměně všech oken.

Okna čelních fasád jsou dřevěná čtyřkřídlová nebo šestikřídlová dvojitá s poutcem nahoře (učebny, kabinety, aula, kanceláře). Okna orientovaná do dvorní části jsou zdvojená, převážně čtyřkřídlová, dále pak okna dřevěná zdvojená jednokřídlová nebo dvoukřídlová v suterénu čelní fasády šaten (vyměněná) a okna ocelová jednoduchá na chodbě v suterénu.

Hlavní vstup do budovy je řešen masivními dřevěnými prosklenými dveřmi s proskleným nadsvětlíkem. Vedlejší vstup do budovy je řešen dvoukřídlovými dřevěnými plnými dveřmi (nové). Zadní vstup do budovy (přístavba ve které se nacházejí sociální zařízení) a vstup na schodiště k tělocvičně je řešen kovovými jednokřídlovými dveřmi plnými. Vstup do dílny školníka je zajištěn ocelovými jednoduchými vraty.

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: 2001					
Vstupy	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/x	Přepočet na GJ	
Paliv a energie					
El. energie	MWh	40,7	3,6	147	
Zemní plyn	tis.m ³	47,6	34	1617	
Teplo	GJ	0	1	0	
Celkem vstupy paliv a energie				1763	
Celkem spotřeba paliv a energie				1763	

Pro rok: 2002					
Vstupy Paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/x	Přepočet Na GJ	
El. energie	MWh	41,9	3,6	151	
Zemní plyn	tis.m ³	43,5	34	1480	
Teplo	GJ	0	1	0	
Celkem vstupy paliv a energie				1631	
Celkem spotřeba paliv a energie				1631	

Pro rok: 2003					
Vstupy Paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/x	Přepočet Na GJ	Roční náklady v tis.Kč s DPH
El. energie	MWh	42,7	3,6	154	144
Zemní plyn	tis.m ³	46,9	34	1594	309
Teplo	GJ	0	1	0	0
Celkem vstupy paliv a energie				1747	452
Celkem spotřeba paliv a energie				1747	452

Pozn.: Cena tepla v palivu na vstupu: 193,7 Kč/GJ (cena s DPH).

Hodnoty v tabulkách jsou zaokrouhlovány.

Jako referenční je přijata střední hodnota spotřeby energií (paliv) za sledované období (2001-2003), počítaná ve středních cenách roku 2003.

2.5. VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE

Objekt školy pro potřebu generace tepla na ÚT a TV využívá zemní plyn. Zdrojem tepla jsou plynové kotle o výkonu 2x125 kW a 2x250 kW. TV může být připravována rovněž zčásti 2 plynovými průtokovými ohřivači.

Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	0,75
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	1469
10	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	0
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	1563
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8+ř.11)	GJ	1563

2.5.1. ZDROJE TEPLA

Zdrojem tepla pro vytápění budovy je teplovodní plynová kotelná II. kategorie umístěná v samostatné budově – kotelně mimo budovu školy, potrubí pro ÚT a TV je vedeno energokanálem v zemi. Kotelná je vybavena 4 kotli typu ORTAS na spalování (nizkotlakého) zemního plynu.

Parametry zdroje tepla:

Typ kotle : ORTAS 125,
Typ hořáku : -
Palivo : ZP
Jmenovitý výkon : 125 kW
Celkový počet kotlů : 2
Účinnost dle výrobce : 94%
Výrobce : Ortas a.s. Příbram.

Typ kotle : ORTAS 250,
Typ hořáku : -
Palivo : ZP
Jmenovitý výkon : 250 kW
Celkový počet kotlů : 2
Účinnost dle výrobce : 94%
Výrobce : Ortas a.s. Příbram.

Každý kotel je vybaven samostatným zabudovaným kotlovým čerpadlem, které žene vodu do společného rozdělovače. Topný obvod regulovaný ekvitermně (pro školu) je vybaven čerpadly 4xSIGMA 50NT74 s kaskádovým zapínáním podle teploty vratné vody. Topný obvod neregulovaný (vytápění kotelny, ohřev zásobníku TV) je vybaven dvěma čerpadly SIGMA 40NTV48. Rozvody jsou zabezpečeny uzavřenou expanzní nádobou 1000l s doplňováním tlaku kompresory 2xOrlík 15SK50 (0,6kW).

Potřebné množství vyrobeného tepla je řízeno regulací zapínání kotlů (včetně ovládání armatur v kotlových větvích). Teplota ÚT je řízena ekvitermně 3cestným ventilem SRV14 a je následně vedena samostatným potrubím v zemi do topného obvodu ÚT školy.

Teplota vody do kotlů je řízena elektroarmaturou (tzv. malý okruh), teplota v zásobníku TV je řízena na požadovanou teplotu rovněž elektroarmaturou.

Kotelna je dále vybavena doplňováním vody s automatickými doplňovacími čerpadly 2xSIGMA 32-SB (1,88kW) a úpravnou vody BÚV.

Větrání kotelny je přirozené přívodním otvorem s vyústěním nad podlahou a odváděcími otvory pod stropem. Kotelna je vybavena hlásičem úniku plynu.

Izolace potrubí v kotelně: minerální vlnou s Al obalem, tloušťka 20-30 mm, armatury, čerpadla, příruby neizolovány.

V kotelně je instalováno měření vyrobeného tepla (na společné větvi do a z kotlů) a měření tepla na ohřev TV.

Použitá regulační technika:

Regulátor: MR5 Multi, výrobce Thér Ferdinand-AMSET

Regulátor zajišťuje:

- ovládání kotlů v kaskádě (dle teploty zpátečky),
- ekvitermní regulaci ÚT,
- kaskádové ovládání oběhových čerpadel ÚT,
- regulaci TV,
- ovládání čerpadel pro TV (nabíjecí, cirkulační),
- týdenní časový program útlumů,

- automatické dopouštění hladiny ÚT,
- regulaci tlaku ÚT,
- ovládání vzduchotechnické jednotky,
- měření množství tepla ÚT, TV.

Dodatečně je kotelná vybavena signalizací/bezpečnostní funkcí:

- úniku zemního plynu,
- hlídání vnitřní teploty kotleny,
- hlídání mezních teplot ÚT, TV,
- pokles vody v soustavě,
- výpadek elektrické energie pro kotelnu.

Příprava TV:

Příprava TV je centralizována v kotelně pomocí výměníku/zásobníku 1600l (ohřev nabíjecími čerpadly 2x SIGMA 40 NTV48 jak již bylo uvedeno). Příprava TV je řízena z řídicího systému kotleny (ovládání časové a dle teploty v zásobníku). TV ze zásobníku je následně vedena podzemním vedením do budovy školy. Rozvod je vybaven cirkulačním potrubím, cirkulační čerpadlo (2x Sigma 32CBx5) je řízeno podle teploty ve zpátečce cirkulačního potrubí.

Rozvod TV v kotelně je izolován většinou cca 20-30 mm minerální vlnou s Al povrchem.

2.5.2. VÝROBA TEPLA

V kotelně na společném výstupu z kotlů je instalován měřič tepla, údaje nejsou však vůbec zaznamenávány (odepisovány s relevantním časovým údajem).

Množství vyrobeného tepla je proto určeno ze spotřeby paliva a z průměrné roční účinnosti výroby tepla (kotlů).

Dle vyhlášky č. 150/2001 Sb. je pro kotle s výkonem do 0,5 MW minimální požadovaná účinnost 85%, dle nařízení vlády č. 352/02 je požadovaná účinnost 90%.

Dle údajů výrobce je min. účinnost 94 %, jelikož kotle byly podrobeny měření emisí avšak bez určení účinnosti, proto se ve výpočtech předpokládá min. účinnost kotlů 94% (bez ztrát rozvodů).

