



Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Výzkumné energetické centrum
17. listopadu 15/2172
708 33 Ostrava – Poruba



ENERGETICKÝ AUDIT

Návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě

Datum provedení:	16.8. 2013
<u>Zpracovatelé:</u>	
Tým pracovníků VŠB - TU, VEC pod vedením:	Doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek
Vedoucí úkolu:	Ing. Michal Židek, Ph.D.
Energetický auditor:	Ing. Michal Židek, Ph.D.
Razítko auditora:	
Rozdělovník:	2 ks – Matiční gymnázium, Ostrava 1 ks - archiv VEC

OBSAH:

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO AUDITU.....	3
1.1 Identifikace	3
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	4
2.1 Vstupní podklady	4
2.2 Základní údaje o předmětu energetického auditu	4
2.2.1 Název předmětu energetického auditu	4
2.2.2 Základní popis	4
2.2.3 Identifikace činnosti	5
2.2.4 Účel zpracování energetického auditu	5
2.2.5 Situační plán umístění objektu.....	7
2.2.6 Výčet všech energeticky významných spotřebičů	7
2.3 Energetické vstupy a výstupy.....	7
2.3.1 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech	8
2.4 Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech.....	11
3. VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE	12
3.1 Popis zdrojů tepla.....	12
3.1.1 Technické parametry zdrojů tepla.....	12
4. ROZVODY ENERGIÍ	13
4.1 Rozvody EE.....	13
4.2 Rozvody tepla a TV.....	13
5. SPOTŘEBIČE ENERGIÍ.....	14
5.1 Osvětlení	14
5.2 Ostatní spotřebiče EE	14
5.3 Objekt.....	14
5.3.1 Stavební popis – stávající stav	14
6. SPOTŘEBA TEPLA	16
6.1 Vytápění	16
6.2 Rozvody tepla a TV.....	16
7. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	17
7.1 Výchozí roční energetická bilance.....	17
7.2 Zhodnocení rozvodů tepla a TV	17
7.3 Zhodnocení rozvodů EE.....	17
7.4 Zhodnocení hospodárnosti nakládání s energií – zjištění auditu	18
8. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY.....	19
8.1 NO1 – Beznákladová opatření	19
8.1.1 NO1.1 – Výchova energeticky uvědomělému chování	19
8.2 NO2 – Vysokonákladová opatření.....	23
8.2.1 NO2.1 Zateplení obvodového zdiva objektu	23
8.2.2 NO2.2 Výměna stávajících otvorových výplní	25
8.2.3 NO2.3 Zateplení střechy pavilónu C.....	28
8.2.4 NO2.4 Zateplení stropních konstrukcí přemostění	31
9. ZVOLENÉ VARIANTY ŘEŠENÍ	34
9.1 Definování variant	34



9.2	Varianta I	34
9.3	Varianta II	36
9.4	Potenciál dosažitelných energetických úspor	39
10.	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	40
10.1	Základní vstupní údaje	40
10.2	Ostatní vstupní údaje	40
10.3	Základní kritéria při hodnocení projektů	42
10.4	Vyhodnocení navržených variant	43
10.5	Vybraná varianta	46
10.6	Upravená energetická bilance po realizaci doporučená varianty	47
11.	ENVIRONMETÁLNÍ VYHODNOCENÍ	48
11.1	Zdroje znečištění	48
11.2	Produkce emisí	49
11.3	Úspory emisí	51
12.	STANOVENÍ VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE	53
13.	ZÁVĚR	54
13.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	54
13.2	Potenciál dosažitelných energetických úspor	54
13.3	Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu	54
13.3.1	Vybraná varianta	55
13.4	Doporučení auditora k realizaci navrženého energeticky úsporného projektu	55
14.	EVIDENČNÍ LIST AUDITU	57
15.	SEZNAM PŘÍLOH	61
16.	PŘÍLOHY	62



