



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

TYPOVÝ PROJEKT

SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE U ŠKOLSKÉHO
ZAŘÍZENÍ ZATEPLENÍM OBVODOVÝCH
KONSTRUKCÍ STAVEB

(VČETNĚ DALŠÍCH OPATŘENÍ S VYUŽITÍM
ENERGETICKÝCH SLUŽEB SE ZARUČENOU
ÚSPOROU ENERGIE - METODY EPC)

Pro projekt **Úspory EPC**, dle doporučení této zprávy, vyžadují přílohy uvedené v tabulce:

Tab. Seznam příloh dle doporučení této zprávy pro projekt *Úspory EPC*

Příloha
Doklad, ze kterého je patrná právní subjektivita žadatele
Doklad o stanovení statutárního zástupce žadatele, který potvrzuje podpisem žádost o poskytnutí podpory
Projektová dokumentace pro územní rozhodnutí případně vyšší stupeň projektové dokumentace včetně položkového rozpočtu
Stanovisko místně příslušného krajského úřadu z hlediska potřeb životního prostředí
Závěr zjišťovacího řízení EIA či Stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí dle § 10 zákona č. 100/2001 v případě, že podléhají hodnocení podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění.
Stanovisko orgánu ochrany přírody zda záměr může mít významný vliv na evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti (Natura 2000)
Stanovisko ČIŽP
Územní rozhodnutí (popř. územní souhlas) v souladu se zák. č. 183/2006 Sb. - v případě stavebních investic, na stavbu v celém rozsahu s potvrzením nabytí právní moci, popřípadě stanovisko příslušného stavebního úřadu, že je stavba v souladu s územně-plánovací dokumentací a nepodléhá územnímu řízení, dále stavební povolení (pokud bylo vydáno).
Aktuální výpis z katastru nemovitostí (ne starší 3 měsíce) - z evidence nemovitostí a snímek katastrální mapy. Pokud není příjemce vlastníkem, doloží ještě navíc nájemní smlouvu na dobu nejméně 5 let, ve které vlastník vyjádří souhlas s realizací opatření nebo smlouvu s ověřenými podpisy s vlastníkem pozemku, ve které vlastník vyjádří souhlas s realizací opatření na jeho pozemku a umožní konečnému uživateli následnou péči a údržbu realizovaného opatření po dobu nejméně 5 let
Energetický audit
Odborný posudek podle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší
Finanční analýza
Doklad způsobu zajištění provozu investice
Přílohy vypořádávající se s vazbou dotace a EPC

VZOROVÝ ENERGETICKÝ AUDIT PRO OBLAST PODPORY 3.2.1

OBJEDNATEL

ZHOTOVITEL

OBSAH:

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	6
1.1	ZADAVATEL, PROVOZOVATEL, ZPRACOVATEL, PŘEDMĚT AUDITU	6
2	POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	7
2.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	7
2.1.1	<i>Název předmětu energetického auditu</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Popis předmětu a obsahu auditu</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>Bližší charakteristika zařízení</i>	<i>7</i>
2.2	VSTUPNÍ PODKLADOVÉ MATERIÁLY	9
2.3	ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY	9
2.3.1	<i>Elektrická energie</i>	<i>9</i>
2.3.2	<i>Zemní plyn</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>Bilance energetických vstupů</i>	<i>10</i>
2.3.4	<i>Bilance energetických výstupů, roční energetická účinnost výroby energie</i>	<i>11</i>
2.4	ROZVOD ZP A PLYNOVÉ SPOTŘEBIČE	12
2.5	VÝROBA A ROZVOD TEPLA A TEPELNÉ SPOTŘEBIČE	12
2.6	ROZVOD ELEKTRICKÉ ENERGIE A ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE	14
2.6.1	<i>Hlavní spotřebič - umělé osvětlení</i>	<i>15</i>
2.7	STAVEBNĚ – FYZIKÁLNÍ PARAMETRY OBJEKTŮ	16
2.7.1	<i>Popis stavebních konstrukcí a stavu tepelné ochrany budovy</i>	<i>16</i>
2.7.2	<i>Součinitele prostupu tepla U_j, U_N, klasifikační ukazatele prostupu tepla</i>	<i>17</i>
2.7.2.1	<i>Hlavní budova</i>	<i>17</i>
2.7.2.2	<i>Budova tělocvičny</i>	<i>19</i>
2.7.3	<i>Tepelné ztráty jednotlivých objektů</i>	<i>20</i>
2.7.3.1	<i>Hlavní budova</i>	<i>20</i>
2.7.3.2	<i>Tělocvična</i>	<i>22</i>
2.8	KONTROLNÍ VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE BUDOV NA VYTÁPĚNÍ	24
2.8.1	<i>Roční potřeba tepla pro vytápění ve výchozím stavu</i>	<i>24</i>

2.8.2	<i>Roční spotřeba tepla (v palivu) pro vytápění ve výchozím stavu</i>	24
3	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	26
3.1	ROČNÍ ENERGETICKÁ BILANCE STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	26
3.2	ZHODNOCENÍ STAVU TEPELNÉ OCHRANY BUDOV	27
3.3	ZHODNOCENÍ STAVU TECHNOLOGIE VÝROBY, DISTRIBUCE A REGULACE DODÁVKY TEPLA	27
3.4	ZHODNOCENÍ MÍRY HOSPODÁRNOSTI KONEČNÉHO UŽITÍ ELEKTRINY.....	27
4	NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE	29
4.1	OPATŘENÍ V OBLASTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	29
4.1.1	<i>Popis opatření</i>	29
4.1.2	<i>Tepeleň – technické charakteristiky a energetická náročnost posuzovaných budov po rekonstrukci</i>	30
4.1.2.1	Hlavní budova	30
4.1.2.2	Budova tělocvičny.....	32
4.2	OBLAST VÝROBY, DISTRIBUCE A SPOTŘEBY TEPLA.....	33
4.2.1	<i>Zdroje tepla a soustavy ÚT a TUV</i>	33
4.3	OBLAST SPOTŘEBY ELEKTRINY	34
4.3.1	<i>Úsporná opatření v oblasti technologických zařízení ÚT, VZT a TUV</i>	34
4.3.2	<i>Úsporná opatření v oblasti umělého osvětlení</i>	35
4.4	OBLAST VYUŽITÍ KVET A OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE	35
4.4.1	<i>Kombinovaná výroba elektřiny a tepla - KVET</i>	35
4.4.2	<i>Využití energie slunečního záření</i>	35
4.5	ROZDĚLENÍ OPATŘENÍ Z POHLEDU INVESTIČNÍ NÁROČNOSTI A JEJICH SUMARIZACE PRO VYHODNOVENÍ EFEKTŮ.....	36
4.5.1	<i>Rozdělení opatření dle investiční náročnosti</i>	36
4.5.2	<i>Formulace souborů energeticky úsporných opatření</i>	36
4.5.2.1	Soubor energeticky úsporných opatření č. 1 (SEÚO č. 1).....	36
4.5.2.2	Soubor EÚ opatření č. 2 (SEÚO č. 2).....	37
4.5.2.3	Soubor EÚ opatření č. 3 (SEÚO č. 3).....	38
5	FORMULACE VARIANT EÚP A JEJICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ	39

5.1	FORMULACE VARIANT ENERGETICKY ÚSPORNÝCH PROJEKTŮ (EÚP)	39
5.1.1	<i>Varianta EÚP č. 1</i>	39
5.1.2	<i>Varianta EÚP č. 2</i>	40
5.2	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	41
5.3	VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	43
5.3.1	<i>Původ dodávané energie a emisní faktory</i>	43
5.3.2	<i>Environmentální vyhodnocení posuzovaných variant</i>	45
5.4	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY EÚP	46
6	VÝSTUPY AUDITU A SHRNUÍ	47
6.1	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	47
6.2	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ / VARIANTY EÚP	47
6.3	PŘÍNOSY A EFEKTY	49
6.4	PODMÍNKY A PŘEDPOKLADY	50
6.5	KONEČNÉ STANOVISKO AUDITORA	50
7	EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	51
	SEZNAM TABULEK	54
	PŘÍLOHY	56
	PŘÍLOHA Č. 1 - ENERGETICKÉ VSTUPY PRO ROKY 2005, 2006 A 2007	57
	PŘÍLOHA Č. 2: VÝPOČET EMISNÍCH FAKTORŮ VÝROBY/ÚSPORY ELEKTRINY ZE SYSTÉMOVÝCH ELEKTRÁREN SKUPINY ČEZ V ČR	58
	PŘÍLOHA Č. 3: ENERGETICKÉ ŠTÍTKY OBÁLEK BUDOV A PROTOKOLY K NIM	59

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 ZADAVATEL, PROVOZOVATEL, ZPRACOVATEL, PŘEDMĚT AUDITU

ZADAVATEL AUDITU	
Název	nejmenované školské zařízení
Právní forma	příspěvková organizace
Adresa	
Kontakt (Telefon/Fax/Email)	
IČO	
Zástupce	

PROVOZOVATEL PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název	nejmenované školské zařízení
Právní forma	příspěvková organizace
Adresa	
Telefon	
IČO	

ZPRACOVATEL ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název firmy / jméno energetického auditora	
Adresa	
Telefon	
Fax	
IČO	
číslo a datum oprávnění	

PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	
Zařízení	Vzdělávací zařízení tvořené dvěma objekty – budovou s učebnami a administrativním a technickými zázemím a tělocvičnou.
Adresa	
Vztah k zadavateli auditu	Zadavatel je provozovatelem zařízení, které je v majetku VÚSC

2 POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1.1 Název předmětu energetického auditu

**Projekt snížení spotřeby energie u vzdělávacího zařízení
zateplením obvodových konstrukcí staveb
(a realizací dalších opatření s využitím energetických
služeb se zaručenou úsporou energie – metody EPC)**

2.1.2 Popis předmětu a obsahu auditu

Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie u nejmenovaného vzdělávacího zařízení s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor.

Zařízení je tvořeno **dvěma stavbami** – objektem tělocvičny a hlavní budovou s učebnami a administrativním a technickým zázemím.

S ohledem na stáří a technický stav je pozornost věnována možnostem snížení (s)potřeby energie jak úpravou (zlepšením) tepelně-technických vlastností obvodových konstrukcí obou staveb, tak i současně modernizací vlastního zdroje tepla a systému ústředního vytápění. Vedle úspory tepla v konečném užití a při jeho výrobě a rozvodu se audit věnuje i oblasti užití elektřiny jak na chod osvětlení, tak i motorových pohonů používaných v zařízení.

2.1.3 Bližší charakteristika zařízení

Vzdělávací zařízení zajišťuje výuku v několika rukodělných oborech. Obory jsou víceleté a na ně navazuje nástavbové dvouleté denní studium s maturitní zkouškou.

Kapacita zařízení je **cca 600 žáků** a **cca 70 zaměstnanců školy**. V době zpracování EA navštěvuje školu 603 žáků a provoz zajišťují 96 zaměstnanců - pedagogický a provozně-technický personál.

Hlavní objekt školy je zděná budova, přistavěná tělocvična je montovaný objekt dřevostavby typu CHANOS. Objekt má 5 nadzemních podlaží s učebnami a provozními plochami pro potřeby školy, v 1.N.P. je vybaven kuchyní, kde se denně vaří jídlo pro učně a personál.

Budova je se dvěma věžemi na straně východní a západní, ke kterým byly postupně dostavěny přístavby. Jedná se o přístavbu východní – vrátnice, šatny, tělocvičny a v prvním patře kanceláře.

Na západní straně je situována kotelna a v patrech učebny.

V přízemí budovy se nachází jídelna s kuchyní a příslušnými sklady a zařízením pro provoz učiliště a dílnou údržby. Ve východní části budovy jsou umístěny šatny, tělocvična se sociálním zázemím včetně sprch. V prvním patře jsou prostory kancelářů dílen a sociálního zázemí včetně sprch. V druhém patře jsou situovány učebny, kabinety a sociální zařízení. Třetí patro je shodné s druhým. Ve východní věži je umístěna výpočetní učebna s kabinetem. Na západní straně je učebna výtvarné výchovy s kabinetem a místnosti pro

telefonního operátora. Poslední prostor je suterén, ve kterém je umístěna VS, topné kanály a strojovna VZT.

Vlastní budova s učebnami byla dána do užívání v 30. letech minulého století. Od té doby prošla různými rekonstrukcemi (zejména v druhé polovině 80. let) a způsoby využití. Rekonstrukcí prošla v minulosti i kotelna (přemístění a přechod ze spalování plyných paliv).

Provozní režim školy je Po-Pá dle následujícího rozpisu:

- učebny: 7:30 – 16:00 h,
- jídelna a kuchyně: 8:00 – 14:00 h,
- tělocvična:
 - 7:30 – 16:00 (výuka),
 - 16:30 – 23:00 (pronájmy),
 - So-Ne – provoz jednou za měsíc.

Obr. 1 - Letecký snímek předmětu energetického auditu a nejbližšího okolí



2.2 VSTUPNÍ PODKLADOVÉ MATERIÁLY

Pro zpracování energetického auditu (dále jen také „EA“) byly k dispozici fragmenty projektové stavební dokumentace a řada dalších podkladů a technické dokumentace jako jsou:

- faktury o spotřebách využívaných síťových forem energie (elektřiny a plynu) a vody,
- revizní zprávy o kontrolách vybraných technických zařízení,
- protokoly o autorizovaném měření emisí z vlastních spalovacích zdrojů (plynových kotlů),
- technické zprávy o provedených stavebních úpravách realizovaných v minulosti a
- vlastní fotodokumentace a výsledky šetření.

2.3 ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY

Posuzované budovy jsou zásobovány elektřinou, zemním plynem (dále jen „ZP“) a vodou z veřejných distribučních sítí. Zemní plyn je využíván pro výrobu tepla pro potřeby přípravy teplé vody a vytápění, v menším rozsahu pak pro technologické účely. Elektřina je pak využívána jen ke konečné spotřebě pro chod osvětlení, kancelářské techniky, přípravu pokrmů a různých systémů s motorovými pohony (čerpadla, ventilátory apod.).

2.3.1 Elektrická energie

Zásobování elektrickou energií je zajištěno dodávkou ze sítě místního distributora na hladině NN v sazbě **C03d**, hlavní jistič od 3x100A do 3x125A.

Platby za odebranou elektrickou energii jsou realizovány **čtvrtletně**. Evidence měsíčních odběrů se neprovádí. Tarifové ceny se mění v letním a zimním období dle ceníků smluvního dodavatele elektřiny.

Elektrická energie je v posuzovaných objektech spotřebovávána pro kuchyňské, kancelářské a technologické účely a pro umělé osvětlení.

Tab. 1 - Základní údaje o dodavateli el. energie, odběrném místě a podmínkách dodávky

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje
1	Dodavatel elektřiny	xxxxxxxxxxxx
2	Adresa dodavatele	xxxxxxxxxxxx
3	IČO	xxxxxxxxxxxx
4	Odběratel	nejmenované vzdělávací zařízení
5	Adresa odběrného místo	xxxxxxxxxxxx
6	IČ	xxxxxxxxxxxx
7	Smluvní tarif	C03d
8	Průměrná cena pro období r. 2005-2007	3,64 Kč/kWh vč. DPH

2.3.2 Zemní plyn

Objekt je napojen na **STL přívod DN 25** zemního plynu z místní distribuční sítě 300 kPa. Dodavatelem plynu je obchodní sesterská společnost místního provozovatele distribuční soustavy, plyn je dodáván dle pravidelně aktualizovaného ceníku. Vedle platby za vlastní komoditu zaznamenanou plynoměrem jsou dále předmětem úhrad také poplatky za rezervovanou denní kapacitu odběru (pro rok 2007 dle odběrového maxima v roce 2006 tj. **cca 700 m³/den**) a poplatek za přenos, který je předmětem regulace ze strany regulátora.

Tab. 2 - Základní údaje o dodavateli zemního plynu, odběrném místě a podmínkách dodávky

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje
1	Dodavatel ZP	xxxxxxxxxxxxx
2	Adresa dodavatele	xxxxxxxxxxxxx
3	IČO	xxxxxxxxxxxxx
4	Odběratel	nejmenované vzdělávací zařízení
5	Adresa odběrného místa	xxxxxxxxxxxxx
6	Rezervevaná kapacita odběru (2007)	~ 700 m ³ /den
7	Průměrná cena pro období r. 2005-2007	9,16 Kč/m ³ vč. DPH

2.3.3 Bilance energetických vstupů

Průměrnou výši energetických vstupů – zemního plynu a el. energii – za poslední tři roky (2005-2007) uvádí následující tabulka. Bilance za jednotlivé roky jsou pak uvedeny v **příloze** auditu.

Tab. 3 - Soupis základních údajů o energetických vstupech - průměr za poslední tři roky před realizací projektu

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Roční náklady [Kč]
1	Nákup el.energie	MWh	108,1	3,6	389,1	393 107,7
2	Nákup tepla	GJ		1,0		
3	Zemní plyn	tis.m ³	85,2	34,05	2 899,8	780 006,4
4	Hnědé uhlí	t		16,4		
5	Černé uhlí	t		23,1		
6	Koks	t		28,9		
7	Jiná pevná paliva	t		14,0		
8	TTO	t				
9	LTO	t		35,7		
10	Nafta	t				
11	Jiné plyny	t				
12	Druhotná energie	GJ				
13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³				
14	Jiná paliva	GJ				
15	Celkem vstupy paliv a energie				3 288,9	1 173 114,1
16	Změna stavu zásob (inventarizace)					
17	Celkem spotřeba paliv a energie				3 288,9	1 173 114,1

2.3.4 Bilance energetických výstupů, roční energetická účinnost výroby energie

Jediným zdrojem energie je centrální plynová kotelna, která zajišťuje krytí vlastních potřeb tepla na vytápění a přípravu teplé vody. Vyráběné teplo je teplovodní soustavou následně distribuováno do míst spotřeby.

V tabulce níže jsou s využitím vzoru dle vyhlášky 213/2001 Sb., v platném znění, uvedeny základní údaje o tomto energetickém zdroji. Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla vychází z bilance spotřeby zemního plynu za předchozí tři období (po odpočtu části plynu spotřebovaného plynovými spotřebiči v kuchyni na jiné účely).