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje (jen plynová kotelná):

Název ukazatele	Hodnota	Rozměr
Roční energetická účinnost zdroje	0,94	-
Roční energetická účinnost výroby el. energie	-	-
Roční energetická účinnost výroby tepla	0,94	-
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu el.	-	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	1,06	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	544	hod/rok

Hodnota ročního využití instalovaného tepelného výkonu (srovnání instalovaného výkonu 750kW a vypočtené maximální ztráty budovy školy 239 kW) poukazují na významnou předimenzovanost zdroje tepla. Zdroj

tepla sice byl navržen s rezervou pro plánovanou dostavbu tělocvičny, nicméně rezerva 500 kW je příliš velká i se započítáním tělocvičny.

2.5.3. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE NA VÝROBU TEPLA

Vlastní spotřeba elektrické energie plynové kotelny na výrobu tepla je měřena jako podružné měření, periodické údaje o spotřebě nejsou však k dispozici.

2.6. ROZVODY ENERGIE

Elektrina

Škola je napojena na distribuční rozvod elektrické energie SME, a.s. přivedený do HDS umístěné na venkovní stěně objektu. Z hlavních pojistek 3x100A rozvod pokračuje do elektroměrového rozvaděče RE. Ten je na chodbě 1.NP a je osazen hlavním jističem školy (160A), 3 elektroměry a podružnými jističi. Dva elektroměry jsou pro školu a pro byt školníka, jeden podružný elektroměr pro výměník je napojený za elektroměr školy. Z podružných jističů jsou dále napojeny podružné rozvaděče v jednotlivých podlažích. Z jističe 80A je napojena kotelná kabelem CYKY 4x10 přes HDS (3x80A) umístěné na venkovní zdi kotelny. Kabel je přiveden na hlavní jistič 50A v hlavním rozvaděči kotelny RP1.

Elektrické rozvody jsou v soustavě 3x230/400V a jsou řešeny kabely CYKY, CYKYL, AYKY uloženými pod omítkou. Na půdě a v kotelně jsou uloženy volně na kabelových příchytkách a kabelových roštech.

U rozvodů jsou prováděny periodické revize dle příslušných norem.

Provozovatel odebírá elektrickou energii v sazbě C02 (s platbou za výkon 3x200A).

Zemní plyn

Přívod zemního plynu pro kotelnu je veden ze středotlakého rozvodu dodavatele plynu (Severomoravská plynárenská a.s.) do místnosti měření plynu u kotelny. Zde jsou umístěny STL/NTL regulátory, HUP a plynoměr pro kotelnu. Plyn je dále veden do prostoru kotelny a odbočkami k jednotlivým kotlům.

Samostatný přívod z rozvodu NTL dodavatele plynu je přiveden k budově školy do HUP umístěné ve výklenku obvodové zdi, kde jsou umístěny 2 plynoměry (škola, školník). Plyn je pak veden samostatným vedením do 1.PP k průtokovým ohřivačům TV a odbočkou do 3.NP do laboratoře. Samostatnou vedením je plyn veden do bytu školníka (sporák, přímotopy, ohřev TV).

Plynovody vnitřní jsou z trubek ocelových černých svařovaných opatřených žlutým nátěrem. Na rozvodu jsou prováděny periodické prohlídky. Plyn je odebírán dle aktuálně platných sazeb SMP a.s..

Otopná soustava objektů

je teplovodní, dvoutrubková, uzavřená s tepelným spádem cca 90/70 4 topné okruhy s nuceným oběhem vody.

Teplo je přiváděno z kotelny ve dvoře teplovodem vedeným v neprůlezném kanále v zemi. Přívod je veden do 1.PP, kde je umístěna regulační stanice. Celkem délka přiváděče v zemi je cca 115 m.

Objekt je vytápěný těmito topnými větvemi:

1. Křídlo Komenského prostřední trakt budov
2. Křídlo Komenského
3. Tělocvična
4. Křídlo – ul. Jičínská

Všechny topné větve jsou vybaveny svým čerpadlem Grundfos UPC 32-60 (250W), případně Grundfos UPS 25-40 (tělocvična) a 3c regulačními ventily Ekorex, případně Komextherm. Jednotlivé větve jsou ekvitermně regulovány řídicím systémem kotelny.

Potrubí regulační stanice je izolováno cca 2-3 cm MV s hliníkovým obalem a mřížkou (Aludor) – přívodní potrubí, vývody jsou izolovány cca 1cm mirelonem. Rozdělovač, sběrač, příruby izolovány nejsou.

Jednotlivé větve ÚT jsou vedeny pod stropem 1.PP k místům větvení, k jednotlivým stupačkám.

Stoupačky jsou vedeny v budově volně před lícem zdiva, radiátory jsou převážně umístěné pod okny. Rozvody v nejvyšších místech jsou opatřeny odvzdušňovacími armaturami, v kanále v nejnižších místech vypouštěcím ventilem.

Hlavní rozvody v suterénu jsou izolovány cca 2-3 cm MV s hliníkovým obalem a mřížkou (Aludor), ale některé úseky izolovány nejsou.

Otopná tělesa - jsou litinová tělesa typu Kalor.

Otopná tělesa jsou opatřena uzavíracími ventily, nejsou vybavena termostatickými ventily (TRV).

Vytápění v bytě školníka je radiátory z rozvodu školy. Pro období, kdy je vytápění školy v útlumu (víkendy, prázdniny apod.) je vytápění zajišťováno podokenními plynovými přímotopnými jednotkami (3ks) s vývodem spalin přes stěnu (karmy).

TV

TV je připravována centrálně v kotelně a je vedena do budovy školy teplovodem v zemi o délce cca 115 m.

V budově školy je TV rozvedena pod stropem 1.PP ke stoupačkám a dále k jednotlivým odběrným místům. Jako doplňkové zdroje TV slouží 2ks plynových průtokových ohříváčů Mora, které jsou umístěné v 1.PP, tyto zdroje však mohou zásobovat teplou vodou jen část objektu školy (sprchy tělocvična, učebny chemie, biologie) a dále 2 ks průtokových ohříváčů (WC učitelů 1.NP a 3.NP).

Izolace potrubí podzemního rozvodu je cca 40-50 mm minerální vlny s Al obalem, izolace potrubí rozvodu v 1.PP je v rozsahu 5-10 mm plstí.

Příprava TV je ovládána řídicím systémem kotelny s uplatněním následujících útlumů:

- nahřátí zásobníku probíhá v době od 7:00-13:00 ve dnech vyučování,

- zapnutí cirkulačního čerpadla se řídí dle teploty zpátečky v době provozu zásobníku.

Vzduchotechnika

Nucené odvětrání je zavedeno v kotelně (odsávací ventilátor 300W), provoz je ovládán řídicím systémem kotelny.

2.7. VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE

Významným spotřebičem tepelné energie je zejména budova. 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	3340	m ²
Plocha svislých průsvitných obvodových konstrukcí	631	m ²
Plocha obvodových konstrukcí střechy/stropu	1489	m ²
Plocha obvodových konstrukcí podlahy (*)	1488	m ²
Obestavěný vytápěný objem	21617	m ³

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

(*) Podlaha přilehlá k zemině

Osvětlení - Osvětlovací tělesa jsou převážně zářivková, zčásti žárovková 60W a 100W. Žárovkové osvětlení je použito v místnostech, kde se předpokládá kratší doba svícení (WC, úklidové místnosti, sklady, umyvárny, aula, apod.). Pro osvětlení tělocvičny jsou použita výbojková svítidla 500W. V aule jsou použité lustry, každý s žárovkami 32*25W a dále svítidla 60W.