1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉHO AUDITU

1.1 Identifikace

ZADAVATEL ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název firmy	Matiční gymnázium, Ostrava, příspěvková organizace
Adresa	Dr. Šmerala 25, 728 04 Ostrava
IČ	00842761
Zástupce	Mgr. Ladislav Vasevič– ředitel školy 596 116 239, info@mgo.cz
PROVOZOVATEL PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název firmy	Matiční gymnázium, Ostrava, příspěvková organizace
Adresa	Dr. Šmerala 25, 728 04 Ostrava
IČ	00842761
Zástupce	Mgr. Ladislav Vasevič– ředitel školy 596 116 239, info@mgo.cz
ZPRACOVATELÉ PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název firmy	VŠB–Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum
Adresa	17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba
IČ	61989100
Zástupce	doc.Dr.Ing.Tadeáš Ochodek, ředitel VEC
Vedoucí úkolu	Ing. Židek Michal, Ph.D., manažer projektů
Vypracoval	Ing. Pavloková Petra
Spolupracovali	Ing. Žlebek Michal
ENERGETICKÝ AUDITOR	
Jméno	Ing. Židek Michal, Ph.D., energetický auditor
Adresa	Havlíčkovo náměstí 782/7, 708 00 Ostrava – Poruba
Datum vydání osvědčení o zapsání do seznamu energetických auditorů	zapsán v seznamu energetických auditorů na MPO pod číslem 0771 ze dne 20.11. 2009
IDENTIFIKACE PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	
Předmět EA	Předmětem EA je návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě.
Umístění (adresa)	Dr. Šmerala 25, 728 04 Ostrava



2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 Vstupní podklady

Pro vypracování předkládaného EA sloužily písemné podklady, dílem předané zadavatelem a dílem získané úsilím zpracovatele.

Vstupní údaje byly získány z dostupných materiálů, prohlídky objektu, prohlídky zařízení a z dokladů o spotřebě energií.

Seznam obdržených materiálů:

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

➤ Půdorysy, pohledy a řez objektu v papírové podobě.

DALŠÍ OBRDŽENÁ DATA A MATERIÁLY

- Spotřeby elektrické energie za roky 2012, 2011, 2010.
- Spotřeby tepla a ZP za roky 2012, 2011, 2010.

V průběhu zpracování navštívil zpracovatel energetického auditu objekt Matičního gymnázia v Ostravě, seznámil se s jeho dispozičním využitím a prohlédl si energetická zařízení a zdroje tepla.

2.2 Základní údaje o předmětu energetického auditu

2.2.1 **Název předmětu energetického auditu**

Předmětem zpracování energetického auditu je dle požadavků investora návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě.

2.2.2 **Základní popis**

Počátky Matičního gymnázia sahají do roku 1897, kdy bylo založeno jako první česká střední škola v Ostravě. K 30. lednu 1908 bylo dosud soukromé klasické gymnázium císařským rozhodnutím zestátněno, čímž obdrželo právo vydávat vysvědčení celostátně platná a konat maturitní zkoušky

Období 1. republiky je spojeno s rozkvětem školy. Rostoucí zájem o studium na Matičním gymnáziu vedl k rychlému nárůstu počtu studentů, kterých už tehdy bylo víc než 500.

2. světová válka znamenala pro gymnázium velmi těžké časy. Hned po Mnichovu se stalo přirozeným útočištěm žáků z odtržených oblastí Sudet.

Systematická výuka po 2. světové válce byla zahájena až od školního roku 1946/47. Na podzim roku 1947 oslavila škola 50. výročí svého trvání.