Množství vyrobeného tepla k dodávce ke konečné spotřebě vychází ze zjištěné průměrné účinnosti zdroje, která byla stanovena nepřímou metodou na základě výsledků autorizovaného měření emisí, revizí a technického stavu zdroje. Na relativně nízké účinnosti výroby tepla dosahující v ročním průměru jen **76 %** se hlavní měrou podílí poměrně vysoká komínová ztráta (**přes 60 %**), ztráty sáláním (cca **30 %**) a také ztráty z důvodu přerušovaného provozu hořáků (**asi 10 %**). Nízké využití instalovaného výkonu naznačuje poměrně velkou výkonovou rezervu stávajícího zdroje (více ke zdroji tepla v samostatné sekci níže).

Tab. 4 – Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	0,928
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0,0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0,0
5	Výroba elektřiny (na svorkách)	MWh	0,0
6	Prodej elektřiny z OZE (z ř. 5)	MWh	0,0
7	Technologická vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	21,9
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0,0
9	Výroba dodávkového tepla (dodávka tepla na prahu výroby)	GJ	2 176,1
10	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	0,0
11	Spotřeba tepla v palivu na vyr. tepla	GJ	2 863,3
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř. 8 + ř. 11)	GJ	2 863,3

Tab. 5 – Základní technické ukazatelé vlastních energetických zdrojů - průměr za poslední tři roky před realizací projektu

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Roční energetická účinnost zdrojů	%	76,0%
2	Roční energ. účinnost výroby elektrické energie	%	-
3	Roční energetická účinnost výroby tepla	%	76,0%
4	Specifická spotř. tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ/MWh	-
5	Specifická spotř. tepla v palivu na vyr. dodávk.tepla	GJ/GJ	1,316
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu	hod/rok	-
7	Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	hod/rok	-
8	Roční využití pohotového elektrického výkonu	hod/rok	-
9	Roční využití instalovaného tepelného výkonu	hod/rok	651

2.4 ROZVOD ZP A PLYNOVÉ SPOTŘEBIČE

Objekt je napojen na STL přívod DN 25 ZP z místní distribuční sítě 300 kPa, ukončením uzávěrem v šachtě, odkud je přívod protažen do zděného sloupku na hranici pozemku provozovatele.

Zde je přívod rozbočen na dvě paralelní větve regulační soustavy, osazené V DN25, za nimž vstupuje plyn do 2 ks regulátorů AL.Z 6U-BD, upravujících vstupní tlak na provozní hodnotu 2,1 kPa. Vstupy z obou regulátorů je osazeny najížděcími uzávěry K800 DN40, za kterými jsou obě větve sloučeny do výstupní sběrné komory. Plynovod je odsud protažen zemí k provoznímu objektu učiliště, kam prostupuje do plynoměrné stanice v 1. NP. Zde je osazen HUP Š DN80 a plynoměr G6 v.č. 5002632 II-1986. Výstup DN 50 z měřidla je protažen z plynoměrné stanice přes prostor kotelny do chodby, kde je umístěn hlavní uzávěr kotelny Š DN 150, z něhož je plynovod zaveden zpět do kotelny před čela kotlových agregátů.

V kotelně jsou osazeny **4 litinové teplovodní článkové kotle** osazené po rekonstrukci plynovými hořáky. Kotli současně slouží jako centrální zdroje tepla (více viz níže). Odvod spalin je zaveden přes výstupy s kouřovými hradítky pomocí sopouchů do čtyř separátních komínových průduchů. Ventilace kotelny je přetlaková.

Na ležatém svrchním rozvodem chodbou v 1. NP objektu je provedena odbočka DN 25, určené pro přívod ZP do učebních dílen.

Přívodní trasa DN 50 je za uvedenou odbočkou doplněna uzávěrem K800 DN50, za kterým následuje prostup do kuchyně, kde je pomocí ležatého rozvodu v podlaze přívod plynu zaveden k výstupům s uzávěry pro jednotlivé **kuchyňské spotřebiče**:

- 1 ks plynový kotel CLASSICO 900,
- 1 ks pečící pánev ALBA Hořovice typ G-TBP 80/900,
- 1 ks el. plynový čtyřhořákový sporák ALBA Hořovice typ SPE 40 AR,
- 1 ks plyn. stolička ALBA Hořovice typ VP-13.

2.5 VÝROBA A ROZVOD TEPLA A TEPELNÉ SPOTŘEBIČE

Teplu pro vytápění a přípravu TUV je připravováno ve vlastní plynové kotelně o **celkovém tepelném výkonu 928 kW**.

V kotelně jsou osazeny 4 litinové teplovodní článkové kotle E II ŽDB (původně na tuhá paliva), **každý o výkonu 232 kW** při max. provozním tlaku 250 kPa. Tyto kotle byly v roce 1988 doplněny plynovými hořáky DZ 350, výrobce VČP Rosice u Brna o jm. výkonu 120-600 kW. Provoz kotelny je během topného období obvykle od 5:00 do 14:00 h. V případě potřeby je mimo tuto dobu provozován jen okruh tělocvičny – současný vytápěcí systém v tělocvičně je schopen zajistit maximální vnitřní teplotu v tělocvičně 12°C při výpočtové venkovní teplotě -12°C.

V následující tabulce jsou uvedeny parametry plynových kotlů a hořáků.

Tab. 6 - Základní informace o zdrojích tepla – kotlích na ZP instalovaných v předmětu EA

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje			
		A	B	C	D
1	Kotel	A	B	C	D
2	výr. č.	-	234098	234090	234097
3	r.v.	1986	1986	1986	1986
4	Výkon, kW	232	232	232	232
5	Hořák	DZ 350	DZ 350	DZ 350	DZ 350
6	výr. č.	VC 707	VC 706	VC 700	VC 701
7	r.v.	1986	1986	1986	1986
8	Výkon, kW	120-600	120-600	120-600	120-600

Odvod spalin je zaveden přes výstupy s kouřovými hradítky pomocí sopouchů do čtyř separátních komínových průduchů. Ventilace kotelny je přetlaková.

V kotelně, která je situována v západní části přístavby, jsou ještě umístěna související zařízení tj. uzavřená expanzní nádrž a chemickou úpravu doplňované vody. MaR v kotelně jsou provedeny starými regulačními prvky (termostaty ZPA, diferenční regulátory TRS). Kotlový okruh TV je veden do třicístného směšovacího ventilu pro ekvitemní regulaci teploty TV.

Před třicístným ventilem je provedena odbočka TV do rozdělovače TV (90°C) TUV, ze kterého jsou napájeny topné vložky **4 ks boilerů** pro přednostní centrální přípravu TUV.

Ekvitemní regulace TV pomocí trojcestního směšovacího ventilu zajišťuje morálně a fyzicky zastaralý regulátor KOMEX THERM. Z trojčetného ventilu je TV z kotlového okruhu vedena do rozdělovače TV pro soustavu UT a VZT kde je otopná soustava rozdělena zónově po objektu.

Rozdělovač-sběrač TV OS je umístěn v prostoru strojovny odkud vede páteřní rozvodné potrubí TV (o DN 2", φ d 5/4" a 6/4") v průlezných kanálech k celkem 28 stoupačkám (o DN 1", 3/4", 1/2" a 3/8").

Na rozdělovači-sběrači TV jsou větve OS pro:

- jižní stranu objektu školy:
 - část levá,
 - část pravá,
- severní stranu objektu školy:
 - část levá,
 - část pravá,
- tělocvičnu,
- 3 x větve pro VZT.

Otopná soustava je teplovodní, dvoutrubková s nuceným oběhem a s teplotním spadem 90°C/70°C při výpočtové venkovní teplotě -12°C.

V roce 2006 proběhla rekonstrukce a hydraulické vyvážení (jen pomocí TRV) OS a byly osazeny TRV s TSH. V důsledku toho došlo k částečnému vyvážení otopné soustavy a bylo ve větší části odstraněno nedotápění místností, které jsou situovány nejdál od kotelny. Problém nedotápění, ale přetrvává u stoupačky nástavby posledního patra budovy školy.

Otopná tělesa jsou litinová článková typu KALOR, o celkovém počtu 236 ks a o celkovém instalovaném výkonu cca 395 kW.

Teplá voda užitková pro objekty školy se připravuje centrálně pomocí 4 ks zásobníkových ohřivačů **každý o objemu 2 500 l**, které jsou umístěny v prostoru staré kotelny (**celkový objem 10 000 litrů**). Ohřev je prováděn topnou vodou z kotlového okruhu pomocí ohřivacích vložek. Rozvody TUV jsou provedeny po celé budově, do šaten a kuchyně. Rozvod je smíšený tj. zčásti v ocelovém potrubí a zčásti v plastovém. Izolace na plastovém potrubí jsou provedeny polyuretanovými izolačními návleky (chybí však na armaturách), kovové potrubí je omotáno plstěným obalem. Pro kontrolu spotřeby tepla a spotřeby TUV v objektu není instalován ani vodoměr do vstupního potrubí TUV. Spotřeba TUV je cca **8,7 – 9,5 m³/den** s odběrem pro účely kuchyně (jen výdej jídel), pro mytí rukou cca 16 umývadel, 3 sprchy ve škole a 6 sprch v tělocvičně s ručním jednopákovým směřováním před výtokem.

Větrání kuchyně je provedeno větrací jednotkou s ohřevem vzduchu topným registrem napájeným TV z plynové kotelny o tepelném výkonu **cca 36,5 kW**. Odsávání je provedeno výfukem do venkovního prostoru bez rekuperace.

Dle revizní zprávy kotelny s ohledem na stáří instalované technologie, omezenou dostupnost náhradních dílů a malou dosahovanou provozní účinnost, která se pohybuje hluboko pod běžně dosahovanými a doporučenými hodnotami, je nutno přistoupit co nejdříve k celkové rekonstrukci kotelny. Pokud se k této úpravě nepřistoupí v co nejkratším termínu, bude provoz kotelny naprosto nerentabilní a s ohledem na zbývající životnost technologie značně nespolehlivý.

2.6 ROZVOD ELEKTRICKÉ ENERGIE A ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE

Objekt je napájen z DS PRE. Síť TV-S230/400V, 50 Hz, ochrana před nebezpečným dotykovým napětím samočinným odpojením.

Přívod do objektu je veden ze skříně PRE/HDS na fasádě budovy, vodič AYKY 4x70 mm² ukončen v HR v přízemí(chodba vpravo). Zde jsou napojeny podružné OCEP/Z rozvaděče na chodbách v jednotlivých podlažích, rozvaděč pro kuchyň, kotelnu, VS a tělocvičnu. Z podružných rozvaděčů v jednotlivých podlažích jsou připojeny světelné a zásuvkové okruhy, v 1. patře pro jednotlivé dílny jsou ještě přívody pro desky „premix“ 30x22,5 cm. Zde jsou připojeny zásuvky 400 V a 230 V, svítidla, vše v samostatných konstrukcích pod stropy. Rozvody v objektu jsou provedeny vodiči CYKY a CYKYLO pod omítkou, v korytkách pod stropy, v kotelně a VS částečně na příchýtkách na povrchu.

Elektrická energie je v posuzovaných objektech spotřebovávána pro přípravu TUV, pro kuchyňské, kancelářské a technologické účely a pro umělé osvětlení, jehož podíl na celkové spotřebě je odhadován jako **nejvýznamnější**.

Přehled spotřebičů el. energie a jejich jmenovitý el. příkon:

- 39 motorů, svářeček, točivých strojů, celkem: 25,6 kW,
- 808 žár., zářivkových a výbojkových svítidel, celkem: 58,6 kW,
- 8 kuchyňských spotřebičů celkem: 42,7 kW,
- 21 ostatních spotřebičů celkem: 40,2 kW.

Celkově instalováno: 167,1 kW.

2.6.1 Hlavní spotřebič - umělé osvětlení

Pro zajištění dostatečné osvětlenosti interiéru školy je v různých prostorách nainstalováno celkem **více než 800 ks** různých svítidel.

Osazeny jsou zářivkovými, žárovkovými i výbojkovými typy světelných zdrojů, a to s následujícími jmenovitými příkony:

- Zářivková svítidla: 1x36 W, 2x36W, 4x36W, 1x40W,
- Žárovková: 60 W, 75 W, 100 W, 200 W,
- Výbojková: 250 W.

Svítidla zářivková jsou v posuzovaném areálu naprostou většinou – dle revizních zpráv přes **80 %** z celkového instalovaného příkonu – a zajišťují potřebné osvětlení učeben, šaten, kanceláří a komunikačních prostor.

Okruhy osvětlení jednotlivých pater jsou napájeny z podružných rozvaděčů a v jednotlivých sekcích ovládány manuálně vypínači umístěnými v blízkosti dveří, schodišť či komunikačních spojů.

V učebnách jsou stropní zářivková svítidla jsou rozdělena do sekcí (linií) souběžně s okny a tak lze během dne vyváženě ovlivňovat intenzitu osvětlení v hloubce místností.

Svítidla žárovková představují **téměř 12 %** z celkového instalovaného příkonu a jsou použity jen v podružných místnostech (WC, technické zázemí, kotlina, dílny, sklady).

Svítidla s výbojkovými zdroji se nacházejí pouze v tělocvičně a představují **cca 8 %** z celkového instalovaného příkonu.

2.7 STAVEBNĚ – FYZIKÁLNÍ PARAMETRY OBJEKTŮ

2.7.1 Popis stavebních konstrukcí a stavu tepelné ochrany budovy

Objekt Hlavní budovy školy je zděný z plných cihel o tloušťce 60 cm a 45 cm. Novější přístavby jsou provedeny ze zdiva CDm v síle 35 cm. Původní okna jsou dřevěná zdvojená v různých rozměrech, na mnoha místech s netěsnostmi. V 1.N.P. až 3.N.P. učeben byla okna vyměněna za nová plastová okna s izolačním dvojsklem,

U původních oken jsou patrné **známky opotřebení a netěsností**. Nově osazená plastová okna jsou s izolačním dvojsklem, $U = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (zasklení $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) a jsou ve **výborném stavu**. Obvodové konstrukce zdiva jsou v dobrém stavu bez opadané omítky, v souvislém fasádním nátěru bez známek poškození. Podlahy nad základovými konstrukcemi a stěny v suterénu ve styku s přílehlou zeminou nejsou opatřeny tepelnou izolací k přílehlé zemině. Tepelný odpor obvodových konstrukcí pláště neodpovídá požadavkům ČSN 730540-2/2007. Největší podíl okenních ploch je na severní a jižní stranu (okna učeben). Proti oslunění nejsou okenní výplně opatřeny žádným způsobem, v horkých letních dnech vystupuje dle zaměstnanců teplota v jižních učebnách nad 26°C .

Tělocvična je přízemní nepodsklepený montovaný dřevolignátový objekt typu CHANOS se skladbou:

a) pláště (exteriér – interiér):

- cementovláknitá deska - 10 mm,
- dřevěný rošt – 40 mm,
- deska z asbestových vláken – 5 mm,
- výplň - kamenná vlna 80 – 100 mm,
- dřevěný rošt – 80 mm,
- dřevěné palubky – 20 mm, nebo dřevovláknité lakované desky.

Součinitel prostupu tepla konstrukcí obvodové konstrukce stěn byl stanoven odborným odhadem dle platných ČSN v době výstavby v rozmezí $U = 0,89$ až $1,39 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

b) střechy (exteriér – interiér):

- 2x asfaltový pás,
- dřevěné bednění 32 mm,
- izolační výplň - kamenná vlna 80 mm – 100 mm,
- dřevěný rošt 150 mm,
- dřevovláknité lakované desky.

Součinitel prostupu tepla konstrukcí střechy byl stanoven odborným odhadem dle platných

ČSN v době výstavby v rozmezí $U = 0,51$ až $0,93 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$).

Tělocvična má však viditelné poškození obvodových panelů, prostým okem viditelné netěsnosti a rozbité části skleněných výplní či Copilitových tvárnic.

Základní parametry posuzovaných budov v areálu vzdělávacího zařízení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 7 - Základní parametry posuzovaných budov v areálu vzdělávacího centra

Řádek (zdroj dat)	Objekt	Popis parametru / Údaje					
		Zastavěná plocha objektem, m ²	Vytápěný objem, m ³	Vytápěná plocha, m ²	Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy dle ČSN 73 05 40- 2 z 04. 2007, m ³	Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem, m ²	Objemový faktor tvaru budovy A/V dle ČSN 73 05 40-2 z 04.2007, m ² / m ³
1	Hl. budova	1 742,78	20 436	6 275	23 490	6 794	0,29
2	Tělocvična	585,95	5 359	585,95	5 560	1 969	0,35

Z hlediska posouzení tepelně izolačních vlastností konstrukce obvodového pláště a zastropení jednotlivých objektů je nutné konstatovat, že původní stavební konstrukce **neodpovídají požadavkům stávající ČSN 730540-2/2007. Výjimkou jsou nově osazené otvorové výplně.**

Stávající součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí, výsledky výpočtů, výpočtové listy s uvedením vstupních dat, tj. klimatické podmínky, tepelné charakteristiky, rozdělení ztrát podle jednotlivých stavebních konstrukcí jsou uvedeny v samostatné příloze.

2.7.2 Součinitele prostupu tepla U_j , U_N , klasifikační ukazatele prostupu tepla

V následující tabulkách jsou uvedeny základní parametry, stávající a požadované hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí posuzovaných budov dle ČSN 73 0540-2/2007.

Pro každou posuzovanou budovu je uveden i klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou Cl , (-) a klasifikační třída budovy dle ČSN 73 0540-2/2007.

2.7.2.1 Hlavní budova

Tab. 8 - Charakteristiky hlavní budovy

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Hodnota
1	Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy, (m ³)	23 490
2	Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy, (m ²)	6 794
3	Objemový faktor tvaru budovy A/V, (m ² / m ³)	0,29
4	Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{in} , (°C)	20
5	Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e , (°C)	-12

Tab. 9 - Parametry ochlazovaných konstrukcí hlavní budovy

Řádek (zdroj dat)	Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U _i [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla U _{N,rq} (U _{N,rc})		Činitel teplotní redukce b _i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]
1	Stěna pod terénem, cihla plná, 600 mm	415	1,13	0,30	0,20	1,00	469
2	Stěna nad terénem, cihla plná, 600 mm	623	1,15	0,30	0,20	1,00	717
3	Stěna nad terénem, cihla plná, 450 mm	1 558	1,43	0,30	0,20	1,00	2 228
4	Okna - původní	200	2,9	1,70	1,20	1,15	667
5	Okna - vyměněná před plán. Rek.	497	1,5	1,70	1,20	1,15	858
6	Vchodové dveře, původní, k výměně	6	4,5	1,70	1,20	1,15	28
7	Vchodové dveře, plastové	9	1,5	1,70	1,20	1,15	16
8	Střecha plochá	1 406	0,87	0,24	0,16	1,00	1 223
9	Strop pod sedlovou střechou	337	1,3	0,30	0,20	1,00	438
10	Podlaha na terénu	1 743	0,65	0,45	0,30	0,43	487
11	Tepelné vazby mezi konstrukcemi		0,1			1,00	679
12	Celkem	6 794					7 810

Výsledky provedených výpočtů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 10 - Vybrané výsledné ukazatele hodnocení ochlazovaných konstrukcí hlavní budovy

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Měrná ztráta prostupem tepla H _T	W/ K	7 810
2	Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = H_T / A	W/ (m²K)	1,15
3	Doporučený součinitel prostupu tepla U _{em,rc}	W/ (m ² K)	0,61
4	Požadovaný součinitel prostupu tepla U _{em,rq}	W/ (m ² K)	0,82
5	Klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy CI	-	1,55
6	Klasifikace budovy	E - Nehospodárná	E

Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/2007 je budova zařazena do klasifikační třídy **E - Nehospodárná**.