Jiné větší spotřebiče:

a) Elektrické spotřebiče (stacionární/nepřenosné)

Název	Umístění	Typ	Příkon [kW]
Sporák	Suterén – učebna č.63		2,8
Vypalovací pec	Suterén – učebna č.63a	M100S	7,5
Bruska	Suterén – dílna údržby	Elko	0,75
Pračka	Suterén – úklid č.80	Laf 4101	2
13x Varná konev	V celém objektu		13x cca 2
Průtokový ohřívač	Přízemí – WC učitelů		4,6
Průtokový ohřívač	2.patro – WC učitelů	Clage CD5	neuvedeno
Kopírka	1.patro – sborovna		1,35
Kopírka	2.patro – učebna č.58	Sanyo	neuvedeno
Lednice	1.patro – místnost č.25	Calex	neuvedeno
Sporák	1.patro – místnost č.25	Mora	neuvedeno
PC počítače	Celý objekt	cca 50ks	Celkem cca 12,5

b) Vzduchotechnika (ventilátory/klimatizace)

Název	Umístění	Typ	Příkon [kW]
VZT	Kotelna		0,3

c) Motory

Název	Umístění	Typ	Příkon [kW]
2x Cirkulační čerpadlo	Kotelna	Sigma 40NTV 48	2x 2,2
4x Cirkulační čerpadlo	Kotelna	Sigma 50NT 74	4x 0,39
2x Doplnovací čerpadlo	Kotelna	Sigma 32-SB	2x1,9
2x Kompresor	Kotelna	Orlík 15SK 50	2x 0,6
2x Čerpadlo TV	Kotelna	Sigma 32CBx5	2x 1,7
2x Kotlové čerpadlo	Kotelna		2x 1,85
2x Kotlové čerpadlo	Kotelna		2x 1,8

d) Plynové spotřebiče (mimo kotle)

Název	Umístění	Typ	Příkon [kW]
2x průtokový ohřívač	1.PP	MORA PO 371	Neuveden

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 uspořádaných tématicky.

3.1. ENERGETICKÁ BILANCE

Základem energetické bilance jsou údaje z provozní evidence (střední spotřeby 2001-2003, v cenách 2003).

Ř.	Ukazatel	Energie GJ	Náklady tis.Kč
1	Vstupy paliv a energie	1714	443
	Elektrická energie	150	140
	Zemní plyn	1563	303
	Teplo	0	0
2	Změna zásob a paliv	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1714	443
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliva energie v objektu (ř.3-ř.4)	1714	443
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	213	41
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	1243	241
8	Spotřeba energie na TV (z ř. 5) (*)	108	21
9	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	150	140

Pozn.: Cena 1 GJ tepla: 194 Kč (včetně DPH)

(*) Spotřeba energie nebo vody na přípravu TV se neměří (nebo neeviduje) a proto je část energie na TV stanovena bilančně

3.2. ZHODNOCENÍ ROZVODŮ ENERGIE

Elektrina

Rozvody budovy odpovídají době instalace. Technický stav jednotlivých částí je provozuschopný, rozvody jsou akceptované periodickými revizemi.

Rozvod ÚT, otopná soustava

Rozvod ÚT je v dobrém technickém stavu a odpovídá době instalace. Izolace hlavních rozvodů z dnešního pohledu neodpovídá vyhl. 151/2001. Z důvodu dřívější instalace rozvodů se tato vyhláška na tyto rozvody nevztahuje. Zjevným nedostatkem rozvodů ÚT je stav vybraných částí, kde izolace chybí:

- Kotelna: armatury, příruby, filtry.
- Strojovna: rozdělovač a sběrač, armatury.
- Dílčí malé úseky s poškozenou izolací (výstup potrubí z teplovodu).

Vypočtené ztráty tepla jsou v rozsahu cca 93 GJ/rok (6% celkové spotřeby tepla včetně venkovních rozvodů).

Základním nedostatkem otopné soustavy je hrubě předimenzovaná kotelna a dále chybějící lokální regulace, tj. termostatické ventily (TRV) na jednotlivých topných tělesech.

Termostatické ventily omezí vytápění v místnostech, kde dochází k tepelným ziskům, a to nejen od oslunění, ale i od pobytu osob, provozu počítačů nebo od jiných zařízení vyzařujících teplo.

Spotřeba tepla pro pokrytí ztrát rozvodů

Spotřeba tepla pro pokrytí ztrát rozvodů (venkovních i vnitřních) byla vypočtena dle vyhlášky 151/01. U spotřeby na krytí ztrát u venkovních podzemních rozvodů je vypočtená ztráta nenávratně ztracena, u vnitřních rozvodů je ztráta zčásti použita na vytápění objektu v případě vedení rozvodu ve vytápěných prostorách.

Tabulka: Určení ztráty tepla povrchem potrubí

Potrubí		Rozvody ÚT Kotelna	Rozvody ÚT Rozvody venkovní	Strojovna ÚT – rozdělovač , sběrač	Rozvody TV Kotelna	Rozvody TV Rozvody venkovní	Rozvody TV Hl. vnitřní rozvody budovy	Celkem
Délka	[m]	186	230	7	16	230	142	811
Jednotková ztráta	[W/m ¹]	2-140 (1)	7-11	43-140 (1)	2,8-62 (1)	2-3,9	0,6-44 (1)	0,6-140
Jednotková ztráta	[W/m ¹ K ¹]	0,02-4,7 (1)	0,29	3,7-4,7 (1)	0,1-2,2 (1)	0,1	0,02-1,5 (1)	0,02-4,7
Teplota topné vody	[°C]	60/40	60/40	60/40	55/45	55/45	55/45	
Okolní teplota	[°C]	15	10	15	15	10	15	
Světlost potrubí DN	[m]	0,025- 0,15	0,125	0,12-0,15	0,04-0,05	0,04-0,05	0,015-0,05	0,015- 0,15
Síla izolace	[m]	0/0,03- 0,04	0,04	0	0-0,05	0,04	0-0,05	0-0,05
Ztráta	[kW]	4,1	2,1	0,9	3	0,7	1,3	12,1
	[GJ/rok]	54	28	12	31	3	6	134

(1) max. hodnoty odpovídají stavu bez izolace

Vyhláška 151/01 stanovuje minimální tloušťku izolace potrubí, které v případě rozvodů auditovaného objektu z dnešního pohledu nejsou dodrženy.

3.3. ZHODNOCENÍ PŘÍPRAVY TV

TV je připravována centrálně v kotelně. Na ztráty tepla přípravy TV jdou zejména ztráty tepla kotelny a ztráty tepla rozvodů v případě vedení potrubí v zemi a v nevytápěných prostorách. Ztráty rozvodů TV ve vytápěných prostorách v zimním období přispívají k energetické bilanci objektu, v letním jsou však zdrojem ztrát. Izolace hlavních rozvodů je v dobrém technickém stavu, tloušťka izolace však neodpovídá v případě rozvodů v budově vyhl. 151/2001 (plst' 5 -10 mm). Nedostatky vykazují izolace v kotelně (bez izolace příruba zásobníku, armatury) a případně izolace rozvodu z lokálních zdrojů TV (průtokové plynové ohřivače v 1.PP), pokud budou v provozu.

Ztráty z rozvodů jsou minimalizovány časově omezenou přípravou TV na dobu vyučování (7:00-13:00), omezena je také doba cirkulace.

Minimalizovat uvedené ztráty je vhodné doizolací zejména v místech bez izolace anebo nevhodné izolace (plst'). Výhodnějším řešením se však jeví přenesení zdroje TV do místa průtokových ohřivačů TV (instalace zásobníku s regulací teploty TV s dohřevem ze stávajících průtokových ohřivačů s doplněním o čerpadlo a ochrany anebo instalace dodatečného zásobníku s vlastním ohřevem), tímto budou minimalizovány ztráty z rozvodů zejména venkovních. Předpokladem minimalizování ztrát je zároveň zachování stávajících útlumů přípravy TV.