Po únoru 1948 musela školu opustit řada profesorů odlišné politické orientace či těch, kteří setrvali při svém náboženském přesvědčení. Osmileté gymnázium zaniklo. Žáci prim až kvart byli nuceni přejít na místní školy 2. stupně, z kvint až oktáv vzniklo nové čtyřleté gymnázium, které se vrátilo do původní budovy Matiční 5. To se v roce 1953 přeměnilo na

nový typ školy – jedenáctiletou střední školu. Nevyhovující prostory školy byly ale vyřešeny až v roce 1961, kdy byla na vedlejší parcele Matiční 7 postavena nová školní budova s vchodem z ulice Dr. Šmerala. Přemostěním Matiční ulice byla připojena i další nová budova s jídelnou a tělocvičnami. Prostranství na Matiční ulici bylo upraveno na hřiště. V 60. letech se škola výrazně rozrostla i co do počtu studentů. Vzhledem k prodloužení povinné školní docházky na 9 let byla změněna na dvanáctiletou, spojena se Střední všeobecně vzdělávací školou v Přívoze a její součástí se stala i střední škola pro pracující. Byla tak největší střední školou v Ostravě.

Od 1. září 1969 se škola stala opět gymnáziem. Po srpnové invazi poznamenala i gymnázium léta tuhé normalizace, ať již v oblasti jejího personálního složení, výuky či mimoškolní činnosti. Tento stav trval v zásadě až do roku 1989.

27. listopadu 1989 se škola zúčastnila generální stávky. Byl zrušen systém odborné přípravy, zavedený na konci 70. let, a škola se vrátila ke svému staronovému poslání – připravovat studenty ke studiu na vysokých školách. Od školního roku 1995/96 se opět stala víceletým gymnáziem se čtyřletým i osmiletým cyklem. V roce 1997 se uskutečnily velké oslavy a vzpomínkové akce při příležitosti oslav stoletého výročí školy. V roce 2007 oslavilo Matiční gymnázium už 110. jubileum.

Pozn.: Výše uvedené údaje jsou z internetových stránek Matičního gymnázia v Ostravě.

Objekt Matičního gymnázia se skládá ze tří pavilónů A, B a C. Pod částí objektu C se nachází CO kryty. V minulých letech došlo k výměně okenních výplní a zateplení střešního pláště.

Potřeby tepla pro vytápění jsou pokryty z výměňkových stanic umístěných v objektu. Teplo do objektu dodává společnost Dalkia Česká republika, a.s.

2.2.3 Identifikace činnosti

Identifikace činnosti	
Činnost	Vzdělávací a výchovná
Počet zaměstnanců	cca 53

Tab. č. 1 – Identifikace činnosti

2.2.4 Účel zpracování energetického auditu

Předmětem zpracování energetického auditu je dle požadavků investora návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě.

Účel tohoto záměru vychází ze strategické koncepce v oblasti efektivního hospodaření s energiemi a zvyšování konkurenceschopnosti při respektování udržitelného rozvoje společnosti. Přínosem projektu je především snížení spotřeby energií v objektu.

Energetický audit je zpracován dle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů (zákon č. 318/2012 Sb., vyhláška č. 480/2012 Sb.) a hodnotí celý objekt jako komplex.



Účelem energetického auditu je zjištění hodnot energetických a finančních toků, specifikace energetické a finanční náročnosti spojené s realizací navrhovaných opatření, zdůvodněných souborem ekonomických ukazatelů v rozsahu, který je dán podstatou navrhovaných opatření. Uvedené vyhodnocení je provedeno na základě technických a cenových podkladů, dostupných při zpracování energetického auditu.

Analýza variant jednotlivých opatření umožní srovnání investiční a provozní náročnosti navrhovaných technických řešení.

Výsledky jsou uvedeny v tabulkové podobě. Jsou tak srovnávány varianty řešení, vycházející z technického řešení energetického hospodářství areálu a zahrnující soubor racionálních opatření.