Z porovnání parametrů stávajících konstrukcí a doporučených normových hodnot je zřejmé, že původní stavební konstrukce nespĺňují stávající požadavky ČSN 730540-2/4.2007, týkající se součinitele prostupu tepla a následně i celkového tepelného odporu.

To znamená, že tepelné odpory konstrukcí obvodového pláště objektu jsou nedostačující.

Energetický štítek obálky budovy a protokol k němu je uveden v příloze EA.

2.7.2.2 Budova tělocvičny

Tab. 11 - Charakteristiky budovy tělocvičny

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Hodnota
1	Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezah	5 560
2	Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných kons	1 969
3	Objemový faktor tvaru budovy A/V, (m ² / m ³)	0,35
4	Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{in} , (°C)	18
5	Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e , (°C)	-12

Tab. 12 - Parametry ochlazovaných konstrukcí budovy tělocvičny

Řádek (zdroj dat)	Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$)		Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]
1	Stěna vnější, lehká	623	0,89	0,24	0,20	1,0	555
2	Otv Výplně - původní	174	4,5	1,70	1,20	1,15	900
3	Střecha plochá	586	0,95	0,24	0,16	1,0	557
4	Podlaha na terénu	586	0,65	0,30	0,20	0,4	164
5	Tepelné vazby mezi konstrukcemi		0,2			1,0	394
6	Celkem	1 969					2 569

Výsledky provedených výpočtů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 13 – Vybrané výsledné ukazatele hodnocení ochlazovaných konstrukcí budovy tělocvičny

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/ K	2 569
2	Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/ (m ² K)	1,30
3	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/ (m ² K)	0,54
4	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/ (m ² K)	0,72
5	Klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy CI	-	1,97
6	Klasifikace budovy	E - Nehospodárná	E

Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/2007 je budova zařazena do klasifikační třídy **E - Nehospodárná**.

Z porovnání parametrů stávajících konstrukcí a doporučených normových hodnot je zřejmé, že původní stavební konstrukce nesplňují stávající požadavky ČSN 730540-2/4.2007, týkající se součinitele prostupu tepla a následně i celkového tepelného odporu.

To znamená, že tepelné odpory konstrukcí obvodového pláště objektu jsou nedostačující.

Energetický štítek obálky budovy a protokol k němu je uveden v příloze EA.

2.7.3 Tepelné ztráty jednotlivých objektů

Výpočet tepelných ztrát každého posuzovaného objektu byl proveden obálkovou metodou s přihlédnutím k účelu posuzované budovy a na základě stanovené střední vnitřní výpočtové teploty jako vážený průměr pro celý vytápěný prostor.

Tepelné ztráty byly určeny v souladu s ČSN EN 12831 (06 0206) z roku 2005 a v souladu s vyhláškou č. 148/2007 Sb. pro venkovní návrhovou teplotu v zimním období $\theta_e = -12^\circ\text{C}$ a pro převažující návrhovou vnitřní teplotu pro obytné budovy $\theta_m = 20^\circ\text{C}$ a pro technicko-provozní prostory a tělocvičnu pro $\theta_m = 18^\circ\text{C}$.

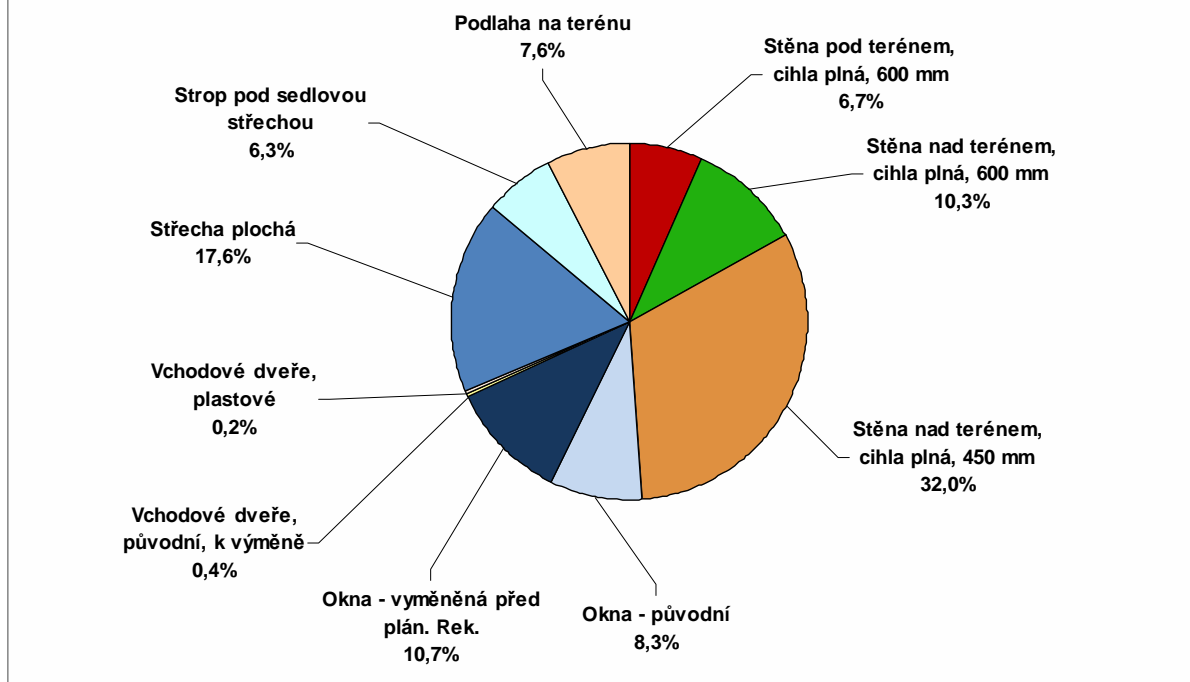
Výsledky výpočtů pro stávající výchozí stav jednotlivých posuzovaných budov jsou uvedeny v následujících tabulkách a v grafech.

2.7.3.1 Hlavní budova

Tab. 14 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí Hlavní budovy – pro stávající výchozí stav, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$

Řádek (zdroj dat)	Popis konstrukce	Údaje, kW / %	
1	Stěna pod terénem, cihla plná, 600 mm	15,0	6,7%
2	Stěna nad terénem, cihla plná, 600 mm	22,9	10,3%
3	Stěna nad terénem, cihla plná, 450 mm	71,3	32,0%
4	Okna - původní	18,6	8,3%
5	Okna - vyměněná před plán. Rek.	23,9	10,7%
6	Vchodové dveře, původní, k výměně	0,8	0,4%
7	Vchodové dveře, plastové	0,4	0,2%
8	Střecha plochá	39,1	17,6%
9	Strop pod sedlovou střechou	14,0	6,3%
10	Podlaha na terénu	17,0	7,6%
11	Celkem	223,1	100,0%

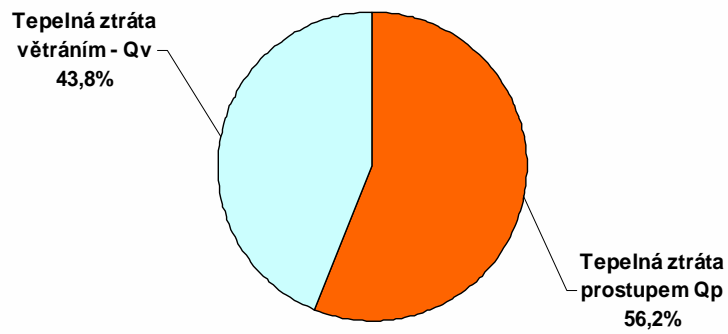
Základní tepelná ztráta prostupem tepla, Q_0



Tab. 15 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním Hlavní budovy – pro stávající výchozí stav, $Q_C = Q_{P+} + Q_V$

Rádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje, kW / %	
1	Tepelná ztráta prostupem, Q_p	262,8	56,2%
2	Tepelná ztráta větráním, Q_v	204,9	43,8%
3	Celkem	467,6	100,0%

**Celková tepelná ztráta prostupem a větráním,
 $Q_c = Q_p + Q_v$**

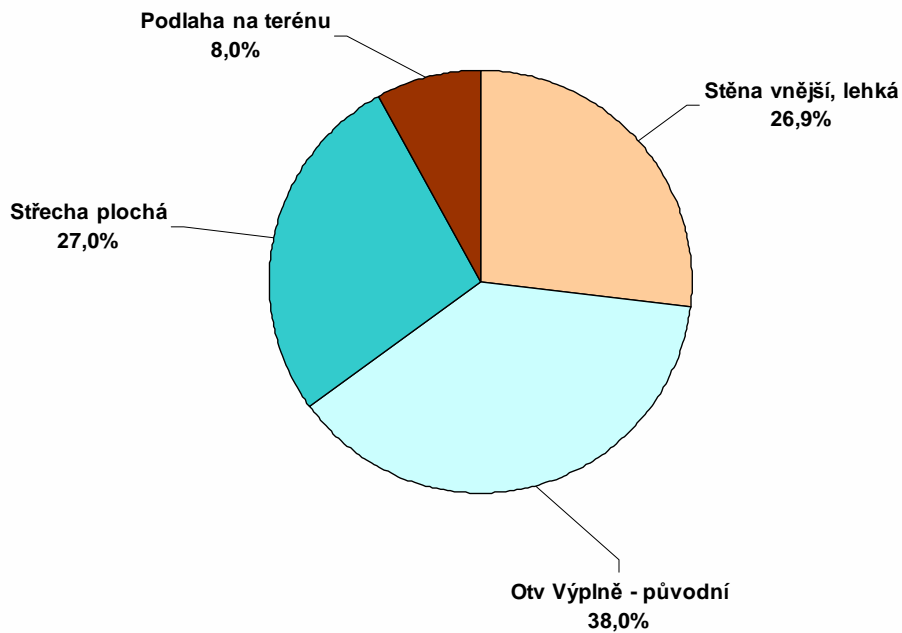


2.7.3.2 Tělocvična

Tab. 16 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí budovy Tělocvičny, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$

Rádek (zdroj dat)	Popis konstrukce	Údaje, kW / %	
1	Stěna vnější, lehká	16,6	26,9%
2	Otv. Výplně - původní	23,5	38,0%
3	Střecha plochá	16,7	27,0%
4	Podlaha na terénu	5,0	8,0%
5	Celkem	61,8	100%

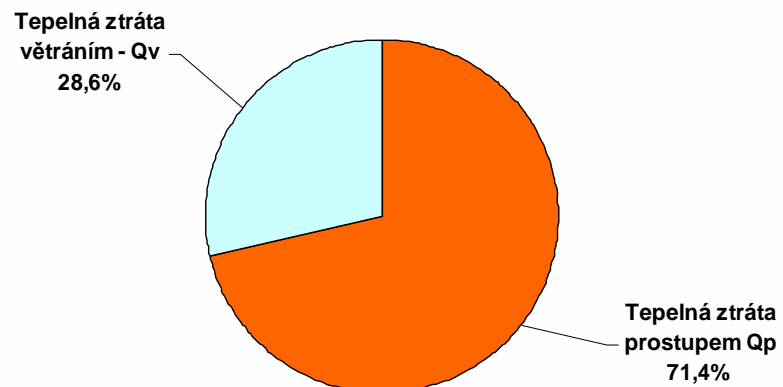
Základní tepelná ztráta prostupem tepla, Q_0



Tab. 17 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním budovy Tělocvičny, $Q_C = Q_{P+} Q_V$

Rádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje, kW / %	
1	Tepelná ztráta prostupem, Q_p	73,4	71,4%
2	Tepelná ztráta větráním, Q_v	29,5	28,6%
3	Celkem	102,9	100,0%

Celková tepelná ztráta prostupem a větráním, $Q_c = Q_p + Q_v$



2.8 KONTROLNÍ VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE BUDOV NA VYTÁPĚNÍ

Na základě výsledků výpočtu tepelných ztrát každého posuzovaného objektu (viz výše) a znalostí klimatických podmínek a dalších parametrů je možné stanovit **(s)potřebu tepla pro vytápění**, která se rozhodující měrou podílí na celkové spotřebě paliv a energie v předmětu auditu.

2.8.1 Roční potřeba tepla pro vytápění ve výchozím stavu

Roční potřeba tepla pro vytápění byla stanovena výpočtem podle následujícího vztahu:

$$E_{vyt} = \frac{24}{1000} Q_c \cdot 3,6 \cdot f_c \cdot \frac{d_s (\theta_{is} - \theta_{es})}{\theta_{is} - \theta_e},$$

kde :

E_{vyt}	- potřeba tepelné energie pro vytápění	[GJ/rok],
Q_c	- celková tepelná ztráta objektu	[kW],
f_c	- celkový opravný koeficient , $f_c = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$	[-],
d_s	- počet otopných dnů v roce	[dnů],
θ_{is}	- vnitřní teplota v objektu (vážený průměr)	[°C],
θ_{es}	- průměrná venkovní teplota v otopném období	[°C],
θ_e	- výpočtová venkovní teplota	[°C].

Roční potřeba tepla pro vytápění posuzovaných objektů **pro výchozí období** – průměr klimatických podmínek v letech 2005, 2006 a 2007 – bez započtení účinnosti výroby, distribuce a regulace odběru tepla byla stanovena na **1 886,1 GJ/rok**.

2.8.2 Roční spotřeba tepla (v palivu) pro vytápění ve výchozím stavu

Roční spotřeba tepla pro vytápění byla stanovena podle následujícího vztahu se započtením účinností výroby, rozvodu a regulace odběru tepla pro vytápění:

$$E_{vyt} = \frac{24}{1000} Q_c \cdot 3,6 \cdot f_c \cdot \frac{d_s (\theta_{is} - \theta_{es})}{\theta_{is} - \theta_e} / \eta,$$

kde :

E_{vyt}	- potřeba tepelné energie pro vytápění	[GJ/rok],
Q_c	- celková tepelná ztráta objektu	[kW],
f_c	- celkový opravný koeficient, $f_c = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$	[-],

d_s	- počet otopných dní v roce	[dnů],
θ_{is}	- vnitřní teplota v objektu (vážený průměr)	[°C],
θ_{es}	- průměrná venkovní teplota v otopném období	[°C],
θ_e	- výpočtová venkovní teplota	[°C],
η	- celková účinnost systému přeměny tepla, $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$	[%],
η_1	- účinnost výroby tepla...	[%],
η_2	- účinnost rozvodů.....	[%],
η_3	- účinnost regulace.....	[%].

Roční spotřeba tepla (v palivu) pro vytápění posuzovaných objektů **pro výchozí období** – průměr klimatických podmínek let 2005, 2006 a 2007 – se započtením účinnosti výroby, distribuce a regulace odběru tepla byla stanovena na **2 670,2 GJ/rok**.

Při jejím srovnání se skutečně fakturovanou spotřebou zemního plynu v uvedeném období (průměr cca 2 900 GJ/rok) lze tuto hodnotu po zohlednění předpokládané spotřeby tepla na přípravu TUV (cca 200 GJ) a technologické spotřeby plynu (nečelých 40 GJ) považovat za velmi blízkou pravděpodobné skutečnosti.

Pro potřeby dalších výpočtů v rámci hodnocení efektů navrhovaných opatření je však nutné ji normalizovat na dlouhodobé klimatické podmínky, tj. tzv. **referenční rok**.

Vzhledem ke skutečnosti, že dlouhodobý normál je klimaticky chladnější a tedy energeticky náročnější, než byla léta výchozího období (viz tabulka níže), je nutné spotřebu tepla v palivu určenou na vytápění navýšit. Při daných tepelných ztrátách a stejném způsobu užívání budov by za průměrných klimatických podmínek **roční spotřeba tepla (v palivu) pro vytápění** posuzovaných budov pak dosahovala hodnoty **3 059,1 GJ/rok**.

Tato hodnota vstupuje do referenční (upravené) roční bilance energetických zdrojů a spotřeb a je základem pro posuzování energeticky úsporných opatření a variant.

Tab. 18 – Klimatické podmínky a výchozího období roků 2005-2007

Řádek (zdroj dat)	Popis parametrů a údaje				
	Sledované parametry	Dlouhodobý normál (průměr posledních 50ti let)		Průměr let 2005-2007	
		škola	tělocvična	škola	tělocvična
1	Mezní venkovní teplota θ_{em} , [°C]	13°C	13°C	13°C	13°C
2	Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e , [°C]	-12	-12	-12	-12
3	Délka otopného období dnů / r	225	225	215	215
4	Průměrná tepl. venk. vzduchu θ_{es} , [°C]	4,3	4,3	5,66	5,66
5	Průměrná vnitřní výpočtová teplota θ_{is} , [°C]	20	17	20	17
6	Normované denostupně D_N^o, DD_N	3532,5	2648,4		
7	Denostupně běžného roku D_{BR}^o			3083,1	2438,1
8	D_N^o / D_{BR}^o		%	114,6%	108,6%

Poznámka: Klimatické údaje platné pro stanici Praha-Karlov (181 m n.m.)

3 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

3.1 ROČNÍ ENERGETICKÁ BILANCE STÁVAJÍCÍHO STAVU

Tabulka níže uvádí roční energetickou bilanci předmětu EA ve stávajícím stavu resp. jako průměr posledních třech let.

Jak z ní vyplývá, více než čtvrtina energetických vstupů se dnes ztrácí v transformačních procesech aniž by byla efektivně užitá. Hlavní příčinou je relativně nízká účinnost výroby tepla, která je dále redukována ztrátami při jeho distribuci ke konečnému užití.

Potenciál úspor je dále viděn v konečné spotřebě, a to speciálně u krytí tepelných ztrát obou objektů, jejichž stávající tepelně-technické parametry významně zaostávají za současnými požadavky.