Požadovaný měrný ukazatel dle vyhl. č. 152/2001 spotřeby tepelné energie na dodávku TV z výměníku je $0,3 \text{ GJ/m}^3$, v případě auditované školy nelze jednoznačně posoudit tuto měrnou spotřebu z důvodu chybějícího měření (evidování) spotřeby vody na přípravu TV.

Posouzení celkové spotřeby tepla na TV dle ČSN 060320:

Celkový počet:		Jednotky
Žáků	448	Osob
Zaměstnanců	40	Osob
Bilance spotřeby tepla na TV dle ČSN 060320	298	GJ/rok
Bilancovaná spotřeba tepla TV z letního odběru tepla	108	GJ/rok

Uvedené výše bilance poukazují na velmi úspornou spotřebu TV v porovnání s normovou hodnotou.

3.4. TEPELNÉ TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ BUDOVY

Hodnocení energetických požadavků na budovu 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 ²⁾	t_{is}	17,4°C
Průměrná teplota venkovního vzduchu ¹⁾	t_{es}	3,9°C
Délka otopného období	d	227
Charakteristické číslo budovy	B	3,0
Charakteristické číslo místností	M	0,4-0,7
Denostupně $D = d (t_{is} - t_{es})$	$^{\circ}D$	3064

1) průměrná teplota během otopného období (referenční bod Mošnov)

2) střední vážená průměrná teplota vytápěných místností budov.

Tepelné ztráty v objektu sestávají ze:

Ztráty prostupem tepla materiálem do okolí, ty závisí na 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 , t.j. tepelným výkonem přeneseným 1 m^2 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 $i_{LV, U}$ ($\text{m}^3/\text{s.m.Pa}^{0,67}$)

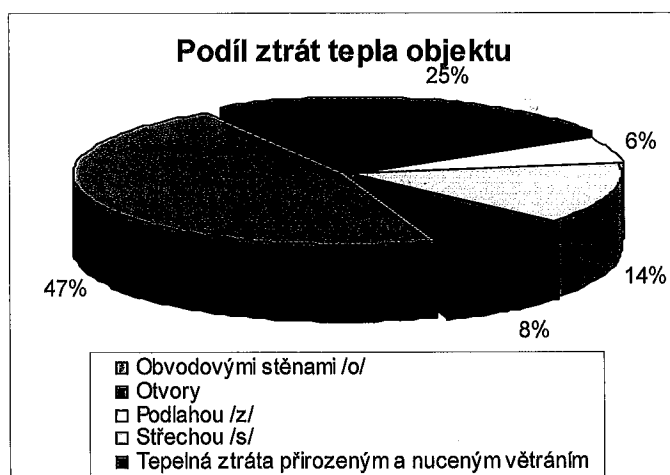
Ztráty technologické způsobené otopným systémem, zejména v případě starších systémů bez lokálních regulačních prvků, případně při nevhodném celkovém vyregulování otopné soustavy. Z těchto důvodů může nastat situace, kdy je v různých částech různá teplota, čímž je způsobeno, že část objektu je trvalé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

Rozložení úniku tepla jednotlivými konstrukčními díly

Charakteristická čísla související se stavebním provedením budovy a z něho vyplývající infiltrace a větrání uvádí níže sestava údajů:

Tabulka: Podíl ztrát tepla

Prvek/Objekt	[kW]	[%]
Obvodovými stěnami	111	47
Otvory	58	25
Podlahou	14	6
Střechou	32	14
Tepelná ztráta přirozeným a nuceným větráním	19	8
Tepelná ztráta celkem	234	100



3.4.1. SROVNÁNÍ VYPOČÍTANÝCH SPOTŘEB TEPLA NA VYTÁPĚNÍ SE SKUTEČNOU SPOTŘEBOU

Spotřeba tepla na vytápění byla vypočítána 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, naopak v maximální míře jsou využity 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 ⁻² K ⁻¹]					
druh konstrukce	stav konstrukce	normová hodnota U _N		hodnota U	požadavky
		požadovaná	doporučená	vypočtená	ČSN 73 0540-2
A. Stavební konstrukce					
Obvodový plášť cihelný tl.930mm	stávající	0,38	0,25	0,85	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl.450mm	stávající	0,38	0,25	1,50	Nevyhovující
Obvodový plášť cihelný tl.600mm	stávající	0,38	0,25	1,21	Nevyhovující
Zdivo z tvárnic Porotherm tl.450mm (šatny)	stávající	0,38	0,25	0,39	Nevyhovující
Podlaha přilehlá k zemině keramická dlažba (šatny)	stávající	0,60	0,40	0,52	Vyhovující
Podlaha přilehlá k zemině cementový potěr	stávající	0,60	0,40	0,97	Nevyhovující
Podlaha přilehlá k zemině keramická dlažba	stávající	0,60	0,40	1,00	Nevyhovující
Podlaha přilehlá k zemině vlysky (kabinet, knihovna)	stávající	0,60	0,40	0,95	Nevyhovující
Podlaha přilehlá k zemině vlysky (tělocvična)	stávající	0,60	0,40	0,94	Nevyhovující
Podlaha přilehlá k zemině keramická dlažba v 1.NP	stávající	0,60	0,40	0,99	Nevyhovující
Střecha mansardová (učebny, chodby)	stávající	0,30	0,20	1,01	Nevyhovující
Střecha mansardová, strop dřevěný trámový (aula)	stávající	0,30	0,20	1,02	Nevyhovující
Střecha valbová, strop nad posledním podlažím (WC)	stávající	0,30	0,20	1,01	Nevyhovující
Střecha pultová, strop z dřevěných stropnic, zateplená (tělocvična)	stávající	0,30	0,20	0,30	Vyhovující
Střecha pultová, dřevěné trámy (šatny)	stávající	0,30	0,20	0,25	Nevyhovující
B. Výplně otvorů					
Okno jednoduché ocelové θ≤15°C	stávající	2,8	1,9	6,5	Nevyhovující
Okno dřevěné dvojité θ≤15°C	stávající	2,8	1,9	2,7	Vyhovující
Okno dřevěné zdvojené sklopné θ≥20°C	stávající	1,8	1,2	2,7	Nevyhovující
Okno dřevěné zdvojené θ ≤15°C	stávající	2,8	1,9	2,8	Nevyhovující
Okno dřevěné zdvojené θ≥20°C	stávající	1,8	1,2	2,8	Vyhovující
Vstupní dveře dřevěné s nadsvětlením θ ≤15°C	stávající	2,8	1,9	4,7	Nevyhovující
Kovové dveře jednoduché θ≤15°C	stávající	2,8	1,9	6,5	Nevyhovující
Vstupní dveře dřevěné plné θ≤15°C	stávající	2,8	1,9	2,6	Nevyhovující

Pozn.: Uvedené normové hodnoty pro budovy s převažující 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 v prostorách s vnitřní teplotou $\theta_{im} > 15^{\circ}\text{C}$, kovové dveře, ocelová okna jednoduchá s vnitřní teplotou $\theta \leq 15^{\circ}\text{C}$ **nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540 - 2.**

Dřevěná okna zdvojená, dřevěná okna dvojitá výplňové s vnitřní výpočtovou teplotou $\theta_{im} \leq 15^{\circ}\text{C}$ z hlediska prostupu tepla **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_{vn}

Hodnocení budovy podle vyhlášky 291/01, stávající stav

Význam	Symbol	Hodnota	Jednotka
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e_v	30	kWh/m^3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla při vytápění	e_{vN}	29	kWh/m^3
Požadavky vyhlášky č. 291/2001 Sb.	-	Nesplňuje	-
Stupeň energetické náročnosti budov	SEN	104	%
Klasifikace energetické náročnosti	-	E	Nevyhovující