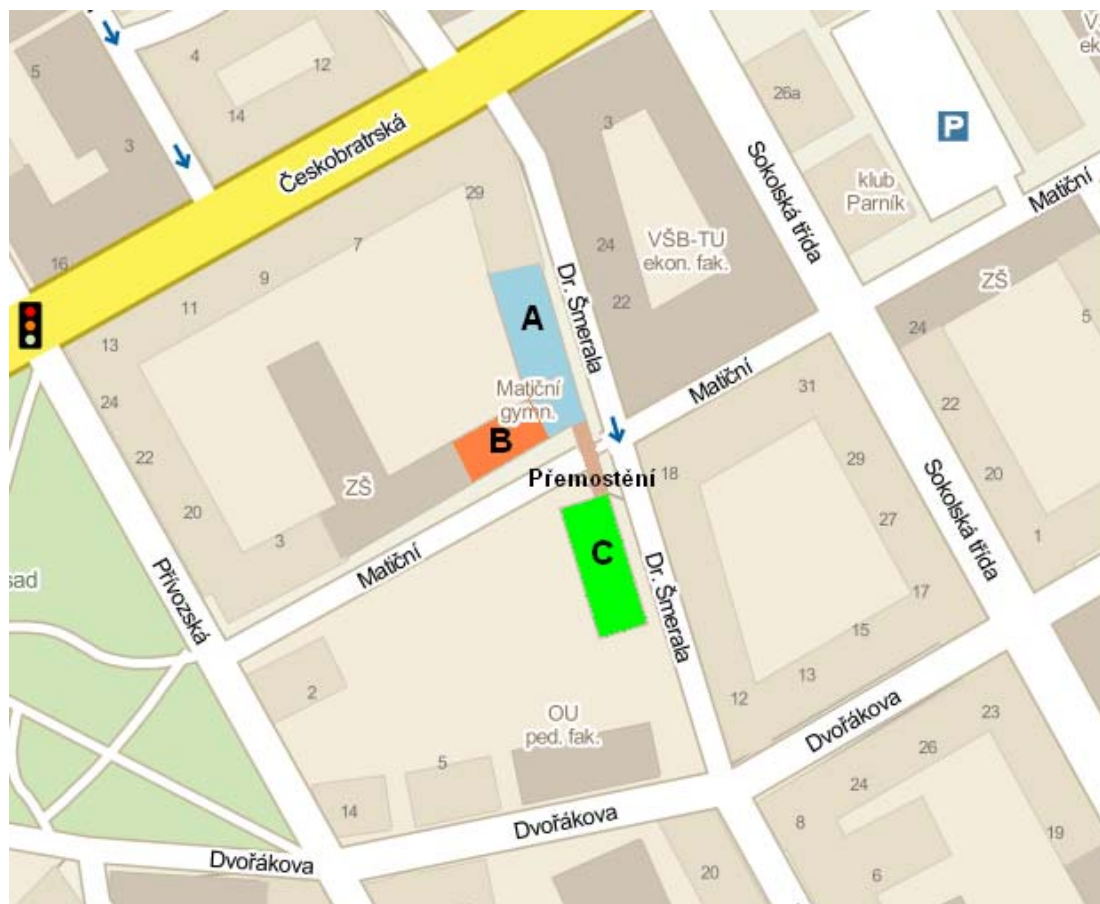
Realizováním opatření, vedoucích k ekonomicky výhodné spotřebě energie specifikovaných v auditu, se sleduje:

- Snížení spotřeby energie a tím zvýšení pozitivního vlivu na životní prostředí.
- Snížení produkce emisí do okolí a tím zvýšení pozitivního vlivu na životní prostředí.
- Ekonomická výhodnost opatření, stanovením investičních nákladů na realizaci opatření a minimalizace provozních nákladů, majících vliv na spotřebu energie.
- Praktické zabezpečení teoreticky vypočítaných hodnot spotřeby energie a jejich udržování na trvalé úrovni.

Výstupem energetického auditu je zpráva a evidenční list EA. Výstupy obsahují doporučení pro optimalizaci spotřeby energie.

Jednotlivá opatření se realizují v pořadí a termínech, určených časovými potřebami a finančními možnostmi investora.

2.2.5 Situační plán umístění objektu



Obr. č. 1 – Orientační plánek areálu

2.2.6 Výčet všech energeticky významných spotřebičů

Komfort v objektu je zajišťován celou řadou energetických spotřebičů.