Tab. 19 – Roční energetická bilance předmětu EA pro výchozí období (průměr let 2005-2007)

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	[GJ/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	3 288,9	1 173,1
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 288,9	1 173,1
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 3 - ř. 4)	3 288,9	1 173,1
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 5)	861,2	231,7
7	Spotř. en. na vytáp. a TUV (z ř. 5)	2 001,8	498,2
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	425,8	443,3

Pro návrh a hodnocení efektů úsporných opatření je energetická bilance respektive část spotřeby paliv a energie, jež je úzce spojena s potřebou krytí ztrát tepla v topné sezóně, přepočtena na referenční rok. Přepočtenou bilanci a detailní strukturu (s)potřeby jednotlivých forem energie u každé z hodnocených budov uvádí tabulky níže.

Tab. 20 – Upravená energetická bilance předmětu EA na referenční rok

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	[GJ/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	3 677,5	1 550,2
2	Změna zásob paliv	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	3 677,5	1 550,2
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 3 - ř. 4)	3 677,5	1 550,2
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 5)	976,7	332,5
7	Spotř. en. na vytáp. a TUV (z ř. 5)	2 275,0	774,5
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	425,8	443,3

Tab. 21 – Podrobná struktura spotřeby jednotlivých forem energie pro referenční rok u jednotlivých objektů

Řádek (zdroj dat)	Objekt	Popis parametrů a údaje				
		Celková referenční spotřeba tepla v palivu - ZP, včetně ztrát [GJ/rok]			Celková referenční spotřeba elektřiny [GJ/rok]	Celková referenční spotřeba paliv a el. energie [GJ/rok]
		ÚT	TUV	Technologie		
1	Hl. budova	2 473,1	168,8	36,5	379,6	3 058,0
2	Tělocvična	586,0	24,0	0,0	9,5	619,5
3	Celkem	3 059,1	192,8	36,5	389,1	3 677,5

3.2 ZHODNOCENÍ STAVU TEPELNÉ OCHRANY BUDOV

Původní stavební konstrukce obou posuzovaných budov **nesplňují** požadavky současných norem a vyhlášek. Díky tomu jsou obálky budov dle klasifikace ČSN 73 0540-2/2007, respektive budovy jako takové, hodnoceny jako **nehospodárné**. Stávající stav tak skýtá významný potenciál úspor tepla v případě řádného zateplení obou staveb a je proto předmětem návrhových opatření.

Tab. 25 – Hodnocení tepelně-technických vlastností budov dle ČSN 73 05 40-2 / 2007

Řádek (zdroj dat)	Popis parametrů a údaje		
	Objekt	Hodnocení obálek a energetické náročnosti posuzovaných budov po rekonstrukci dle ČSN 73 05 40-2 z 4.2007	
		Klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy Cl, (-)	Kvalifikační třída prostupu tepla obálkou hodnocené budovy
1	Hlavní budova	1,55	E - Nehospodárná
2	Tělocvična	1,97	E - Nehospodárná

3.3 ZHODNOCENÍ STAVU TECHNOLOGIE VÝROBY, DISTRIBUCE A REGULACE DODÁVKY TEPLA

Stávající kotelní fond je dle revizí a osobní kontroly na hranici **morální a technické provozuschopnosti**, uskutečněná měření emisí navíc **potvrzují velmi nízkou účinnost výroby tepla** v důsledku vysoké komínové ztráty, jejíž hlavní příčinou je velký přebytek kyslíku ve spalinách.

Soustava MaR v kotelně je provedena starými regulačními prvky, které lze z pohledu současné techniky považovat za **nevyhovující**.

S ohledem na stáří instalované technologie, omezenou dostupnost náhradních dílů a malou dosahovanou provozní účinnost, která se pohybuje hluboko pod běžně dosahovanými a doporučenými hodnotami, lze jednoznačně doporučit **přistoupit co nejdříve k celkové rekonstrukci technologie výroby, rozvodu a regulace dodávky tepla**. Provoz zdroje je za stávajících cen plynu velmi neekonomický a s ohledem na zbývající životnost technologie i značně nespolehlivý.

3.4 ZHODNOCENÍ MÍRY HOSPODÁRNOSTI KONEČNÉHO UŽITÍ ELEKTŘINY

Elektrická energie je v posuzovaných objektech spotřebovávána pro přípravu pokrmů, pro chod nejrůznějších systémů s motorovými pohony (ventilátory odsávání, VZT, oběhová čerpadla), chod kancelářské techniky a umělé osvětlení.

V případě instalovaných systémů s motorovými pohony lze vidět potenciál úspor el. energie zavedením proměnné otáčkové regulace – dle předběžného posouzení se toto opatření jeví jako ekonomické zejména u oběhových čerpadel systému ÚT, které mají poměrně vysoký počet provozních hodin (několik tisíc hod/rok).

Další možné úspory elektřiny lze hledat v osvětlení. Zde však efekty při významnějších zásazích (např. instalaci nového osvětlení) mohou být do značné míry eliminovány potřebou

splnit přísnější požadavky na osvětlení vnitřních prostor dle nové normy ČSN EN 12464-1 (oproti původní národní normě ČSN 36 0450, kterou nahrazuje, přináší nové kvalitativní normativy na osvětlení vnitřního prostředí v oblasti osvětlenosti, rovnoměrnosti, oslnění, zrakové pohody a zrakové únavy nad rámec předchozí národní normy).

4 NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

4.1 OPATŘENÍ V OBLASTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Návrh stavebních úprav, které povedou ke zlepšení tepelně-technických vlastností objektů a tím následně k možným energetickým úsporám u objektů vzdělávacího zařízení, zahrnuje:

- výměnu původních výplní otvorů,
- zateplení fasád,
- zateplení střešních konstrukcí.

4.1.1 Popis opatření

Navrhovaná opatření v oblasti stavebních úprav by byla prováděna tak, aby byly dosaženy u jednotlivých stavebních konstrukcí doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla.

Dodatečná tepelná izolace fasád je navržena z mechanicky kotvených desek z minerálních vláken tl. 140 mm – 160 mm, tak aby byla dosažena doporučená hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Součástí zateplení bude provedení tepelných izolací všech detailů k eliminaci tepelných mostů, jako je např. ostění a nadpraží oken v tloušťce 40 mm, zateplení pod parapetními plechy v tloušťce 30 mm.

Na obvodové římsy bude použita tepelná izolace tl. 80 a 100 mm.

Zateplení stávající stropních a střešních konstrukcí je navrženo tepelnou izolací z polystyrénu o tl. 140 mm a 160 mm, tak aby byly dosaženy doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla konstrukce:

- Střecha do 45° $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- Střecha přes 45° $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Část stropní konstrukce bude zateplena v mezistřešním prostoru tepelnou izolací z minerálních vláken o celkové tloušťce 200 mm. Při pokládání tepelné izolace budou vyplněny a utěsněny veškeré mezery a dutiny, které se budou vyskytovat v úrovni tepelné izolace.

Součinitel prostupu tepla konstrukce: $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V minulosti již byla provedena částečná výměna otvorových výplní za plastové se součinitelem prostupu tepla prosklení $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nové otvory budou splňovat doporučenou hodnotu celkového součinitele prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tepelné ztráty prostupem původními okny a dveřmi budou sníženy osazením nových výplní otvorů z plastových profilů typu s maximální hodnotou celkového součinitele prostupu tepla U

= 1,20 W/m²K (zasklení U = 1,10 W/m²K). Plastové výplně budou mít 5-ti komorové rámy s tzv. "teplým zasklívacím rámečkem" s hlubokým osazením. Okna budou mít celoobvodové kování umožňující ponechání ventilační štěrbinu jako další polohu křídla.

Zateplením ostění, nadpraží otvorů dojde ke snížení rozměrů otvorů, toto musí být zohledněno při výrobě nových výplní.

V následující tabulce jsou uvedeny rozměry stavebních prvků, které budou předmětem stavebních úprav, jednotkové ceny, dílčí a celkové investiční náklady pro posuzované objekty hlavní budovy a tělocvičny.

Tab. 22 – Přehled úprav u jednotlivých stavebních konstrukcí a jejich investiční náročnost

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru a údaje			
	Konstrukce	Plocha [m ²]	Cena bez DPH [Kč/m ²]	Inv. náročnost [Kč]
1	Výplně otvorů	291	6 222,69	1 810 803
2	Stěny (fasády)	3 270	1 679,46	5 491 845
3	Střechy (stropy)	2 329	1 226,75	2 857 093
4	Celkem			10 159 740

Poznámka: Uvedené investice jsou stanoveny s využitím předběžných cenových nabídek a neobsahují náklady na související úpravy ani DPH. Jejich skutečná výše bude upřesněna až při přípravě projektové dokumentace na stavební povolení.

4.1.2 Tepelně – technické charakteristiky a energetická náročnost posuzovaných budov po rekonstrukci

Pro každý objekt jsou uvedeny klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy Cl, (-) a klasifikační třída budovy dle ČSN 73 0540-2/2007.

V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky výpočtů stavu po rekonstrukci každého z objektů.

4.1.2.1 Hlavní budova

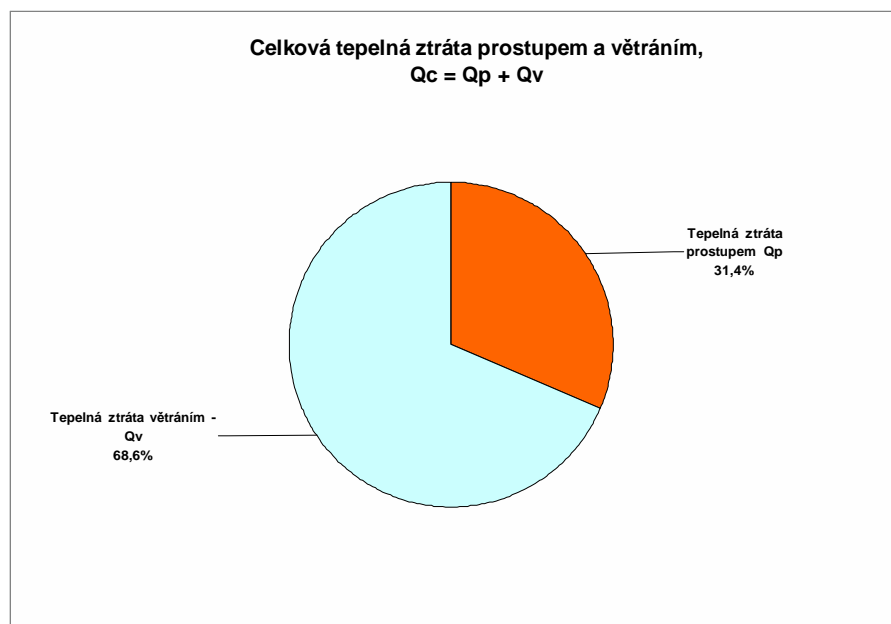
U hlavní budovy školy část otvorových výplní už byla vyměněna a je technicky náročné provádět rekonstrukci u podlah na terénu, nebo nad sklepních prostorách. Proto je problematické dosáhnout doporučené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budov.

Tab. 23 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí hlavní budovy po rekonstrukci,
 $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$

Rádek (zdroj dat)	Popis konstrukce	Údaje, kW / %	
1	Stěna pod terénem, cihla plná, 600 mm	15,0	17,2%
2	Stěna nad terénem, cihla plná, 600 mm	4,0	4,6%
3	Stěna nad terénem, cihla plná, 450 mm	10,0	11,4%
4	Okna - původní	7,7	8,8%
5	Okna - vyměněná před plán. Rek.	23,9	27,3%
6	Vchodové dveře, původní, k výměně	0,2	0,2%
7	Vchodové dveře, plastové	0,4	0,5%
8	Střecha plochá	7,2	8,2%
9	Strop pod sedlovou střechou	2,2	2,5%
10	Podlaha na terénu	17,0	19,4%
11	Celkem	87,5	100,0%

Tab. 24 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním hlavní budovy po rekonstrukci, $Q_c = Q_p + Q_v$

Rádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje, kW / %	
1	Tepelná ztráta prostupem, Q_p	93,6	31,4%
2	Tepelná ztráta větráním, Q_v	204,9	68,6%
3	Celkem	298,5	100,0%



Výsledkem výpočtů je i hodnota klasifikačního ukazatele prostupu tepla obálkou posuzované budovy **Cl, (-) = 0,59**.

Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/2007 je budova po rekonstrukci zařazena do klasifikační třídy **B - Úsporná**. Zlepšení klasifikačního ukazatele prostupu tepla obálkou je podrobněji doložen v energetickém štítku budovy a doprovodném protokolu k němu **v příloze EA**.

4.1.2.2 Budova tělocvičny

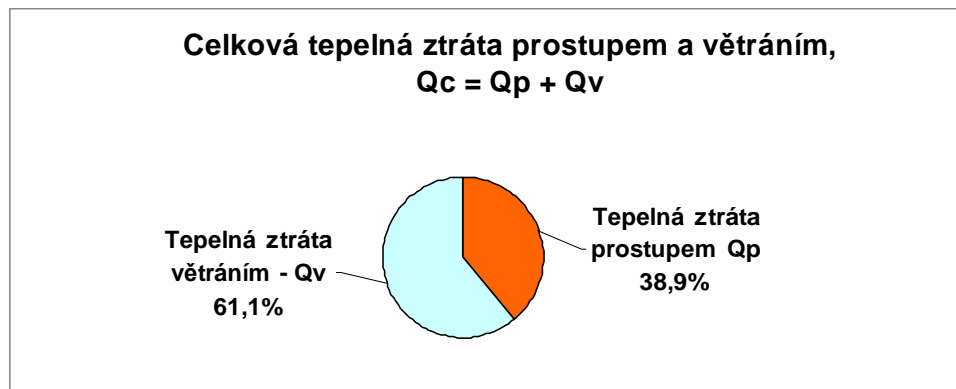
Výsledky provedených výpočtů – stav po rekonstrukci jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 25 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí budovy tělocvičny po rekonstrukci, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$

Řádek (zdroj dat)	Popis konstrukce	Údaje, kW / %	
1	Stěna vnější, lehká	3,7	21,0%
2	Otv. Výplně - původní	6,3	35,3%
3	Střecha plochá	2,8	15,8%
4	Podlaha na terénu	5,0	27,9%
5	Celkem	17,8	100%

Tab. 26 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním budovy tělocvičny po rekonstrukci, $Q_c = Q_p + Q_v$

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje, kW / %	
1	Tepelná ztráta prostupem, Q_p	18,7	38,9%
2	Tepelná ztráta větráním, Q_v	29,5	61,1%
3	Celkem	48,2	100,0%



Výsledkem výpočtů je i hodnota klasifikačního ukazatele prostupu tepla obálkou posuzované budovy **Cl, (-) = 0,57**.

Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/2007 je budova po rekonstrukci zařazena do klasifikační třídy **B - Úsporná**. Zlepšení klasifikačního ukazatele prostupu tepla obálkou je podrobněji doložen v energetickém štítku budovy a doprovodném protokolu k němu **v příloze EA**.

Objekty jsou posuzovány jako typické školské zařízení a jako sportovní zařízení.

Tab. 27 – Hodnocení obou budov dle ČSN 73 05 40-2/2007 po rekonstrukci

Řádek (zdroj dat)	Popis parametrů a údaje		
	Objekt	Hodnocení obálek a energetické náročnosti posuzovaných budov po rekonstrukci dle ČSN 73 05 40-2 / 2007	
		Klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou budovy Cl, (-)	Kvalifikační třída prostupu tepla obálkou hodnocené budovy
1	Hlavní budova	0,59	B - Úsporná
2	Tělocvična	0,57	B - Úsporná

Z uvedeného hodnocení je zřejmé, že stavební konstrukce posuzovaných budov po rekonstrukci již vyhovují požadavkům ČSN.

4.2 OBLAST VÝROBY, DISTRIBUCE A SPOTŘEBY TEPLA

4.2.1 Zdroje tepla a soustavy ÚT a TUV

Stávající stav tepelného hospodářství naléhavě vyžaduje rekonstrukci. V rámci tohoto opatření je proto navržena komplexní rekonstrukce strojního zařízení stávající plynové kotelny a přípravný teplé užitkové vody včetně topných rozvodů v prostorách kotelny a přípravný TUV s veškerými armaturami a čerpadly na nich umístěnými.

Součástí opatření bude vedle instalace nových zdrojů tepla moderní centrální regulace výroby a distribuce TV pomocí čerpadel s elektronicky řízenými otáčkami, rekonstrukce OS, úprava stávajících rozvodů TV a rozdělení ÚT na jednotlivé větve dle světových stran a dle způsobu využití vytápěných prostor se směšovacími uzly, hydraulické vyvážení OS.

Modernizací dále projde i příprava teplé vody (TUV). Zachována bude centrální příprava, změny však proběhnou v oblasti rozvodu a konečné spotřeby teplé vody, které bude nově provedeno termostatickým směšováním před výtokem, s úspornými výtokovými armaturami s tlačítkovým ovládním a s časovým (spínací hodiny pro řízení provozu oběhového čerpadla TUV v souladu s provozem školy) a lokálním (pomocí perlátorů) omezeným průtokem TUV v místě odběru.

Jako nový zdroj tepelné energie je navrhován vysoce účinný kondenzační plynový kotel značky Hoval UltraGas se širokou výkonovou regulací (provozovatelný již od **méně než 20 % jmenovitého výkonu**) a s velmi nízkými emisemi NOx (pod hranicí **40 mg/kWh** spáleného paliva).

Jednalo by se o moderní špičkové zařízení, které díky využití tepla uvolněného při kondenzaci spalin dosahuje účinnosti (normovaného stupně využití) více než 107 % při teplotním spádu topné vody 75°C/60°C a téměř 110 % při teplotním spádu 40°C / 30°C.

Je třeba zdůraznit, že pokud bude centrální zdroj tepla navrhován pro stávající stav stavebních konstrukcí, investiční náročnost tohoto souboru opatření bude vyšší, jelikož tepelný výkon nového zdroje musí krýt stávající tepelné ztráty objektů a jeho jmenovitý tepelný výkon bude stejný jako u stávajícího zdroje. Pak i jeho investiční náročnost bude vyšší, jak uvádíme v následujícím porovnání.

Otopná tělesa a vnitřní rozvody topné vody v objektu budou ponechána a napojena na zrekonstruované rozvody v prostoru stávající kotelny. Jejich výkonové dimenzování je dostačující i v případě realizace zateplení a tak budou schopna vytopit jednotlivé místnosti i

při nižších teplotách topné vody, což je velmi vhodné v kombinaci s navrženou kondenzační kotelnou, která dosahuje maximálních účinností právě při nižších teplotách topné vody.