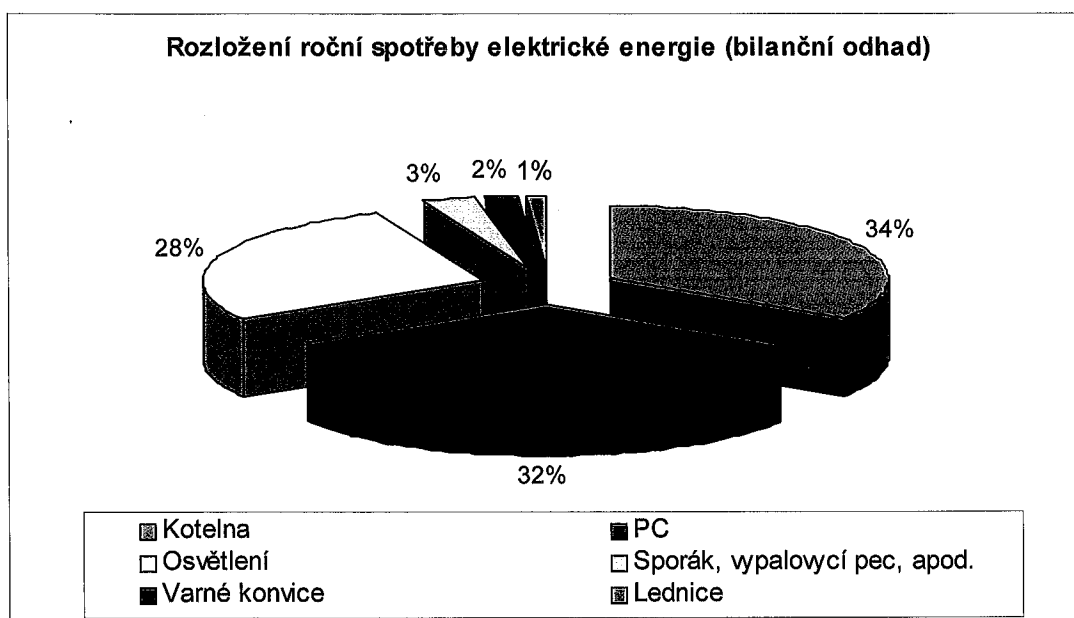
Z hodnot měrných spotřeb vyplývá následující závěry:

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

3.5. SPOTŘEBA EL. ENERGIE

Spotřeba elektrické energie se jeví úměrná charakteru budovy a instalovaných elektrických spotřebičů. Největším spotřebičem dle pořadí je kotlina, počítače a osvětlení školy. Úspory se takto mohou získat převážně efektivním provozováním zařízení anebo omezením zbytečného svícení.

Druh spotřeby	Instal příkon [kW]	Časové využití [hod/rok]	Spotřeba el. energie [kWh/rok]	Spotřeba el. energie [%]
Kotelna	20,2	700	14 600	34,2
PC – počítače	12,5	1100	13 800	32,2
Osvětlení	46	250	11 800	27,5
Sporák, vypalovací pec, apod	25,4	50	1 300	3
Varné konvice	16,8	50	800	1,9
Lednice	0,2	2500	500	1,2
Celkem	121,1		42 800	100



3.6. ENERGETICKÉ MANAŽERSTVÍ

Energetické manažerství je řídicím nástrojem pro trvalé udržování spotřeby energie na potřebné úrovni a je založen 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.

Praktická aplikace činnosti energetického manažerství spočívá ve vynášení pravidelně odečtených hodnot měrné spotřeby energie na m² 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 provést:

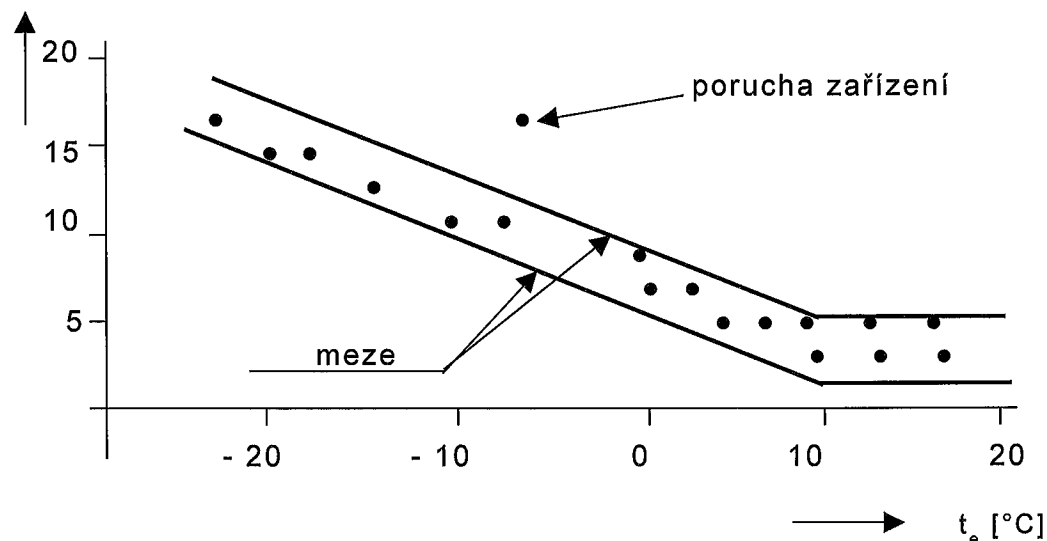
Odečítat (anebo spolehlivě odhadnout) spotřebu energie za týden (týdenní průměrnou hodnotu) v GJ, spotřebovaného objemu anebo spotřebované hmotnosti paliva.

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, m³, t · m⁻² · týden⁻¹]



Nákladově je energetické manažerství nenáročné, i když je vyžadována systematická zodpovědnost pověřeného pracovníka a angažovanost správy objektu či majitele objektu.

V případě auditované budovy je energetické manažerství částečně prováděno zejména v oblasti optimalizace spotřeby (útlumy, odstávky), nedostatečné je však měření a vyhodnocení spotřeb energií (používají se jenom fakturační údaje dodavatelů energií, vlastní měření se nevyužívá).

3.7. 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	50	78	782	15	152
Strojní opatření (instalace TRV, doizolace rozvodů)	2	7	31	109	6	21
Zlepšení energetického manažerství	0	2	0	31	0	6
Celkem	7	59	109	922	21	179

II. TECHNICKY 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 prostorů - 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 objektu, jak rovněž spotřebu dalších energií (periodicky odepisovat a vyhodnocovat rovněž vlastní měření tepla a spotřeby tepla a vody na TV);
- vést v provozní knize údaje o nastavených parametrech regulace otopného systému (nastavení ekvitermní regulace, hodnoty a doby útlumu vytápění, přípravy TV);
- odstavit topení (radiátory) kotelny a místností měření spotřeby plynu u kotelny mimo nejchladnější období, doporučuji využít opatření instalace TRV ventilů u radiátorů těchto místností k protimrazové funkci (jen v zimě).

1.2. ZMĚNA NASMLOUVANÉHO PŘÍKONU ELEKTRICKÉ ENERGIE

Jelikož instalované přívodní pojistky jsou 3x100A (v HDS) a fakturace za elektrickou energii je za pojistky 3x200A, doporučujeme nahlásit tuto skutečnost dodavateli elektrické energie. Snížením fakturační částky za výkon se sníží roční náklady na elektrickou energii o 6240 Kč.

Jelikož instalovaný příkon je cca 121 kW, což je cca 176 A na jednu fázi, 100A pojistky by měly být postačující. Přesto doporučujeme např. s revizním technikem elektro provést příkonovou zkoušku spočívající v zapnutí všech spotřebičů, které lze nebo se provozuje současně a změření zatížení jednotlivých fází. Na základě této zkoušky změnit nasmlouvaný výkon spotřeby elektrické energie (změnit jistič před elektroměrem nejlépe na typ s možností nastavení hodnoty proudové ochrany).

2. NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

2.1. DOIZOLACE KOTELNY, DOIZOLACE ROZVODŮ ÚT, TV (IZOL/1+IZOL/2)

Toto opatření počítá s izolací neizolovaných částí rozvodných potrubí v kotelně a strojovně. Zejména se jedná o:

- izolaci armatur, filtru v kotelně;
- izolaci zásobníku a rozvodu TV v kotelně (armatury, příruby, příruba zásobníku – pokud příprava TV v kotelně bude zachována);
- izolaci rozdělovače a sběrače ve strojovně;
- opravu poškozené izolace (např. výstup rozvodu z podzemního teplovodu v budově školy);
- doizolování rozvodů topení v kotelně nad přívodním otvorem vzduchu;
- výměnu izolace TV pod stropem suterénu v budově školy a nahrazení této izolace kvalitnější (minerální vlna obalena hliníkovou fólií) o tloušťce dle vyhlášky.

Nedokonalá tepelná izolace rozvodů ÚT a rozvodů TV je zbytečným zdrojem úniku tepla. Očekávaný přínos tohoto opatření je v řádu do 40 GJ pro ÚT a cca 25 GJ pro TV /izolace/ za rok. Nové izolace provést dle příslušných norem včetně vyhl. 151/01.

3. NÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

3.1. INSTALACE TERMOSTATICKÝCH VENTILŮ U VŠECH TOPNÝCH TĚLES (TRV)

Předpokládá se instalace TRV u všech topných těles budovy, zejména pak těles v místnostech s významně působícími tepelnými zisky.

Instalace termostatických ventilů přinese následující úspory:

- úspora vlivem využití pasivních energetických zisků,
- úspora vlivem minimalizace přetápění,
- zvýšení uživatelského komfortu (možnost regulace teploty v místnosti uživatelem).

Základním předpokladem instalace TRV je montáž vyrovnávacích ventilů tlakové difference včetně vyvážení topné soustavy po instalaci TRV.

Těmito opatřeními lze očekávat úsporu energie v řádu několika procent (5%).

U radiátorů s nainstalovanými TRV ventily dbát na to, aby stínění (obestavění) radiátorů parapetem a předradiátorovou mřížkou bylo minimalizováno tak, aby TRV ventil fungoval správně, anebo použít TRV ventil s externím měřením teploty (hlavicí).

3.2. OPTIMALIZACE PŘÍPRAVY TV (TV)

Toto opatření počítá s optimalizací přípravy TV v rozsahu:

- Instalace zásobníku TV se samostatným ohřevem v prostorách stávajících průtokových ohřivačů (tyto možno zachovat) s časovanou cirkulací a aplikovanými útlumy přípravy TV. Zásobník by se napojil na stávající rozvod TV.
- Příprava TV v kotelně by se odstavila (likvidovala).
- Provozování cirkulace jen v krátkých obdobích, její odstavení v době mimo přípravu TV.
- Instalovat na vstup zásobníku vodoměr za účelem možnosti vyhodnocení měrné spotřeby tepla na TV.

Vlivem předimenzování kotelny je její provoz zejména mimo topné období neekonomický, kdy se nahřívají rozdělovače a rozvody v kotelně jen pro přípravu TV.

Očekávaný přínos tohoto opatření (optimalizace přípravy TV, tj. likvidace/odstávky rozvodů TV) je v řádu celkově cca 20% spotřeby tepla na TV, tj. cca 30 GJ.

3.3. CELKOVÉ ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

Přestože tepelné vlastnosti obvodového pláště nesplňují požadavky ČSN, to znamená, že jejich součinitele prostupu tepla se pohybují mezi 0,85-1,50 ($\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}$), nebylo v tomto energetickém auditu navrženo zateplení obvodového pláště, vzhledem k tomu, že při použití zateplovacího systému nelze zachovat stávající architektonickou úpravu vzhledu všech fasád a zároveň kompletní fasády byly již zrekonstruovány (malba v roce 1992).

3.4. ZATEPLENÍ STROPU POSLEDNÍHO NP A STŘECH, KROMĚ PŘÍSTAVBY ŠATEN VE DVORNÍ ČÁSTI A TĚLOCVIČNY (SSEL)

Tepelné vlastnosti střech budovy (kromě šaten a tělocvičny) vykazují špatné tepelné vlastnosti, tj. nesplňují požadavky ČSN 73 0540 z tohoto důvodu se uvažuje o dodatečných opatřeních ve formě zateplovacího systému těchto střech.

Předpokládá se zateplení kompletních stropů v úrovni posledního podlaží (shora na půdě) tepelně izolačními deskami (např. Rockmin) tl.140mm s pochůznou vrstvou.

Zateplení stropní konstrukce nad sociálními zařízeními (valbová střecha dvorní část) se předpokládá pomocí tepelně izolačních desek z minerální vlny (např. Rockmin) tl.120mm bez pochůzné vrstvy, které se umístí shora ve střešním meziprostoru na stávající stropní konstrukci u střech valbových (WC) ve dvorní části.

Výsledná hodnota součinitele prostupu tepla zateplených střešních konstrukcí se předpokládá cca $U = 0,23 - 0,29 (\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1})$, čímž budou splněny požadavky novelizované normy ČSN 730540.

3.5. ZATEPLENÍ PODLAH PROSTORU 1.NP

Z důvodu vytápěného suterénu budov a z důvodu problémového zateplování podlah přilehlých k zemině (nutno zvýšit podlahy, včetně celkové rekonstrukce) neuvažuje se o tomto opatření.

3.6. CELKOVÁ VÝMĚNA DŘEVĚNÝCH OKEN DVOJITÝCH A ZDVOJENÝCH (OD)

I když se jedná o budovu, kde byla již zrealizována celková výměna původních dřevěných oken za okna nová (proběhla v letech 1991-1992), jako jedno z opatření navrhujeme výměnu stávajících oken ($k=2,7/2,8 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$) za okna úspornější dřevěná (Eurookna) s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. Předpokládaný součinitel prostupu tepla nových oken $U_w \leq 1,4 \text{ (Wm}^{-2}\text{K}^{-1})$. Z důvodu předpokládané nižší spárové průvzdušnosti nových oken se předpokládá zvýšené nucené větrání, tj. dosažení požadované výměny vzduchu cca $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na 1 žáka včetně minimální požadované výměny vzduchu v méně využívaných prostorách a v době mimo využití budovy.

3.7. VÝMĚNA KOVOVÝCH OKEN A DVEŘÍ (OK)

Opatření předpokládá výměnu kovových oken na chodbě v suterénu (5 ks - jižní fasáda), na chodbě (3ks - východní fasáda), kovové plechové dveře (dvorní část 1ks - jižní fasáda), vrata (dílky 1ks - východní fasáda).

Předpokládaný součinitel prostupu tepla nových oken a dveří $U_w \leq 1,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (plastová nebo dřevěná).