V rámci opatření budou na výtokové armatury dále aplikovány úsporné antivápné perlátory a instalovány regulační prvky zajišťující kvalitativní a nejlépe i kvantitativní dodávku topné vody do jednotlivých místností dle venkovní teploty a vnitřních tepelných zisků.

Moderní centrální a lokální regulace výroby, rozvodu a spotřeby tepla umožňuje řízení parametrů topné vody dle skutečných potřeb a nastavení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, využití vnitřních a vnějších tepelných zisků a zavedení M&T a energetického managementu.

Porovnání investiční náročnosti navrhovaných komplexních úprav v oblasti výroby, distribuce a spotřeby tepla pro posuzované objekty pro případ zachování stavu stávajících stavebních konstrukcí a v případě harmonizace tepelného výkonu zdroje dle navržených stavebních úprav jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 32 – Investiční náročnost navrženého opatření v oblasti výroby a rozvodu tepla ve variantním řešení pro případ ne-realizace navrhovaného opatření ve stavební části

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Investiční náročnost bez DPH [Kč]
1	Zdroj tepla, opatření na ÚT a MaR, pro stávající stav stavebních konstrukcí, příkon zdroje 928 kW.	4 680 000,-
2	Zdroj tepla, opatření na ÚT a MaR, pro stav stavebních konstrukcí po rekonstrukci a zateplení, P = 364 kW.	2 150 000,-

Poznámka: Uvedené investice jsou stanoveny expertním odhadem a neobsahují náklady na související úpravy ani DPH. Jejich skutečná výše bude upřesněna až při přípravě projektové dokumentace na stavební povolení.

4.3 OBLAST SPOTŘEBY ELEKTŘINY

4.3.1 Úsporná opatření v oblasti technologických zařízení ÚT, VZT a TUV

Snížení spotřeby elektrické energie v oblasti technologických zařízení je možné dosáhnout odstraněním stávajících morálně a fyzicky zastaralých oběhových čerpadel v okruzích TV a TUV, které nahradí moderní úsporná oběhová čerpadla s elektronicky řízenými nebo nastavitelnými otáčkami.

Úspor v čerpací práci bude možné dosáhnout i zavedením útlumového režimu v odběrových minimech, tj. ve večerních a nočních hodinách, dle potřeby skutečného provozu školy a tělocvičny.

Dále je vhodné aplikovat automatické časové spínání a regulace otáček elektromotorů VZT dle skutečných potřeb a podle pokynů čidel kvality ovzduší. V tomto případě ventilátor při nízké potřebě větracího vzduchu se zpomalí na 30% - 50% maximálních provozních otáček. Příkon elektromotorů rotačních strojů je přímo úměrný třetí mocnině otáček. Ventilátor, který pracuje jen na 50 % výkonu, spotřebuje pouze 13% energie a dodá 50% upraveného

vzduchu. Z toho je zřejmý potenciál energetických úspor a nákladů na elektřinu.

4.3.2 Úsporná opatření v oblasti umělého osvětlení

Snížení spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení je možné docílit pomocí preference úspornějších světelných zdrojů, výměnou stávajících zastaralých typů osvětlovacích těles za modernější s nižším příkonem při neměnném světelném výkonu, regulací osvětlení ve vztahu k dennímu osvětlení či ne-přítomnosti osob a zkrácením intervalu čištění osvětlovacích těles a oken, které snižuje osvětlenost a zvyšuje nároky na dodatečné umělé osvětlení.

Výše uvedená opatření však **nejsou** s ohledem na nové požadavky na míru osvětlenosti školských aj. zařízení, zavedené kmenovou normou ČSN EN 12464-1, **předmětem návrhu energeticky úsporných opatření**, jelikož rekonstrukce osvětlovací soustavy by si pro jejich splnění vyžadovala v některých prostorách navýšení světelného výkonu a tedy s největší pravděpodobností i přinejmenším zachování el. příkonu na současné úrovni.

4.4 OBLAST VYUŽITÍ KVET A OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

4.4.1 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla - KVET

Zákon č. 86/2002 Sb., § 3 ukládá povinnost posouzení možnosti kombinované výroby elektrické energie a tepla (KVET). Kogenerace představuje efektivní způsob kombinované výroby tepla a elektrické energie. Kogenerační jednotka pracuje díky využití odpadního tepla s účinností využití primárního paliva 85% až 90%.

Hlavním předpokladem pro implementaci KVET je využití tepelného výkonu pro ohřev TUV hlavně v přechodném a letním období a dostatečný odběr elektrické energie.

V průběhu zpracování EA nebyly k dispozici denní a roční odběrové diagramy elektrické energie v posuzovaném areálu a z hlediska typu provozu a instalovaného elektrického příkonu je třeba konstatovat, že **není možné hospodárně** (není možnost celoročního využití odpadního tepla) **provozovat kogenerační jednotku**.

4.4.2 Využití energie slunečního záření

Opatření definované v návaznosti na požadavky posouzení možnosti využití netradičních a obnovitelných zdrojů energie předpokládá instalaci teplovodních slunečních kolektorů pro foto-termickou přeměnu a využití energie slunečního záření na ohřev části TUV vyráběné elektrickými boilerly v přechodném období.

Opatření je investičního charakteru. Uvažovaná životnost nových zařízení je 15 let a doba hodnocení je rovněž 15 let.

Z provedených propočtů (viz níže) však nicméně jednoznačně vyplývá, že toto opatření **není** vzhledem k nákladovosti přípravy teplé vody současným způsobem za předpokládanou dobu životnosti **návratnou investicí**. Ekonomiku provozu navíc zhoršuje možnost efektivního využití solárních zisků jen ve školním roce, tj. mimo letních měsíců.

4.5 ROZDĚLENÍ OPATŘENÍ Z POHLEDU INVESTIČNÍ NÁROČNOSTI A JEJICH SUMARIZACE PRO VYHODNOVENÍ EFEKTŮ

4.5.1 Rozdělení opatření dle investiční náročnosti

Výše uvedená úsporná opatření zahrnují nejen úpravy či změny technického charakteru, ale také řadu opatření organizační povahy. Jejich úplný výčet v členění na opatření **beznákladová**, **nízkonákladová** a **vysokonákladová** uvádí tabulka níže.

Tab. 28 - Rozdělení energeticky úsporných opatření z pohledu investiční náročnosti

Řádek (zdroj dat)	Nákladovost opatření	Popis opatření
1	Beznákladová	- průběžná kontrola funkčností všech regulačních prvků OS a OT, - průběžná kontrola nastavení termostatu ohřivače TUV, - důsledná kontrola stavu uzavíracích armatur odběrných míst TUV, - důsledná kontrola stavu umělého osvětlení.
2	Nízkonákladová - v rámci provozu a údržby	- pravidelná výměna nefunkčních regulačních prvků, - oprava nebo výměna uzavíracích výtokových armatur TUV, - postupná výměna stávajících starších typů osvětlovacích těles za úspornější, - energetický management, - cílová analýza spotřeb energie (monitoring & targeting).
3	Vysokonákladová - investice	<u>Komplexní stavební úpravy:</u> - výměna původních výplní otvorů, - zateplení fasád, - zateplení vybraných stropních a střešních konstrukcí. <u>Komplexní rekonstrukce tepelného hospodářství areálu v oblasti výroby, distribuce a spotřeby tepla:</u> z výměna stávajících plynových kotlů za kondenzační, rekonstrukce soustavy ÚT, zónování OS s ET regulací TV jednotlivých topných větví s možností časového nastavení a zavedení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, modernizace soustavy TUV s možností časového omezení cirkulace vody, TS směšování před výtokem a osazení úsporných výtokových armatur. <u>Využití OZE:</u> - instalace zařízení pro fototerickou přeměnu a využití energie slunečního záření pro přípravu TUV v přechodném a letním období.

4.5.2 Formulace souborů energeticky úsporných opatření

Výše uvedená opatření je nutné s ohledem na potřebu vyhodnotit jejich možné efekty sumarizovat do ucelených souborů, které pojí stejný či podobný věcný charakter a možnost či smysluplnost jejich společné realizace. Definovány jsou tak soubory energeticky úsporných opatření (**SEÚO**).

4.5.2.1 Soubor energeticky úsporných opatření č. 1 (SEÚO č. 1)

Soubor EÚ opatření č. 1 zahrnuje opatření v oblasti komplexních stavebních úprav:

- výměnu původních výplní otvorů,
- zateplení fasád,

- zateplení vybraných stropních a střešních konstrukcí.

Investiční náročnost **SEÚO č. 1** je cca **10 160 000,- Kč bez DPH**, s ohledem na realizaci některých úprav (výměna části oken) hodnotí náklady na odstranění zanedbané údržby auditor za jako již vynaložené.

Realizaci těchto opatření lze docílit snížení roční spotřeby tepla v palivu pro ÚT a TUV o **cca 1 100 GJ/rok**, čemuž odpovídá za aktuálních cen používaného paliva – zemního plynu finanční úspora cca **375 tis. Kč/rok**.

Je třeba nicméně zdůraznit, že pouze na základě funkční centrální a lokální regulace výroby, distribuce a spotřeby tepla by bylo možné definovaný potenciál úspor v rámci stavebních úprav realizovat.

Další úspory lze nicméně očekávat v oblasti nákladů na opravu a údržbu, které by bylo nutné vynaložit na prodloužení zachování funkčnosti a bezvadnosti obvodových konstrukcí. Tato potenciální úspora byla odborným odhadem vyčíslena na celkem **210 tis. Kč/rok** a reflektuje stáří respektive technický stav některých součástí konstrukcí a jejich nutnou obnovu v perspektivě příštích let. Prostá návratnost tohoto souboru opatření by tak při stálých cenách činila **téměř 18 let**.

4.5.2.2 Soubor EÚ opatření č. 2 (SEÚO č. 2)

Soubor EÚ opatření č. 2 zahrnuje opatření v oblasti generální rekonstrukce energetického hospodářství posuzovaného areálu: výměna stávajících plynových kotlů za kondenzační, rekonstrukce soustavy ÚT, zónování OS s ETR regulací TV jednotlivých topných větví s možností časového nastavení a zavedení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, modernizace soustavy TUV s možností časového omezení cirkulace vody, TS směšování před výtokem a osazení úsporných výtokových armatur, zavedení M&T a EM.

SEÚO č. 2 reprezentuje (definuje) tu část technických a organizačních opatření ke snížení spotřeby energie, jejich **realizaci lze potenciálně uhradit z uspořené náklady na nespotřebovaná paliva a energie**, tj. financovat prostřednictvím energetických služeb se zaručeným výsledkem (tzv. metoda **EPC – Energy Performance Contracting**).

Moderní centrální a lokální regulace výroby, rozvodu a spotřeby tepla umožňuje řízení parametrů TV dle skutečných potřeb a nastavení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, využití vnitřních a vnějších tepelných zisků a zavedení M&T a energetického managementu.

Dle návrhu komplexní rekonstrukce energetického hospodářství je teplá užitková voda připravována centrálně s termostatickým směšováním před výtokem, s úspornými výtokovými armaturami s tlačítkovým ovládním a s časovým omezeným průtokem TUV.

Investiční náročnost **SEÚO č. 2** je cca **2 150 000,- Kč bez DPH**.

Realizaci těchto opatření lze docílit snížení roční spotřeby tepla v palivu o cca **400 GJ/rok** a snížení spotřeby elektřiny z důvodu osazení moderních úspornějších oběhových čerpadel TV a TUV s elektronicky řízenými otáčkami o cca **3 000 kWh/rok (10,6 GJ/rok)**.

Opatření tak přinese úsporu nákladů za (nespotřebovaný) plyn a el. energii (celkem v souč. cenách **cca 150 tis. Kč/rok**), očekávat lze pak rovněž nemalou úsporu nákladů za údržbu a

opravy, které by bylo nutné setrvale vynakládat na zachování provozuschopnosti kotelny, rozvodů a dalšího TZB, které má být předmětem modernizace, v dalších letech (kombinovaná úspora vyčíslena na **120 tis. Kč/rok**). Tyto ekonomické efekty by tak zajistily prostou návratnost investic bez uvažování nákladů financování kratší **8 let**.

4.5.2.3 Soubor EÚ opatření č. 3 (SEÚO č. 3)

Soubor EÚ opatření č. 3 zahrnuje opatření v oblasti využití OZE: instalace zařízení pro foto-termickou přeměnu a využití energie slunečního záření pro přípravu TUV v přechodném a letním období.

Investiční náročnost **SEÚO č. 3 je cca 85 000,- Kč bez DPH**.

Realizací těchto opatření lze docílit snížení roční spotřeby ZP pro přípravu TUV v přechodném a letním období cca o **9,4 GJ/rok**.

Vzhledem k ceně TUV připravované pomocí ZP toto opatření nemá reálnou dobu návratnosti - prostá návratnost investic je více než **30 let**. Solární systém by navíc znamenal určité navýšení provozních nákladů nad současnou úroveň, protože řeší krytí potřeby tepla na přípravu TUV jen částečně a bude znamenat další systém s vlastním nuceným oběhem pracovního média (tj. další spotřeba elektřiny, potřeba výměny pracovní kapaliny, revize apod.). Problematická je navíc využitelnost solárních zisků v letním období, které ekonomiku mohou ještě dále zhoršit. **K realizaci jej auditor proto nedoporučuje**.

Tab. 29 – Přehled ekonomických nákladů a přínosů navrhovaných souborů energeticky úsporných opatření (SEÚO)

Řádek (zdroj dat)	Číslo opatření	Název opatření	Pořizovací výdaje [tis.Kč]	Úspora energie		Úspora osobních výdajů [Kč/rok]	Úspora výdajů na opravu [Kč/rok]	Úspora ostatních výdajů [Kč/rok]	Úspora celkem [Kč/rok]
				[GJ/rok]	[tis.Kč/rok]				
1	1	SEÚO č. 1	10 160 000	1 100	374 474		180 000	30 000	584 474
2	2	SEÚO č. 2	2 150 000	420	151 141		75 000	45 000	271 141
3	3	SEÚO č. 3	85 000	9	3 200			-500	2 700
4	celkem		12 395 000	1 609	556 050	0	255 000	74 500	885 550

5 FORMULACE VARIANT EÚP A JEJICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ

5.1 FORMULACE VARIANT ENERGETICKY ÚSPORNÝCH PROJEKTŮ (EÚP)

S ohledem na způsob financování respektive možnost získat na realizaci některých z navrhovaných opatření veřejnou podporu bylo rozhodnuto definovat z výše uvedených souborů energeticky úsporných opatření **dvě varianty energeticky úsporných projektů (EÚP)**.

Jelikož opatření v oblasti zlepšení tepelně-technických parametrů staveb sloužící pro vzdělávací účely jsou potenciálně financovatelná z programu OPŽP, **první variantou EÚP je realizace souboru opatření č. 1** v navrhovaném rozsahu. (Soubor) těchto opatření je tak vyhodnocen jak po stránce ekonomické efektivity, tak i co do environmentálních efektů v podobě nižších emisí relevantních škodlivin.

Druhá varianta EÚP pak demonstruje efekt současné realizace opatření jak ve stavební části, tak i v oblasti výroby a rozvodu tepla včetně dalších ekonomicky efektivních opatření (např. modernizace čerpací techniky, osvětlovací soustavy).

Smyslem této varianty je ukázat, jak takto komplexně pojatá renovace budov může díky synergickému efektu dosáhnout větších efektů v podobě úspor energie a návazných emisí, než pokud by byla opatření realizována samostatně. A to za celkově lepších ekonomických výsledků (viz níže).

5.1.1 Varianta EÚP č. 1

První varianta energeticky úsporného projektu - **EÚP č. 1** zahrnuje navrhované komplexní stavební úpravy, tj.:

- výměnu původních výplní otvorů,
- zateplení fasád,
- zateplení vybraných stropních a střešních konstrukcí.

Investiční náročnost navrhovaných opatření je necelých **10,2 mil. Kč**, roční úspora na palivu ~ **1 100,0 GJ (32 305,4 m³ ZP)**, ve finančním vyjádření za současných cen ZP ~ **375 tis. Kč**, další úspory budou realizovány v oblasti údržby a oprav (celkem **210 tis. Kč/rok**, viz výše).

V následující tabulce jsou uvedeny parametry energetické bilance varianty EÚP č. 1, detailní ekonomické a environmentální hodnocení je pak předmětem samostatné kapitoly níže.

Tab. 30 - Upravená energetická bilance VEÚP č. 1

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Před realizací		Po realizaci projektu	
		[GJ/r]	[tis. Kč/r]	[GJ/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	3 677,5	1 550,2	2 577,5	1 175,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 677,5	1 550,2	2 577,5	1 175,8
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 6 - ř. 7)	3 677,5	1 550,2	2 577,5	1 175,8
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 8)	976,7	332,5	976,7	332,5
7	Spotř. en. na vytáp. a TUV (z ř. 8)	2 275,0	774,5	1 175,0	400,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 8)	425,8	443,3	425,8	443,3

5.1.2 Varianta EÚP č. 2

Posuzovaná varianta **EÚP č. 2** zahrnuje opatření ve stavební části, jež jsou součástí první varianty, ke kterým navíc přistupuje komplexní rekonstrukce technického zařízení budov, zejména v oblasti výroby, distribuce a spotřeby tepla (nový zdroj tepla – kondenzační plynová kotelná, zavedení moderní regulace dodávky topné vody do míst konečné spotřeby), která povede k další redukci potřeby tepla resp. paliva pro jeho přípravu – zemního plynu a rovněž i el. energie (úsporná čerpací technika).

Výhodou takto koncipované revitalizace objektů je **nižší investiční náročnost** díky možnosti instalovat významně výkonově menší zdroj tepla, a rovněž **možnost dosáhnout celkově vyšších úspor energie**, než pokud by opatření byla realizována samostatně a jejich efekty prostým způsobem sečteny.

Hlavním důvodem k tomu je budoucí schopnost otopné soustavy efektivněji řídit dodávku tepla do vytápěných prostor tím, že budou důsledně využívány vnitřní i venkovní (sluneční) tepelné zisky prostřednictvím inteligentní regulační techniky.

Celková investiční náročnost varianty EÚP č. 2 je cca **12,4 mil. Kč** (bez DPH) a realizací uvedených opatření bude možné docílit:

- snížení roční spotřeby tepla v palivu cca o **~ 1 500 GJ/rok** (odpovídá **~ 44 tis. m³ ZP**), jež bude dále ještě navýšeno o úspory vyplývající z lepšího využití vnitřních a vnějších zisků v odhadované výši cca **80 GJ/rok** (odpovídá úspora tepla v palivu ZP ve výši **2,35 tis. m³/rok**),
- snížení spotřeby elektřiny o **~ 3 000 kWh/r (10,6 GJ/r)** a
- kombinované snížení celkových ročních nákladů na ZP a elektřinu ve výši cca **520 tis. Kč/rok** a nákladů na opravy a údržbu v souhrnné výši **330 000,- Kč/rok**.