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

Součinitel prostupu tepla U [$W/(m^2 \cdot K)$]					
Druh konstrukce	Stav konstrukce	Normová hodnota U_N		Hodnota U Vypočtená	Požadavky ČSN 73 0540-2
		Požadována	Doporučená		
Střeška mansardová (učebny, chodby)	Stávající	0,30	0,20	1,01	Nesplňuje
	Zateplení tepelně izolačními deskami z minerální vlny (např. Rockmin) tl. 140mm a pochůznou vrstvou/záklopem			0,23	Splňuje
Střeška mansardová, strop dřevěný trámový (aula)	Stávající	0,30	0,20	1,02	Nesplňuje
	Zateplení tepelně izolačními deskami z minerální vlny (např. Rockmin) tl. 140mm a pochůznou vrstvou/záklopem			0,23	Splňuje
Střeška valbová, strop nad posledním podlažím (WC)	Stávající	0,30	0,20	1,01	Nesplňuje
	Zateplení tepelně izolačními deskami z minerální vlny (např. Rockmin) tl. 120mm bez pochůzné vrstvy			0,24	Splňuje
Okno dřevěné dvojitě/zdvojené $\theta = 20^\circ C$	Stávající	1,8	1,2	2,7/2,8	Nesplňuje
	výměna za okna dřevěná prosklená izolačním dvojsklem			1,4	Splňuje
Okno jednoduché ocelové $\theta \leq 15^\circ C$	Stávající	2,8	1,9	6,5	Nesplňuje
	výměna za plastová nebo dřevěná okna prosklená izolačním dvojsklem			2,8	Splňuje
Dveře kovové $\theta \leq 15^\circ C$	Stávající	2,8	1,9	6,5	Nesplňuje
	výměna za plastové nebo dřevěné dveře s izolačním dvojsklem			1,9	Splňuje

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

* Uvedené normové hodnoty pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im}=15^\circ C$

3.9. SOUHRN NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Opatření	Označ. Opatření	Energetické náklady na realizaci cca [tis. Kč]	Celkové náklady na realizaci cca [tis. Kč]	úspora potřeba tepla [GJ/rok]	úspora potřeba tepla [%] (1)	Prostá návrát [let]
Izolace rozvodů ÚT	IZOL/1	13	13	40	3,2	1,6
Izolace rozvodů TV	IZOL/2	29	29	25	15,9	6,0
Optimalizace přípravy TV	TV	80	80	35	22,3	11,8
Instalace TRV ventilů	TRV	201	201	62	5,0	16,7
Zateplení stropu/střechy bez šaten a tělocvičny	SSEL	1126	1126	121	9,8	47,9
Selektivní výměna kovových oken a dveří	OK	46	58	11	0,9	20,8
Celková výměna dřevěných oken	OD	2428	2856	116	9,4	107,7

Pozn.: Roční úspora finančních prostředků na vytápění stanovena při ceně tepla v palivu 194 Kč/GJ.

(1): podíl na celkové spotřebě tepla objektů.

Pozn.: Energetické náklady: ekonomický model počítá s energetickými náklady, tj. náklady týkající se přímo energetického opatření, nezahrnuje investice nutné pro obnovu stavebních prvků při zachování stávajících tepelných vlastností. Náklady na obnovu stavebních prvků jsou proto korigovány procentem opotřebení stavebního prvku (nutná potřeba obnovy).

V případě auditovaného objektu je stanoveno opotřebení následovně:

- otvorové výplně: 15%,
- zateplení stropů/ střech: 0%,

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	IZOL/1	X	X	X
Izolace rozvodů TV	IZOL/2	X	-	-
Optimalizace přípravy TV	TV	-	X	X
Instalace TRV ventilů	TRV	X	X	X
Zateplení stropu/střechy bez šaten a tělocvičny	SSEL	-	X	X
Selektivní výměna kovových oken a dveří	OK	X	-	-
Celková výměna dřevěných oken	OD	-	-	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}

		Současnost	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Požadovaná měrná spotřeba tepla při vytápění	e_{vn} [kWhm ⁻³]	29			
Vypočtená objemová měrná spotřeba podle vyhlášky	e_v [kWhm ⁻³]	30	29	26	23
Stupeň energetické náročnosti budovy	SEN [%]	103,5	98,3	88,4	79,9
Klasifikace stupně energetické náročnosti		E	D	D	C

Stupeň energetické náročnosti budov	Klasifikace	Slovní vyjádření klasifikace
SEN[%]	V1	V1
<=40	A	Mimořádně úsporná
<=60	B	Velmi úsporná
<=80	C	Úsporná
<=100	D	Vyhovující
<=120	E	Nevyhovující
<=150	F	Výrazně nevyhovující
>150	G	Mimořádně nevyhovující

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
1	Vstupy paliv a energie	1714	443	1555	413	1431	389	1323	368
	Elektrická energie	150	140	150	140	150	140	150	140
	Zemní plyn	1563	303	1405	273	1281	249	1173	228
	Teplo	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Změna zásob a paliv	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1714	443	1555	413	1431	389	1323	368
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	1714	443	1555	413	1431	389	1323	368
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	213	41	140	27	129	25	119	23
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	1243	241	1157	224	1044	203	946	184
8	Spotřeba tepla na TV (z ř. 5)(*)	108	21	108	21	108	21	108	21
9	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	150	140	150	140	150	140	150	140

Pozn. Cena 1 GJ tepla: 194 Kč (včetně DPH)

(*) Spotřeba energie nebo vody na přípravu TV se neměří (neviduje), a proto je část energie na TV stanovena bilančně

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	289	300
Varianta II	1466	1477
Varianta III	3894	4333

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

			I. varianta	II. varianta	III. varianta
Investiční náklady projektu	IN	tis. Kč	300	1477	4333
Energetické náklady projektu	EIN	tis. Kč	289	1466	3894
Roční přínosy projektu (cash flow)	CF	tis.Kč	25,6	49,7	70,5
Diskont		%	4	4	4
Prostá doba návratnosti roky	T	roky	11,3	29,5	55,2
Reálná doba návratnosti		roky	15,3	> 50	> 50
Investiční výdaje projektu za dobu hodn. (1)	Inh	tis.Kč	369	1546	3974
Doba hodnocení		roky	30	30	30
NPV (Kč)		tis.Kč	30	-702	-2689
IRR (%)		%	4,7%	< 0	< 0

(1) V případě strojního zařízení je předpokládána životnost 15 let, tudíž během doby hodnocení např. 30 let musí dojít k jejich obnově (započítány energetické náklady na obnovu).

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: vlastní plynová kotelna

Palivo: zemní plyn	Emisní faktory:	TZL	0,0006 kg/GJ
Výhřevnost: 34 MJ/m ³		SO ₂	0.0003 kg/GJ
		NO _x	0.056 kg/GJ
		CO	0.009 kg/GJ
		CO ₂	56 kg/GJ

Emisní faktory jsou uváděny na GJ v palivu. Emisní faktor CO₂ je dle metodiky IPCC pro zemní plyn.

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	0,001	0,001	0,000
SO ₂	0,000	0,000	0,000
NO _x	0,088	0,079	0,009
CO	0,014	0,013	0,001
CO ₂	88	79	9

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	0,001	0,001	0,000
SO ₂	0,000	0,000	0,000
NO _x	0,088	0,072	0,016
CO	0,014	0,012	0,003
CO ₂	88	72	16

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	0,001	0,001	0,000
SO ₂	0,000	0,000	0,000
NO _x	0,088	0,066	0,022
CO	0,014	0,011	0,004
CO ₂	88	66	22

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 auditované budovy 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, budova jako celek nesplňuje požadovanou měrnou potřebu tepla e_v dle vyhlášky 291/2001 Sb.

Jako nejhorší jsou hodnoceny otvorové výplně, zejména kovové a strop tělocvičny.

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

Topný systém

Topný systém je v akceptovatelném stavu, hlavní rozvody topení jsou izolovány. Nevýhodou je provozování předdimenzované kotelny zejména mimo topné období pro přípravu TV a dále delší přívod topné vody z kotelny, vyznačující se dodatečnými ztrátami a nedostatečná izolace vybraných prvků kotelny či regulační stanice ve strojovně.

Topný systém je regulován centrálním ekvitermem a dodatečně ekvitermně ve 4 samostatných topných větvích. Nevýhodou je chybějící místní regulace radiátorů (nejsou instalovány TRV ventily).

Příprava TV

Příprava TV je centrální v kotelně, příprava je omezena na zahřátí zásobníku v kotelně, provoz cirkulace je omezen na dobu požadované disponibility TV (doba vyučování). Provést optimalizaci (viz. opatření) přípravy TV.

Rozvody TV odpovídají době instalace, izolace rozvodů je vhodné vylepšit (kotelna – úseky bez izolace včetně příruby zásobníku, rozvod školy – nedostatečná izolace plstí). Je potřeba doplnit nevyhovující izolaci, alternativou je přenést přípravu TV do místa stávajících průtokových ohříváčů.