V následující tabulce jsou uvedeny parametry energetické bilance varianty EÚP č. 2, detailní ekonomické a environmentální hodnocení je pak předmětem samostatné kapitoly níže.

Tab. 31 - Upravená energetická bilance Varianty EÚP č. 2

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Před realizací		Po realizaci projektu	
		[GJ/r]	[tis. Kč/r]	[GJ/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	3 677,5	1 550,2	2 077,5	997,4
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 677,5	1 550,2	2 077,5	997,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 6 - ř. 7)	3 677,5	1 550,2	2 077,5	997,4
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 8)	976,7	332,5	390,7	133,0
7	Spotř. en. na vytáp. a TUV (z ř. 8)	2 275,0	774,5	1 271,6	432,9
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 8)	425,8	443,3	415,2	431,5

5.2 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Cílem ekonomické analýzy je podrobněji ověřit vhodnost realizace definovaných variant energeticky úsporného projektu z ekonomického hlediska při zohlednění časového hlediska peněz a předpokládané limitované životnosti navrhovaných stavebních či technologických úprav.

K hodnocení jsou používány standardní ukazatele, jako je **reálná doba návratnosti**, **čistá současná hodnota (NPV)** a **vnitřní výnosové procento (IRR)**.

Pro každou z variant se počítá se stejnou diskontní mírou, a to ve výši **4,5%**, hodnocení je prováděno ve **stálých cenách**, tj. bez růstu cen, doba hodnocení je uvažována jednotně **25 let** s vědomím, že u varianty EÚP č. 2 se předpokládá po 15. roce částečná obnova opatření v oblasti TZB ve výši poloviny prvotní investice (1,1 mil. Kč).

Výsledky ekonomického posouzení obou variant energeticky úsporných projektů jsou shrnuty v následující tabulce.

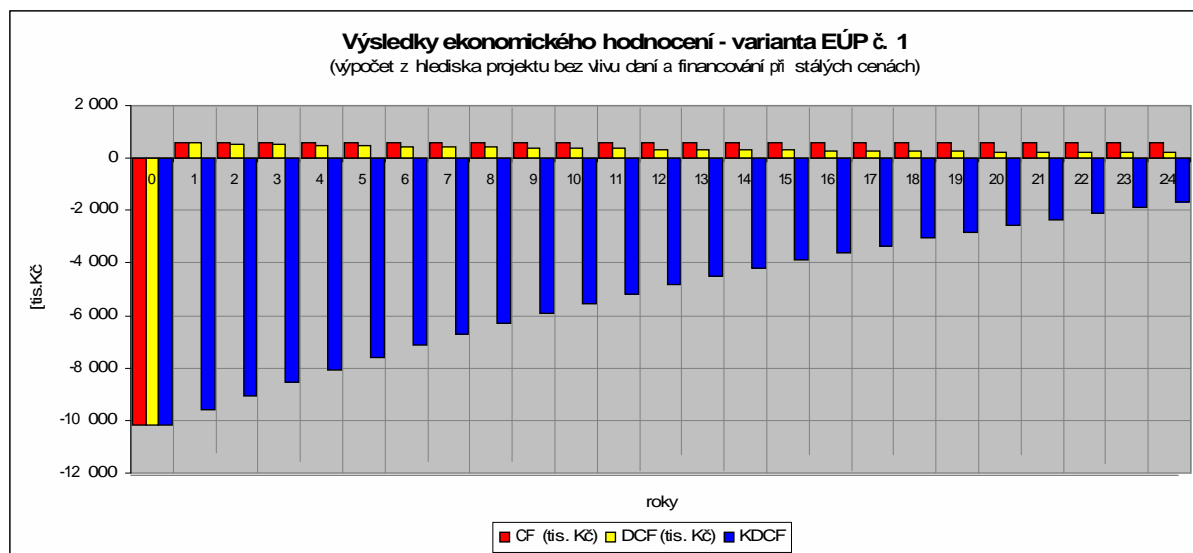
Jak z ní vyplývá, variant EÚP č. 2 dosahuje lepších ekonomických výsledků – projekt vykazuje kladné NPV a reálnou dobu návratnosti kratší předpokládané životnosti. Klíčem k tomu jsou zmiňované synergické efekty a současná realizace opatření s výrazně kratší dobou návratnosti, než v případě opatření typu komplexního zateplení.

I tato varianta však znamená velmi dlouhou dobu návratnosti vynaložených prostředků a její financování by bylo nutné řešit jinak než bankovním úvěrem.

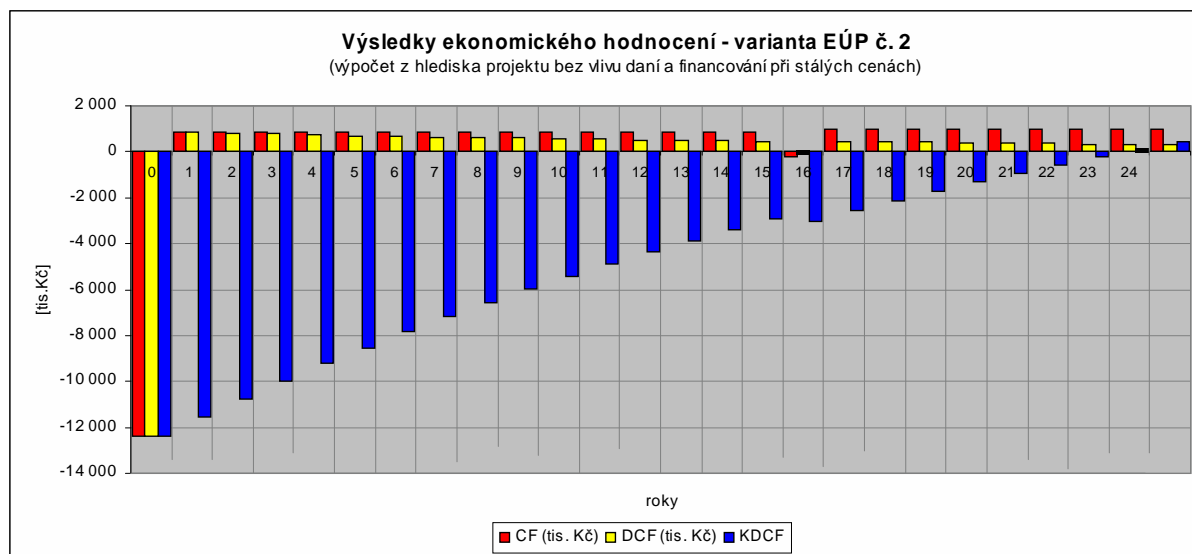
Tab. 32 – Výsledky ekonomického hodnocení navržených variant EÚP

Řádek (zdroj dat)	Údaje	Varianta EÚP č. 1 [Kč / ostatní jednotky]	Varianta EÚP č. 2 [Kč / ostatní jednotky]
1	Investiční výdaje projektu (počáteční, jednorázové výdaje na realizaci)	10 159 740	12 394 000
2	Změna nákladů za energii (- snížení, + zvýšení)	-374 000	-553 000
3	Změna ostatních nákladů v tom:	-210 000	-330 000
4	- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (-+)		
5	- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění	-210 000	-330 000
6	- samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise resp. i odpady (-+)		
7	Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití tepla) (+ zvýšení, - snížení)		
8	Přínosy projektu celkem (roční hodnota CF)	584 000	883 000
9	Doba hodnocení	25	25
10	Diskont (%)	4,5	4,5
11		Prostá doba návratnosti - T_S (roky)	17,4
12	Hodnoty ekonomických ukazatelů	Diskontovaná doba návratnosti - T_{SD} (roky)	34,7
13		Čistá současná hodnota - NPV (tis. Kč)	-1 500
14		Vnitřní výnosové procento - IRR (%)	3,0%
15	Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)		
16	Případné další údaje		

Graf 1 - Výsledky ekonomického hodnocení varianty EÚP projektu č. 1 (z hlediska projektu bez vlivu daní a způsobu financování při stálých cenách)



Graf 2 - Výsledky ekonomického hodnocení varianty EÚP projektu č. 2 (z hlediska projektu bez vlivu daní a způsobu financování při stálých cenách)



5.3 VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

5.3.1 Původ dodávané energie a emisní faktory

Základem pro environmentální hodnocení je znalost původu dodávané a uspořené energie. Posuzované objekty spotřebovávají teplo vyráběné ze ZP ve vlastní plynové kotelně a dále pak elektřinu, která je odebírána z místní distribuční soustavy.

Navržená úsporná opatření a jejich efekty v podobě úspor obou forem energie tak mají z hlediska životního prostředí dopad zejména jednak na místní (lokální) emise, tak i přeneseně (globálně) na škodliviny, které by byly jinak emitovány do ovzduší při výrobě elektřiny spotřebované v rámci vzdělávacího zařízení před a po realizaci dané varianty EÚP.

V následujících tabulkách jsou pro každou z variant EÚP rekapitulovány vstupy paliv a energie do posuzovaných objektů a tedy dosažené úspory dané formy energie.

Tab. 33 – Bilance paliv a energie před a po realizaci varianty EÚP č. 1

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Před realizací [GJ/r]	Po realizaci projektu [GJ/r]
1	elektřina	389,1	389,1
2	teplo	0,0	0,0
3	hnědé uhlí	0,0	0,0
4	zemní plyn	3 288,4	2 188,4
5	jiné	0,0	0,0
6	Celkem	3 677,5	2 577,5

Poznámka: Do referenční výchozí spotřeby ZP v energetické bilanci EA před realizací projektu je zahrnuta technologická spotřeba ZP ve výši 36,5 GJ/r ve školních dílnách. Toto množství ZP není předmětem hodnocení ekologických dopadů posuzovaných variant energeticky úsporných projektů.

Tab. 34 – Bilance paliv a energie před a po realizaci varianty EÚP č. 2

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Před realizací [GJ/r]	Po realizaci projektu [GJ/r]
1	elektřina	389,1	378,5
2	teplo	0,0	0,0
3	hnědé uhlí	0,0	0,0
4	zemní plyn	3 288,4	1 699,0
5	jiné	0,0	0,0
6	Celkem	3 677,5	2 077,5

Pro výpočet lokálních příspěvků podobě nižších emisí sledovaných škodlivin vznikajících při spalování zemního plynu, tj. NO_x, CO a CO₂, je nutná znát emisní parametry stávajícího respektive nového zdroje.

Tabulka níže tyto hodnoty vyjádřené v podobě emisního faktoru dané škodliviny v přepočtu na kilowatthodinu (ne)spotřebovaného paliva uvádí. V případě plyných emisí CO a NO_x jsou u stávajícího zdroje využity výsledky posledního autorizovaného měření emisí, v případě nového pak parametry, které by dodavatel měl garantovat. Pro oxid uhličitý (CO₂) pak byl použit jednotný emisní faktor pro ZP dle Přílohy č. 8 k vyhlášce č. 213/2001 Sb. ve výši **0,20 kg CO₂/kWh** výhřevnosti paliva.

V případě el. energie byly pro stanovení úspor emisí předpokládáno vymístění elektřiny ze systémových elektráren ČEZ v ČR dle výsledků provozu v roce 2007 (**viz způsob výpočtu v příloze**) pouze s výjimkou CO₂ byl použit emisní faktor předepsaný výše uvedenou vyhláškou k EA (**1,17 kg/kWh elektřiny**).

Tab. 35 - Emisní parametry stávajícího a nového spalovacího zdroje na ZP

Řádek (zdroj dat)	Spalovací zdroje - kotle na ZP		
	Znečišťující látka	Starý zdroj - výchozí stav, průměr pro 4 kotle	Nový zdroj
		Emisní faktor [kg/GJ]	
1	NO _x	0,045	0,011
2	CO	0,001	0,001
3	CO ₂	55,600	55,600

Tab. 36 - Emisní faktory pro elektřinu dodávanou z elektrizační soustavy ČR

Řádek (zdroj dat)	Emisní faktory elektřiny pro bilanční výpočet úspor emisí realizací úsporných opatření v konečné spotřebě:					
	Při zohlednění míry ztrát při přenosu a distribuci elektřiny (dle statistiky za rok 2007):					7,6%
	Průměrné emisní faktory elektřiny za všechny elektrárny ČEZ v ČR v roce 2007:					
	Škodlivina:	CO	TZL	NO _x	SO ₂	CO ₂
1	Emisní faktor dané škodliviny v kg v přepočtu na GJ elektřiny	0,018	0,013	0,295	0,295	167,610
2	Emisní faktor dané škodliviny v kg v přepočtu na MWh elektřiny	0,065	0,047	1,061	1,063	603,397

5.3.2 Environmentální vyhodnocení posuzovaných variant

Výsledky hodnocení obou variant energeticky úsporných projektů z pohledu úspor emisí na lokální a globální úrovni uvádí následující tabulky.

Tab. 37 – Bilance emisí znečišťujících látek na lokální a globální úrovni před a po realizaci varianty EÚP č. 1

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel		Znečišťující látka, [kg/rok]				
			Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
1	Přímé/lokální emise (spalováním ZP)	Výchozí stav			146,5	4,5	180 805
2		Stav po realizaci			96,9	3,0	119 645
3		Rozdíl (úspora)			49,6	1,5	61 160
4	Nepřímé emise spojené s užitím elektřiny	Výchozí stav	5,0	114,6	114,9	7,1	126 469
5		Stav po realizaci	5,0	114,6	114,9	7,1	126 469
6		Rozdíl (úspora)	0,0	0,0	0,0	0,0	0
7	Globální zatížení (ZP + Elektřina)	Výchozí stav	5,0	114,6	261,4	11,6	307 274
8		Stav po realizaci	5,0	114,6	211,8	10,1	246 114
9		Rozdíl (úspora)	0,0	0,0	49,6	1,5	61 160

Tab. 38 – Bilance emisí znečišťujících látek na lokální a globální úrovni před a po realizaci varianty EÚP č. 2

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel		Znečišťující látka, [kg/rok]				
			Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
1	Přímé/lokální emise (spalováním ZP)	Výchozí stav			146,5	4,5	180 805
2		Stav po realizaci			18,4	1,9	94 464
3		Rozdíl (úspora)			128,1	2,6	86 341
4	Nepřímé emise spojené s užitím elektřiny	Výchozí stav	5,0	114,6	114,9	7,1	126 469
5		Stav po realizaci	4,9	111,5	111,7	6,9	123 024
6		Rozdíl (úspora)	0,1	3,1	3,2	0,2	3 445
7	Globální zatížení (ZP + Elektřina)	Výchozí stav	5,0	114,6	261,4	11,6	307 274
8		Stav po realizaci	4,9	111,5	130,2	8,8	217 488
9		Rozdíl (úspora)	0,1	3,1	131,2	2,8	89 786

Z uvedeného porovnání je zřejmé, že i z ekologického hlediska má varianta EÚP č. 2 významně vyšší přínosy v podobě úspor emisí sledovaných škodlivin: lokální **úspora emisí NO_x téměř 130 kg/rok, CO pak téměř 3 kg/r**. Přínosy jsou dosaženy kombinací celkově nižší energetickou náročností, tak i použitím moderní tepelné techniky s velmi nízkými emisemi obou zmiňovaných škodlivin NO_x a CO. Emise jiných škodlivin nejsou na lokální úrovni předmětem hodnocení (z důvodu jejich zanedbatelné výše a de facto absenci monitorování).

Úspory elektřiny pak přinesou i úspory ostatních škodlivin (SO₂, TZL). Nesporným benefitem je pak úspora velkého množství oxidu uhličitého, a to v celkové výši téměř **90 tun/rok** (z toho **86 tun** na lokální úrovni).

5.4 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY EÚP

Předkládaný energetický audit může jenom doporučit řešení vhodné, z hlediska energetického auditora. Konečné rozhodnutí pak bude záviset na investorovi, který vkládá do projektu finanční prostředky a nese za to patřičnou zodpovědnost a riziko.

Detailně byly posuzovány dvě varianty EÚP. Z hlediska ekonomického i environmentálního se jako **výhodnější jednoznačně jeví varianta č. 2** – má větší environmentální přínosy a přitom lepší ekonomické výsledky.

Ty však nejsou dostatečné k tomu, aby auditor mohl případnému investorovi jejich realizaci v celém uvažovaném rozsahu doporučit.

Proto **doporučujeme hledat pro realizaci možné podpůrné zdroje**, které by umožnily krýt část potřebných počátečních nákladů a tak snížit reálnou dobu návratnosti na více přijatelnou úroveň. Potenciální environmentální přínosy k tomu opravňují.

6 VÝSTUPY AUDITU A SHRNUÍ

6.1 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie u nejmenovaného vzdělávacího zařízení s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor.

Zařízení je tvořeno **dvěma stavbami** – hlavní budovou s učebnami a administrativním a technickým zázemím a blízkoležícím objektem tělocvičny.

S ohledem na stáří a technický stav je v auditu hlavní pozornost věnována oblasti výroby, rozvodu a konečného užití tepla.

Vlastní zdroj tepla – plynová kotelná se 4 teplovodními kotli o celkovém tepelném výkonu **téměř 1 MW** – je dle revizí a osobní kontroly **na hranici morální a technické provozuschopnosti**. Uskutečněná měření emisí navíc **potvrzují velmi nízkou účinnost výroby tepla (méně než 80 %)** v důsledku vysoké komínové ztráty, jejíž hlavní příčinou je velký přebytek kyslíku ve spalinách (kotle konstruovány původně na tuhá paliva). Provoz kotelny je tak značně neekonomický.

Za **nevyhovující** lze pak označit současný způsob měření a regulace dodávky tepla prostřednictvím soustavy ÚT (absence zónové regulace a možnosti automatické regulace dodávky tepla do jednotlivých vytápěných prostor/místností dle vnitřních tepelných zisků, oběhová čerpadla s konstantními otáčkami).

Obdobné nedostatky jsou pak shledávány i u systému výroby a dodávky teplé vody (špatný stav ohřivačů, nedostatečná izolace, nevhodné výtokové hlavice). **Stávající stav tepelného hospodářství si tak vyžaduje naléhavě komplexní rekonstrukci.**

Nedostatky z pohledu míry ne-hospodárného užití energie pak byly shledány i při hodnocení staveb z pohledu stavebně-fyzikálních parametrů. Původní stavební konstrukce obou posuzovaných budov **nesplňují** požadavky současných norem a vyhlášek. I přes částečnou výměnu otvorových výplní jsou stále objekty jako celek dle klasifikace ČSN 73 0540-2/2007 hodnoceny jako **nehospodárné (klasifikační třída E)**.

Celkový kombinovaný potenciál úspor energie, skrytý zvláště ve výrobě, rozvodu a konečném užití tepla, je tak značný a dle charakteru přijatých opatření může dosahovat třetinu i více současné spotřeby energie, tj. **více než 1 tis. GJ/rok** (viz níže).

6.2 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ / VARIANTY EÚP

Audit k využití identifikovaného potenciálu úspor navrhuje následující **opatření**, které s ohledem na komplexnost sumarizuje do **souborů** (tzv. **SEÚO – souborů energeticky úsporných opatření**):

- dodatečné zateplení případně výměna původních obvodových konstrukcí za účelem zlepšení tepelně-technických vlastností obou staveb (**SEÚO č. 1**) a
- modernizace vlastního zdroje tepla a systému M&R vč. návazných regulačních prvků na soustavě ÚT a systému rozvodu TUV (**SEÚO č. 2**).

Tato opatření pak doplňuje posouzení možnosti zavedení kombinované výroby elektřiny a tepla a návrh na využití obnovitelných zdrojů, přesněji fototerického systému (**SEÚO č. 3**).

V rámci prvního souboru – **SEÚO č. 1** – je navrženo komplexní zateplení obou budov zahrnující výměnu původních výplní otvorů, zateplení fasád a zateplení střešních konstrukcí. Opatření v oblasti stavebních úprav jsou navrhována tak, aby byly dosaženy u jednotlivých stavebních konstrukcí **doporučené hodnoty** součinitelů prostupu tepla (tj. např. u svislých neprůsvitných konstrukcí zateplení na $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$).

V rámci druhého souboru energeticky úsporných opatření (**SEÚO č. 2**) se předpokládá komplexní rekonstrukce tepelného hospodářství zahrnující:

- výměnu kotlů a veškerého souvisejícího strojního vybavení kotelny (jako nový zdroj tepelné energie je navrhována dvojice vysoce účinných kondenzačních plynových kotlů se širokou výkonovou regulací a s velmi nízkými emisemi NO_x),
- instalace moderní centrální regulace výroby a distribuce topné vody pomocí čerpadel s elektronicky řízenými otáčkami přinášející rovněž úspory el. energie,
- zónová regulace (rozdělení ÚT na jednotlivé větve dle světových stran a dle způsobu využití vytápěných prostor) a instalace TRV ventilů na jednotlivá otopná tělesa,
- racionalizace dodávek teplé vody (zavedení časově omezené dostupnosti teplé vody řízením provozu cirkulačního čerpadla TUV v souladu s provozem školy, termostatické směšování teplé vody před výtokem, úsporné výtokové armatury s tlačítkovým ovládáním) a
- doprovodná beznákladová a nízkonákladová opatření mající povahu tzv. „energy managementu“ a „monitoringu a targetingu“.

Tento druhý soubor energeticky úsporných opatření byl současně definován tak, aby potenciálně reprezentoval soubor dílčích technických a organizačních opatření, které by bylo možné financovat z uspořené nákladů za nespotebovaná paliva a energii, jak pro zadavatele auditu typu příspěvkové organizace zřízené správním orgánem je legislativou požadováno (§ 6 odst. 5 vyhlášky 213/2001 Sb. v platném znění).¹

Výše uvedené soubory byly následně formulovány do dvou variant energeticky úsporného projektu (**EÚP**) pro detailní ekonomické a environmentální vyhodnocení.

Ve variantě **EÚP č. 1** bylo posuzováno opět jen zlepšení tepelně-technických vlastností obvodových konstrukcí obou staveb, tj. de facto SEÚO č. 1, v druhé variantě – **EÚP č. 2** pak byla k opatřením ve stavební části rovněž přiřazena i opatření v oblasti tepelného hospodářství, jak byly navrženy souborem opatření SEÚO č. 2.

¹) Podrobnější ekonomická analýza však následně prokázala, že návratnost vložených prostředků by překračovala polovinu vážené odpisové doby pořizovaného hmotného majetku. To je např. u kotlů ústředního vytápění, které jsou ve 3. odpisové skupině, by jeho pořízení muselo být zapláceno z úspor na palivu za max. 5 let, u čerpadel, jež jsou ve 2. odpisové skupině, pak dokonce jen za 2,5 roku atd. Soubor by tedy musel být dále redukován jen na opravdu nízkonákladová opatření, což však s ohledem na reálný stav tepelného hospodářství nebylo dále rozpracováno.

Smyslem druhé varianty bylo přitom demonstrovat, že díky současně přijatým opatřením na straně konečné (s)potřeby tepla je možné následně instalovat významně výkonově menší zdroj tepla (a tedy s nižšími **investičními náklady**) a rovněž **dosáhnout celkově vyšších úspor energie**, než pokud by opatření byla realizována samostatně a jejich efekty prostým způsobem sečteny.

A tak prostřednictvím synergických efektů je možné dále zlepšit ekonomické parametry a rozsah úsporných opatření, které lze potenciálně financovat prostřednictvím tzv. **energetických služeb, tj. formou zvláštního dodavatelského úvěru**. To pak přináší nižší kapitálové nároky na straně vlastníka či provozovatele předmětu auditu a umožňuje (ideálně) realizaci navrhovaných úsporných opatření v plném rozsahu.

Ekonomické výsledky obou takto formulovaných variant podrobněji komentuje podkapitola níže.

6.3 PŘÍNOSY A EFEKTY

Výše uvedené varianty byly posléze podrobeny ekonomickému a environmentálnímu hodnocení, jak souhrnně dokumentují tabulky v kapitolách 5.2 a 5.3.

Z hodnocení jednoznačně vyplývá, že lepších ekonomických a environmentálních výsledků je možné dosáhnout při realizaci **varianty EÚP č. 2**.

I přes mírně vyšší investiční náklady (odborným odhadem stanoveny na cca 12,4 mil. Kč) dosahuje tato varianta za dobu hodnocení a daném diskontu (25 let, diskont 4,5 %) kladné současné hodnoty – NPV (**+440 tis. Kč**) a poměrně příznivého vnitřního výnosového procenta – IRR (**4,8 %**), a to i po započtení obnovy celého strojního zařízení kotelny po patnácti letech předpokládané životnosti (viz **tabulka č. 32**).

Hlavním důvodem jsou vyšší absolutní úspory energie, které jsou předpokládány na úrovni cca 1 500 GJ/rok v případě paliva – ZP a cca 3 tis. kWh/rok elektřiny díky nasazení moderní čerpací techniky v systému ÚT a TUV). A také úspory v nákladech spojených s provozem a údržbou kotelny.

Vyšší absolutní úspory energie a současně nasazení nízkoemisních spalovacích zdrojů vede k mnohem lepším environmentálním přínosům – varianta č. 2 by oproti referenčnímu stavu přinesla úsporu téměř **130 kilogramů NOx** a **přes 2,5 kilogramu CO** ročně (oproti tomu varianta č. 1 pouze cca 50 kg NOx a 1,5 kg CO za rok, viz **tabulky č. 37 a 38**).

Navíc, úspory elektřiny pak přinesou i úspory ostatních škodlivin (SO₂, TZL) na globální úrovni.

Nesporným benefitem je pak úspora velkého množství oxidu uhličitého, a to v celkové výši téměř **90 tun/rok** (z toho **86 tun** na lokální úrovni).

Environmentální přínosy varianty EÚP č. 2 jsou tak v poměru k dodatečným nákladům mnohem větší (v případě NOx 2,5krát, v případě CO 1,7krát, u CO₂ cca 1,5krát, zatímco investice oproti variantě č. 1 jsou vyšší jen asi o 20 %, tj. cca 2,2 mil. Kč).

Ve světle těchto skutečností se tak jeví jako nejlepší **varianta EÚP č. 2**.

6.4 PODMÍNKY A PŘEDPOKLADY

Podmínkou dosažení výše uvedených efektů u doporučené **varianty č. 2** je současná realizace opatření jak ve stavební části, tak i v oblasti výroby a rozvodu tepla a teplé vody do míst konečné spotřeby (pro maximalizaci hospodárného užití této formy energie).

Vhodnou formou, jak je toho možné dosáhnout, je využít zvláštního typu energetických služeb se zaručenou úsporou energie – tedy tzv. **metody EPC (Energy Performance Contracting)**. Ta nejen zajistí provozovateli / vlastníku objektu financování části opatření, ale také prostřednictvím smluvního vztahu garantuje realizaci sjednaných úspor, za jejichž nesplnění pak poskytovatel energetických služeb nese vzniknuvší škodu.

Vhodným smluvním ujednáním lze pak navíc **motivovat k maximalizaci úspor** (dohodou o způsobu rozdělování uspořené nákladů za případné úspory nad smlouvenou hranici mezi oba subjekty).

Uplatnění metody EPC je vhodné využít k realizaci energeticky úsporných opatření, které vykazují ekonomicky efektivní návratnost vložených prostředků, avšak pro které z různých důvodů není provozovatel či vlastník objektu schopen zajistit financování. Anebo naopak, má jen limitované prostředky, které posléze může využít pro realizaci jiných opatření.

6.5 KONEČNÉ STANOVISKO AUDITORA

Na základě výše uvedených zjištění se auditor přiklání, při rozhodnutí o realizaci navrhovaných úsporných opatření, postupovat tak, jak předpokládá **varianta energeticky úsporného projektu č. 2**.

Dle této varianty je možné dosáhnout lepších větších environmentálních přínosů při lepších ekonomických výsledcích z pohledu investora, než pokud by navrhovaná opatření byla realizována jen částečně nebo odděleně v delším časovém rozmezí.

Jelikož však návratnost vložených prostředků do takto komplexního řešení je i tak velmi dlouhá, auditor tuto variantu doporučuje **s podmínkou nalezení podpůrných zdrojů**, které by umožnily krýt část potřebných počátečních nákladů a tak snížit reálnou dobu návratnosti na více přijatelnou úroveň. Potenciální environmentální přínosy k tomu opravňují.

Vhodné by přitom bylo využít současně metody EPC, která přínosy projektu napomůže maximalizovat.

7 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Předmět EA	vzdělávací zařízení tvořené dvěma objekty – budovou s učebnami a administrativním a technickými zázemím a tělocvičnou.		
Adresa			
Zadavatel EA	nejmenované školské zařízení	Zástupce	
Adresa zadavatele			
Tel./fax		Mobil:	E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie u nejmenovaného vzdělávacího zařízení s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor.</p> <p>Zařízení je tvořeno dvěma stavbami – objektem tělocvičny a hlavní budovou s učebnami a administrativním a technickým zázemím.</p> <p>Posuzované objekty spotřebovávají ze sítových médií elektrickou energii, ZP a vodu. Krytí tepelných potřeb zajišťuje společný zdroj tepla, kterým je teplovodní kotelna na zemní plyn. Jak technický stav stavebních konstrukcí, tak i stávající technická zařízení budov skýtají významný potenciál úspor.</p>		

1. Výchozí stav

Stručný popis energetického hospodářství (včetně budov) **	<p>Z porovnání parametrů původních stavebních konstrukcí a požadovaných normových hodnot je zřejmé, že tepelné charakteristiky posuzovaných objektů nespĺňují požadované hodnoty celkových tepelných charakteristik budovy podle ČSN 73 05 40-2/2007. Podle klasifikace a klasifikačního ukazatele prostupu tepla obálkou budovy CI (-) jsou posuzované budovy v klasifikační třídě E-Nehospodárná.</p> <p>Technologie zdroje tepla - plynové kotelny je fyzicky a morálně zastaralá s omezenou dostupností náhradních dílů a provozní účinností hluboko pod doporučenými hodnotami. Proto je nutno přistoupit co nejdříve k celkové rekonstrukci kotelny a energetického hospodářství školy.</p>	
Vlastní energetický zdroj – teplovodní plynové kotle	Instalovaný tepelný výkon (MW)	Instalovaný elektrický výkon (MW)
	0,928	0
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)	-----	
	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/rok)	2 564,9

Teplo	Nákup (GJ/rok)	0	
	Prodej (GJ/rok)	0	
Elektřina	Výroba ve vlast. zdroji (MWh/rok)	0	
	Nákup (MWh/rok)	108,1	
	Prodej (MWh/rok)	0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/rok)		3 677,5	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r) 389,1
Spotřebič energie	Příkon (tepelná ztráta)	Spotřeba energie	Nositel energie
Budovy	478,53 kW	3 064,1 GJ	TV
El. motory, tepelné spotřebiče, elektrické osvětlení, el. nářadí a kancelářské spotřebiče...	167,1 kW	389,1 GJ/r	Elektrická energie

2. Energeticky úsporný projekt

Popis	K realizaci doporučená varianta energeticky úsporného projektu č. 2 , která zahrnuje:					
	<ul style="list-style-type: none"> SEÚO č. 1 - komplexní stavební úpravy, SEÚO č. 2 - komplexní rekonstrukce tepelného hospodářství areálu v oblasti výroby distribuce a spotřeby tepla: zdroj tepla – kondenzační plynová kotelná, soustavy ÚT TUV s redukováním výkonem dle nového stavu stavebních konstrukcí a odpovídajících modernizace soustavy MaR. 					
Investiční náklady:	12 394 000,-		Z toho technologie:		2 150 000,-	
Konečná spotřeba paliv a energie	Před realizací opatření		Po realizaci opatření		Potenciál energetických úspor	
	Energie [GJ/r]	Náklady [tis. Kč/r]	Energie [GJ/r]	Náklady [tis. Kč/r]	Energie [GJ/r]	Náklady [tis. Kč/r]
	3 677,5	1 550,2	2 077,5	997,4	1 600,0	552,8
Úspora provozních nákladů Kč/r			330 000,-			
Environmentální přínosy – globální zatížení z centrální kotelny na ZP a z (ne)spotřeby elektřiny						
Znečišťující látka	Před realizací opatření [kg/r]		Po realizaci opatření [kg/r]		Rozdíl [kg/r]	
Tuhé látky	5,0		4,9		0,1	
SO ₂	114,6		111,5		3,1	

NO _x	261,4	130,2	131,6
CO	11,6	8,8	2,9
CO ₂	307 274	217 488	89 786
Ekonomická efektivnost			
CF projektu [tis.Kč/r]	883	Doba hodnocení [roky]	25
Prostá doba návratnosti [roky]	14,0	Diskont [%]	4,5
Reálná doba návratnosti [roky]	22,7	NPV [tis.Kč]	437
		IRR [%]	4,8
Auditor:	Ing. Plamen Penkov, CSc.	Číslo osvědčení:	187 / 2003
Podpis:		Datum:	prosinec 2008

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Základní údaje o dodavateli el. energie, odběrném místě a podmínkách dodávky	9
Tab. 2 - Základní údaje o dodavateli zemního plynu, odběrném místě a podmínkách dodávky.....	10
Tab. 3 - Soupis základních údajů o energetických vstupech - průměr za poslední tři roky před realizací projektu.....	10
Tab. 4 – Bilance výroby energie z vlastních zdrojů	11
Tab. 5 – Základní technické ukazatelé vlastních energetických zdrojů - průměr za poslední tři roky před realizací projektu	11
Tab. 6 - Základní informace o zdrojích tepla – kotlích na ZP instalovaných v předmětu EA	13
Tab. 7 - Základní parametry posuzovaných budov v areálu vzdělávacího centra	17
Tab. 8 - Charakteristiky hlavní budovy	17
Tab. 9 - Parametry ochlazovaných konstrukcí hlavní budovy	18
Tab. 10 - Vybrané výsledné ukazatele hodnocení ochlazovaných konstrukcí hlavní budovy	18
Tab. 11 - Charakteristiky budovy tělocvičny	19
Tab. 12 - Parametry ochlazovaných konstrukcí budovy tělocvičny	19
Tab. 13 – Vybrané výsledné ukazatele hodnocení ochlazovaných konstrukcí budovy tělocvičny.....	19
Tab. 14 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí Hlavní budovy – pro stávající výchozí stav, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$.20	
Tab. 15 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním Hlavní budovy – pro stávající výchozí stav, $Q_C = Q_{P+} Q_V$	21
Tab. 16 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí budovy Tělocvičny, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$	22
Tab. 17 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním budovy Tělocvičny, $Q_C = Q_{P+} Q_V$	23
Tab. 18 – Klimatické podmínky a výchozího období roků 2005-2007	25
Tab. 19 – Roční energetická bilance předmětu EA pro výchozí období (průměr let 2005-2007).....	26
Tab. 20 – Upravená energetická bilance předmětu EA na referenční rok	26
Tab. 21 – Podrobná struktura spotřeby jednotlivých forem energie pro referenční rok u jednotlivých objektů	26
Tab. 22 – Přehled úprav u jednotlivých stavebních konstrukcí a jejich investiční náročnost	30
Tab. 23 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí hlavní budovy po rekonstrukci, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$	31

Tab. 24 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním hlavní budovy po rekonstrukci, $Q_C = Q_P + Q_V$	31
Tab. 25 – Základní tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí budovy tělocvičny po rekonstrukci, $Q_0 = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_{im} - \theta_e)$	32
Tab. 26 – Celková tepelná ztráta prostupem a větráním budovy tělocvičny po rekonstrukci, $Q_C = Q_P + Q_V$	32
Tab. 27 – Hodnocení obou budov dle ČSN 73 05 40-2/2007 po rekonstrukci	33
Tab. 28 - Rozdělení energeticky úsporných opatření z pohledu investiční náročnosti	36
Tab. 29 – Přehled ekonomických nákladů a přínosů navrhovaných souborů energeticky úsporných opatření (SEÚO)	38
Tab. 30 - Upravená energetická bilance VEÚP č. 1	40
Tab. 31 - Upravená energetická bilance Varianty EÚP č. 2	41
Tab. 32 – Výsledky ekonomického hodnocení navržených variant EÚP	42
Tab. 33 – Bilance paliv a energie před a po realizaci varianty EÚP č. 1	43
Tab. 34 – Bilance paliv a energie před a po realizaci varianty EÚP č. 2	44
Tab. 35 - Emisní parametry stávajícího a nového spalovacího zdroje na ZP	44
Tab. 36 - Emisní faktory pro elektřinu dodávanou z elektrizační soustavy ČR	44
Tab. 37 – Bilance emisí znečišťujících látek na lokální a globální úrovni před a po realizaci varianty EÚP č. 1	45
Tab. 38 – Bilance emisí znečišťujících látek na lokální a globální úrovni před a po realizaci varianty EÚP č. 2	45