Elektrická zařízení

Elektrická zařízení jsou provozována přiměřeně dle potřeb uživatelů, významnějších úspor lze dosáhnout rozumným provozováním zařízení jen po nezbytnou dobu. Je nutno změnit podmínky nákupu elektrické energie (zmenšit nasmlouvaný výkon).

Energetický management a řízení

Energetický management a řízení je prováděno, doporučuje se ale energetický management vylepšit (provádět odečty a bilancování spotřeb energií a tepla, např. měřené v kotelně).

Potenciál úspor

Z hlediska hospodaření s energií je potenciálem úspor zejména zlepšení tepelně technických parametrů stavební části: výměna oken za okna o lepších tepelně technických vlastnostech, izolace stropu posledního NP a dodatečně doizolace rozvodů, instalace TRV ventilů.

Větším úsporám může bránit ekonomická návratnost navržených opatření vlivem nižší ceně energie v plynu.

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 : 158 GJ/r (9 %)
Varianta II : 282 GJ/r (17 %)
Varianta III : 390 GJ/r (23 %)

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) a kladnou hodnotu NPV pro stanovenou dobu životnosti varianty.

3.2. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

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

		I. varianta	II. varianta	III. varianta
Reálná doba návratnosti	Roky	15,3	> 50	> 50
NPV (Kč)	tis. Kč	30	-702	-2689
IRR (%)	%	4,7%	< 0	< 0

Na základě přijatého modelu výběru optimální varianty je v našem případě optimální varianta I, tzn. že varianta I je při zadaných parametrech doby hodnocení a diskontu ekonomicky opodstatněná. Je však potřeba upozornit na dlouhodobou návratnost i této varianty.

4. ZÁVĚR

V závěru lze konstatovat:

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

Opatření	Označ. Opatř.
Izolace rozvodů ÚT	IZOL/1
Izolace rozvodů TV	IZOL/2
Instalace TRV ventilů	TRV
Selektivní výměna kovových oken a dveří	OK
Všechna beznákladová opatření	-

V případě, že dojde k obnově stavebních prvků budovy 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.).

Garantovaný výsledek doporučené varianty:

Tento energetický audit zaručuje v případě projektu podle doporučené varianty I snížení roční spotřeby paliva o 9% tj. o 158 GJ a snížení ročních provozních nákladů o 6,9% tj. o cca 31 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 tepelně 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, mít k dispozici a používat kompletní příručku provozu údržby;
- 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 závislosti na skutečném průběhu klimatických podmínek hodnoceného období. Výpočet ekonomických parametrů byl podložen cenovou nabídkou prací a výrobků v čase realizace auditu. Všechny ceny navrhovaných opatření jsou uváděny 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.

EMTEST spol. s r.o.: Energetický audit

Zhotovitel energetického auditu si vyhrazuje právo kontroly provozované lokality v době realizace opatření i v době následného provozu.

V Českém Těšíně, dne 26.4.2004

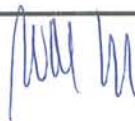
Zpracoval: Ing. Witold Stopa

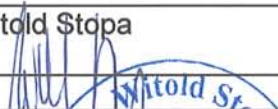


Evidenční list energetického auditu

Předmět EA	Budovy a energetické hospodářství Masarykova gymnázium Příbor		
Adresa	Jičínská 528, 742 58 Příbor		
Zadavatel EA	Masarykovo gymnázium Příbor	Zástupce	RNDr. Jiří Maťa
Adresa zadavatele	Jičínská 528, 742 58 Příbor		
Telefon	556 722 370	Fax	556 722 376
		E-mail	mgp@gypri.cz
Charakteristika předmětu EA	<p>Budova gymnázia byla postavena v roce 1902 klasickou zděnou technologií. Budovu tvoří čtyři podlaží, jejichž součástí je vytápěný suterén (částečně nad úrovní terénu). Obvodový plášť je zděný cihelný tl. 600 - 930 mm $U=0,85-1,50 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Obvodový plášť (šaten) z tvárnic Porotherm tl.450mm $U=0,39 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.</p> <p>Střechy jsou mansardové (dřevěné krovy nad učebnami) $U = 1,01-1,02 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Střecha nad tělocvičnou je pultová s plechovou krytinou (dřevěné stropnice) $U=1,49 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, střecha nad přístavbou šaten je pultová s plechovou krytinou opatřená tepelnou izolací $U=0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.</p> <p>Podlahy přilehlé k zemině keramická dlažba, cementový potěr, vlýsky $U=0,94-1,00 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.</p> <p>Okna jsou dřevěná zdvojená $U=2,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, dřevěná dvojité $U=2,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, kovová jednoduchá (suterénní prostory) $U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.</p> <p>Hlavní vstupní dveře dřevěné částečně prosklené s nadsvětlíkem $U=4,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, boční vstupní dveře jsou dřevěné plné (nové) $U=2,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, kovové dveře a vrata $U=6,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.</p>		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	Energetické hospodářství budovy zahrnuje kotelnu, rozvody, otopnou soustavu objektu a menší spotřebiče. Regulace vytápění je řízená ekvitermně (centrální ekviterm a 4 zónové ekvitermy). U topných těles nejsou instalovány termostatické ventily. Příprava TV centrálně v kotelně, doplněna o 4 ks průtokových ohřivačů. Většina konstrukčních prvků budovy nesplňuje požadavky na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, budova mírně nesplňuje požadavek měrné spotřeby tepla e_v .		
	Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. Výkon (MW)	
Vlastní energetický zdroj	0,75	0	
Typ energosoustrojí			
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	1469	
	Nákup (GJ/r)	0	
	Prodej (GJ/r)	0	
Elektřina	Výroba ve vl. zdroji (MWh/r)	0	
	Nákup (MWh/r)	42	
	Prodej (MWh/r)	0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	1714	Z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)	0
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r, kWh/r)	Nositel energie
Vytápění	239	1243 GJ/rok	Teplá voda
TV cca	40	149 GJ/rok	Elektřina/plyn
Elektřina	121	43 MWh/rok	Elektřina

26.4.04



Energetický úsporný projekt					
Stručný popis doporučené varianty		Doporučená varianta zahrnuje instalaci TRV ventilů u všech topných těles, doizolaci rozvodů ÚT,TV, selektivní výměnu kovových oken a venkovních dveří a zlepšení energetického manažerství.			
Investiční energ. náklady (tis. Kč)/bez investic nutných pro obnovu strojních patření v dalších letech/		289	z toho technologie (tis. Kč)		201
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu		
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	
	1714	443	1555	413	
Potenciál energetických úspor		GJ/r		MWh/r	
		159		44	
Environmentální přínosy					
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)		Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,001		0,001		0,000
SO ₂	0,000		0,000		0,000
NO _x	0,088		0,079		0,009
CO	0,014		0,013		0,001
CO ₂	88		79		9
Ekonomická efektivnost					
Cash - Flow projektu (tis.Kč/r)	26		Doba hodnocení (roky)		30
Prostá doba návratnosti (roky) (prvotní investice)	11,3		Diskont (%)		4
Reálná doba návratnosti (roky) (prvotní investice)	15,3	NPV (tis. Kč)	30	IRR (%)	4,7
Energetický auditor	Ing. Witold Stopa		Č. osvědčení		170
Podpis			Datum		26.4.2004



Příloha č. 1 Fotodokumentace
Masarykovo gymnázium Příbor

Fasáda severní a západní



Fasáda východní



Fasáda západní



Fasáda jižní



Neizolované armatury



Neizolovaný rozdělovač



Nevhodně izolované potrubí TV



Nevhodná okna do vytápěného prostoru



Výměna vrat



Příloha č. 2 Situační plán