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA č. 1: Energetické vstupy pro léta 2005, 2006 a 2007

PŘÍLOHA č. 2: Emisní faktory úspory či náhrady elektřiny ze sítě

PŘÍLOHA č. 3: Energetické štítky obálek hodnocených budov

PŘÍLOHA Č. 1 - ENERGETICKÉ VSTUPY PRO ROKY 2005, 2006 A 2007

Tab. 1 - Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2005

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Roční náklady [Kč]
2005.1	Nákup el.energie	MWh	109,2	3,6	393,0	375 442,5
2005.2	Nákup tepla	GJ		1,0	0	
2005.3	Zemní plyn	tis.m ³	89,9	34,05	3 062,4	703 549,6
2005.4	Hnědé uhlí	t		16,4	0	
2005.5	Černé uhlí	t		23,1	0	
2005.6	Koks	t		28,9	0	
2005.7	Jiná pevná paliva	t		14,0	0	
2005.8	TTO	t			0	
2005.9	LTO	t		35,7	0	
2005.10	Nafta	t			0	
2005.11	Jiné plyny	t			0	
2005.12	Druhotná energie	GJ			0	
2005.13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³			0	
2005.14	Jiná paliva	GJ		1,0	0	
2005.15	Celkem vstupy paliv a energie				3 455	1 078 992
2005.16	Změna stavu zásob (inventarizace)					
2005.17	Celkem spotřeba paliv a energie				3 455	1 078 992

Tab. 2 - Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2006

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Roční náklady [Kč]
2006.1	Nákup el.energie	MWh	108,1	3,6	389,1	391 603,7
2006.2	Nákup tepla	GJ		1,0	0,0	
2006.3	Zemní plyn	tis.m ³	85,3	34,1	2 906,1	888 036,8
2006.4	Hnědé uhlí	t		16,4	0,0	
2006.5	Černé uhlí	t		23,1	0,0	
2006.6	Koks	t		28,9	0,0	
2006.7	Jiná pevná paliva	t		14,0	0,0	
2006.8	TTO	t			0,0	
2006.9	LTO	t		35,7	0,0	
2006.10	Nafta	t			0,0	
2006.11	Jiné plyny	t			0,0	
2006.12	Druhotná energie	GJ			0,0	
2006.13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³			0,0	
2006.14	Jiná paliva	GJ		1,0	0,0	
2006.15	Celkem vstupy paliv a energie				3 295,2	1 279 640,5
2006.16	Změna stavu zásob (inventarizace)					
2006.17	Celkem spotřeba paliv a energie				3 295,2	1 279 640,5

Tab. 3 - Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2007

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Roční náklady [Kč]
2007.1	Nákup el.energie	MWh	107,0	3,6	385,25	412 276,8
2007.2	Nákup tepla	GJ		1,0	0,00	
2007.3	Zemní plyn	tis.m ³	80,2	34,1	2 730,80	748 432,9
2007.4	Hnědé uhlí	t		16,4	0,00	
2007.5	Černé uhlí	t		23,1	0,00	
2007.6	Koks	t		28,9	0,00	
2007.7	Jiná pevná paliva	t		14,0	0,00	
2007.8	TTO	t			0,00	
2007.9	LTO	t		35,7	0,00	
2007.10	Nafta	t			0,00	
2007.11	Jiné plyny	t			0,00	
2007.12	Druhotná energie	GJ			0,00	
2007.13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³			0,00	
2007.14	Jiná paliva	GJ		1,0	0,00	
2007.15	Celkem vstupy paliv a energie				3 116,05	1 160 709,7
2007.16	Změna stavu zásob (inventarizace)					
2007.17	Celkem spotřeba paliv a energie				3 116,05	1 160 709,7

PŘÍLOHA Č. 2: VÝPOČET EMISNÍCH FAKTORŮ VÝROBY/ÚSPORY ELEKTŘINY ZE SYSTÉMOVÝCH ELEKTRÁREN SKUPINY ČEZ V ČR

Souhrnné emise škodlivin v r 2007 u ČEZ:	CO	TZL	NOx	SO2	CO2
tuny	4152	2954	67339	67466	38309904

Celková výroba tepla na "emisních" zdrojích elektřiny v roce 2007:	342905	TJ	95,25	TWh
Souhrnný prodej tepla v roce 2007:	15541	TJ		
korekce o teplo z EDU a JETE (odhad)	2000	TJ		
Celková spotřeba tepla na výrobu elektřiny v elektrárnách produkujících emise v roce 2007:	329364	TJ		
Celková výroba elektřiny ČEZ v roce 2007:	65,992	TWh	237571	TJ
z toho z uhelných elektráren	38,15	TWh	137340	TJ

Emisní faktory elektřiny pro bilanční výpočet úspor emisí realizací úsporných opatření v konečné spotřebě:

Při zohlednění míry ztrát při přenosu a distribuci elektřiny (dle statistiky za rok 2007): 7,59%

Průměrné emisní faktory elektřiny vyrobené v uhelných elektrárnách ČEZ provozovaných v ČR v roce 2007:

Škodlivina:	CO	TZL	NOx	SO2	CO2
Emisní faktor dané škodliviny v kg v přepočtu na GJ elektřiny	0,031	0,022	0,510	0,511	290
Emisní faktor dané škodliviny v kg v přepočtu na MWh elektřiny	0,113	0,080	1,835	1,838	1044

**) Po odpočtu emisí připadajících na teplo využitě pro jiné účely než výrobu elektřiny (k dodávce odběratelům napojeným na systémy CZT, do nichž elektrárny teplo dodávají)*

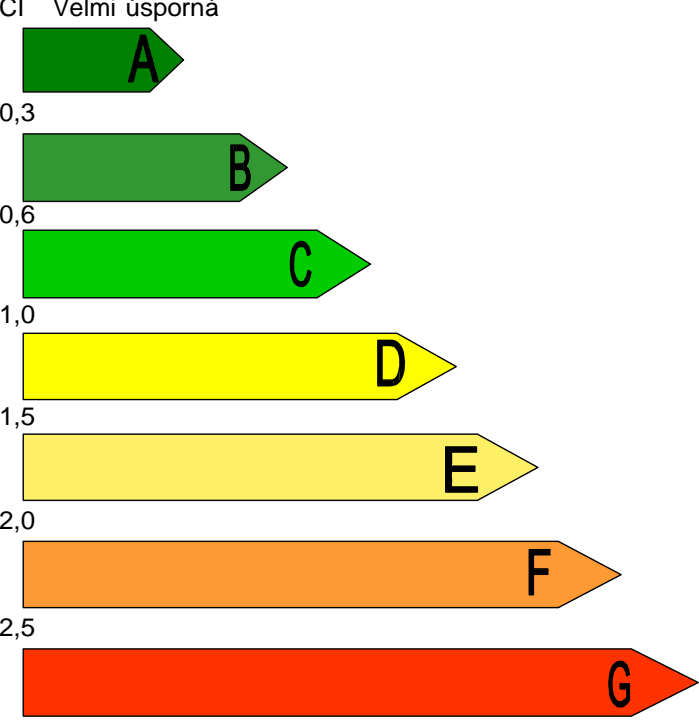
Průměrné emisní faktory elektřiny za všechny elektrárny ČEZ v ČR v roce 2007:

Škodlivina:	CO	TZL	NOx	SO2	CO2
Emisní faktor dané škodliviny v kg v přepočtu na GJ elektřiny	0,018	0,013	0,295	0,295	168
Emisní faktor dané škodliviny v kg v přepočtu na MWh elektřiny	0,065	0,047	1,061	1,063	603

Zdroj: Veřejné informace publikované ČEZ a ERÚ za rok 2007

PŘÍLOHA Č. 3: ENERGETICKÉ ŠTÍTKY OBÁLEK BUDOV A PROTOKOLY K NIM

Energetický štítek a protokol objektu **hlavní budovy** s parametry obvodových konstrukcí před realizací opatření a s výsledným klasifikačním ukazatelem prostupu tepla obálkou „CI“ včetně vyznačení jeho zlepšení po realizaci navrhovaných opatření:

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY							
Typ budovy, místní označení Škola - Hlavní budova					Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy							
Celková podlahová plocha $A_c =$ 6 275 m ²					stávající	doporučení	
CI Velmi úsporná 						0,59	
					1,55		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve W/(m ² K) $U_{em} = H_T / A$					1,15	0,48	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro A / V =					0,29		
CI	0,30	0,60	(0,75)´	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,25	0,49	0,61	0,82	1,12	1,42	2,13
Platnost štítku do -			Datum prosinec 2008				
Štítek vypracoval			Jméno a příjmení				
			Klasifikace		E - Nehospodárná		

Protokol k energetickému štítku obálky budovy - STÁVAJÍCÍ STAV

Identifikační údaje

Druh stavby (např. rodinný dům , nemocnice, hotel...)	Skola - Hlavní budova
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	
Katastrální území a katastrální číslo	
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³	23 490
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	6 794
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³	0,29
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{im} °C	20
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e °C	-12

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$)	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]
stěna suterénní, CPP 600	415,4	1,13	0,38 (0,25)	1,00	469,4
stěna nad terénem, CPP 600	623,2	1,15	0,38 (0,25)	1,00	716,7
stěna nad terénem, CPP 450	1557,9	1,43	0,38 (0,25)	1,00	2 227,8
okna - původní	200,0	2,90	1,7 (1,2)	1,15	667,0
okna vyměněná před plán.rekonstrukcí	497,2	1,50	1,7 (1,2)	1,15	857,7
vchodové dveře původní	5,5	4,50	3,5 (2,3)	1,15	28,5
vchodové dveře plastové	9,2	1,50	3,5 (2,3)	1,15	15,9
střecha plochá	1406,1	0,87	0,24 (0,16)	1,00	1 223,3
strop pod sedlovou střechou	336,7	1,30	0,24 (0,16)	1,00	437,7
podlaha na terénu	1742,8	0,65	0,45 (0,30)	0,43	487,1
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	6 794,0	0,1		1,00	679,4
Celkem	6 794,0				7 810,4

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/ K	7 810,4
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/ (m²K)	1,15
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/ (m²K)	0,61
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/ (m²K)	0,82
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/ (m²K)	1,42

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	Uem [W/(m2K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		obecně	pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	0,3.Uem,rq	0,25
B - C	0,6	0,6.Uem,rq	0,49
(C1 - C2)	(0,75)	(0,75.Uem,rq)	0,61
C - D	1,0	Uem,rq	0,82
D - E	1,5	0,5.(Uem,rq+Uem,s)	1,12
E - F	2,0	Uem,s = Uem,rq+0,6	1,42
F - G	2,5	1,5.Uem,s	2,13

Klasifikace:

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:

E - Nehospodárná

prosinec 2008

Protokol k energetickému štítku obálky budovy - NÁVRH

Identifikační údaje

Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...)	Škola - Hlavní budova
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	
Katastrální území a katastrální číslo	
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³	23 490
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	6 794
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³	0,29
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{im} °C	20
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e °C	-12

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$)	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]
stěna suterénní, CPP 600	415,4	1,13	0,38 (0,25)	1,00	469,4
stěna nad terénem, CPP 600	623,2	0,24	0,38 (0,25)	1,00	149,6
stěna nad terénem, CPP 450	1557,9	0,25	0,38 (0,25)	1,00	389,5
okna - původní	200,0	1,20	1,7 (1,2)	1,15	276,0
okna vyměněná před plán.rekonstrukcí	497,2	1,50	1,7 (1,2)	1,15	857,7
vchodové dveře původní	5,5	2,30	3,5 (2,3)	1,15	14,5
vchodové dveře plastové	9,2	1,50	3,5 (2,3)	1,15	15,9
střecha plochá	1406,1	0,16	0,24 (0,16)	1,00	225,0
strop pod sedlovou střechou	336,7	0,16	0,24 (0,16)	1,00	53,9
podlaha na terénu	1742,8	0,65	0,45 (0,30)	0,43	487,1
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	6 794,0	0,05		1,00	339,7
Celkem	6 794,0				3 278,2

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/ K	3 278,2
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/ (m²K)	0,48
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/ (m²K)	0,61
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/ (m²K)	0,82
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/ (m²K)	1,42

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		obecně	pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	0,3. $U_{em,rq}$	0,25
B - C	0,6	0,6. $U_{em,rq}$	0,49
(C1 - C2)	(0,75)	(0,75. $U_{em,rq}$)	0,61
C - D	1,0	$U_{em,rq}$	0,82
D - E	1,5	0,5.($U_{em,rq}+U_{em,s}$)	1,12
E - F	2,0	$U_{em,s} = U_{em,rq}+0,6$	1,42
F - G	2,5	1,5. $U_{em,s}$	2,13

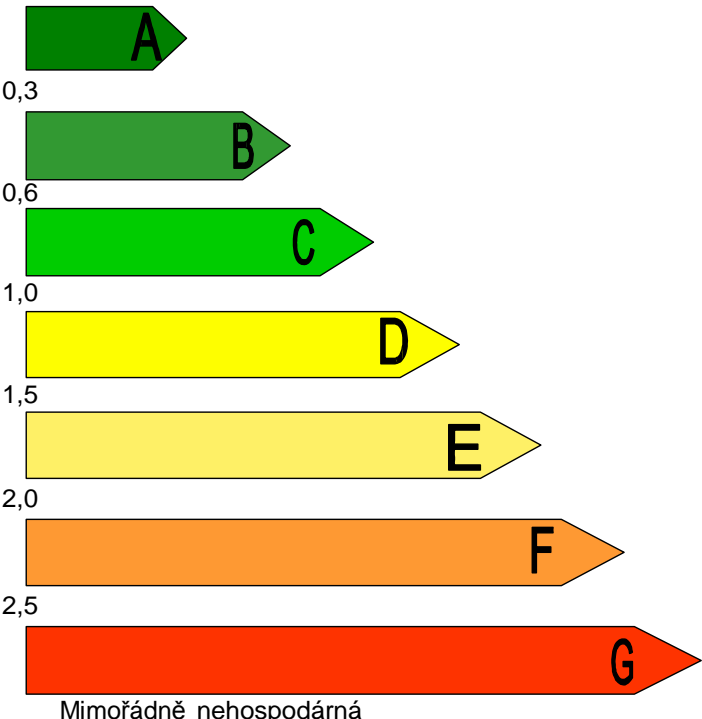
Klasifikace:

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:

B - Úsporná

prosinec 2008

Energetický štítek a protokol objektu **tělocvičny** s parametry obvodových konstrukcí před realizací opatření a s výsledným klasifikačním ukazatelem prostupu tepla obálkou „CI“ včetně vyznačení jeho zlepšení po realizaci navrhovaných opatření:

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY							
Typ budovy, místní označení Škola - budova tělocvičny				Hodnocení obálky budovy			
Adresa budovy							
Celková podlahová plocha $A_c =$ 580 m ²				stávající		doporučení	
CI Velmi úsporná 						0,57	
				1,97			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2K)$ $U_{em} = H_T / A$				1,30		0,42	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $A / V =$				0,35			
CI	0,30	0,60	(0,75)´	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,22	0,43	0,54	0,72	1,02	1,32	1,99
Platnost štítku do -				Datum prosinec 2008			
Štítek vypracoval				Jméno a příjmení			
				Klasifikace E - Nehospodárná			

Protokol k energetickému štítku obálky budovy - STÁVAJÍCÍ STAV

Identifikační údaje

Druh stavby (např. rodinný dům , nemocnice, hotel...)	Škola - budova tělocvičny
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	
Katastrální území a katastrální číslo	
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³	5 560
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	1 969
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³	0,35
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{im} °C	18
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e °C	-12

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$)	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]
stěna obvodová, lehká	623,2	0,89	0,30 (0,20)	1,00	554,6
výplně otvorů - původní	174,0	4,50	1,7 (1,2)	1,15	900,5
střecha plochá	586,0	0,95	0,24 (0,16)	1,00	556,7
podlaha na terénu	586,0	0,65	0,45 (0,30)	0,43	163,8
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	1 969,2	0,2		1,00	393,8
Celkem	1 969,2				2 569,4

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/ K	2 569,4
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/ (m²K)	1,30
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/ (m²K)	0,54
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/ (m²K)	0,72
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/ (m²K)	1,32

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		obecně	pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	0,22
B - C	0,6	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	0,43
(C1 - C2)	(0,75)	($0,75 \cdot U_{em,rq}$)	0,54
C - D	1,0	$U_{em,rq}$	0,72
D - E	1,5	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	1,02
E - F	2,0	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	1,32
F - G	2,5	$1,5 \cdot U_{em,s}$	1,99

Klasifikace:

E - Nehospodárná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:

prosinec 2008

Protokol k energetickému štítku obálky budovy - NÁVRH

Identifikační údaje

Druh stavby (např. rodinný dům , nemocnice, hotel...)	Škola - budova tělocvičny
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	
Katastrální území a katastrální číslo	
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³	5 560
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	1 969
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³	0,35
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{im} °C	18
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e °C	-12

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$)	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla [W/K]
stěna obvodová, lehká	623,2	0,20	0,30 (0,20)	1,00	124,6
výplně otvorů - původní	174,0	1,20	1,7 (1,2)	1,15	240,1
střecha plochá	586,0	0,16	0,24 (0,16)	1,00	93,8
podlaha na terénu	586,0	0,65	0,45 (0,30)	0,43	163,8
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	1 969,2	0,1		1,00	196,9
Celkem	1 969,2				819,2

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/ K	819,2
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/ (m²K)	0,42
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/ (m²K)	0,54
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/ (m²K)	0,72
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/ (m²K)	1,32

Klasifikační třídy prostupu tepla obálku hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		obecně	pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	0,3. $U_{em,rq}$	0,22
B - C	0,6	0,6. $U_{em,rq}$	0,43
(C1 - C2)	(0,75)	(0,75. $U_{em,rq}$)	0,54
C - D	1,0	$U_{em,rq}$	0,72
D - E	1,5	0,5.($U_{em,rq}+U_{em,s}$)	1,02
E - F	2,0	$U_{em,s} = U_{em,rq}+0,6$	1,32
F - G	2,5	1,5. $U_{em,s}$	1,99

Klasifikace:

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:

B - Úsporná

prosinec 2008



Evropská unie

Spolufinancováno z Prioritní osy 8 OPŽP – Technické pomoci,
financované z Fondu soudržnosti

Ministerstvo životního prostředí

Státní fond životního prostředí České republiky

www.opzp.cz

Zelená linka 800 260 500

dotazy@sfzp.cz