- Vytápění.
- Spotřeba TV.
- Osvětlení.
- Ostatní spotřeba EE.

2.3 Energetické vstupy a výstupy

Z veřejných sítí odebírá objekt elektrickou energii (EE), teplo a zemní plyn (ZP). Dodavatelé a ceny jednotlivých energií jsou součástí následující kapitoly. V části objektu C jsou prostory dlouhodobě pronajaty pro provoz kuchyně a školní jídelny Základní školy v Matiční ulici. Do těch prostor dodává zadavatel EA pouze teplo. Vzhledem k tomu, že se jedná o celkové zateplení objektu jsou tyto spotřeby tepla do bilančních výpočtů zahrnuty.

2.3.1 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

- **Elektrická energie**

Dodavatelem EE do objektu je v současné době společnost CENTROPOL ENERGY, a.s. Spotřeby EE a platby za EE v jednotlivých letech byly obdrženy od zadavatele EA.

V následujících tabulkách jsou získané údaje shrnuty.

2010	Spotřeba EE	Celkem platba
	MWh	tis.Kč
Leden - Únor	17,723	73,460
Březen	8,339	31,878
Duben	6,585	25,313
Květen	7,257	27,828
Červen	5,323	20,590
Červenec	2,258	9,120
Srpen	2,993	11,870
Září	6,208	23,902
Říjen	8,197	31,346
Listopad	9,267	35,351
Prosinec	8,290	31,694

Tab. č. 2 – Spotřeba EE - 2010

2011	Spotřeba EE	Celkem platba
	MWh	tis.Kč
Leden	9,924	40,927
Únor	8,068	33,398
Březen	7,199	29,873
Duben	5,944	24,783
Květen	5,415	22,637
Červen	4,924	20,645
Červenec	2,391	10,371
Srpen	3,258	13,887
Září	5,828	24,312
Říjen	7,315	30,344
Listopad	9,465	39,065
Prosinec	8,721	36,047

Tab. č. 3 – Spotřeba EE - 2011

2012	Spotřeba EE	Celkem platba
	MWh	tis.Kč
Leden - Únor	20,501	94,004
Březen	7,717	33,378
Duben	6,442	27,974
Květen	5,461	23,816
Červen	5,262	22,973
Červenec	2,711	12,162
Srpen	3,564	15,777
Září	6,335	27,520
Říjen	8,765	37,819
Listopad	11,273	48,448
Prosinec	9,271	39,964

Tab. č. 4 – Spotřeba EE - 2012

Období	Nákup EE	Náklady	Měrné náklady
	MWh	tis.Kč	Kč/MWh
2010	82,4	322,4	3 910,2
2011	78,5	326,3	4 159,1
2012	87,3	383,8	4 396,6

Tab. č. 5 – Nákup, náklady a měrné náklady na EE – 2010 až 2012

- **Teplo**

Dodavatelem tepla do objektu je v současné době společnost Dalkia Česká republika, a.s. Spotřeby a platby za teplo byly obdrženy od zadavatele EA.

V následujících tabulkách jsou získané údaje shrnuty.

Pozn.: Platba za teplo zahrnuje i platbu za nevrácený kondenzát.

2010	Teplo		Nevrácený kondenzát		Platba
	GJ	Kč/GJ	t	Kč/t	tis.Kč
Leden	632,0	385,2	12,6	112,7	244,9
Únor	497,0	385,2	9,9	112,7	192,6
Březen	363,0	385,2	7,3	112,7	140,7
Duben	183,0	385,2	3,7	112,7	70,9
Květen	98,0	385,2	2,0	112,7	38,0
Červen	43,0	385,2	0,9	112,7	16,7
Červenec	1,0	385,2	0,1	112,7	0,4
Srpen	0,0	385,2	0,0	112,7	0,0
Září	77,0	385,2	1,6	112,7	29,8
Říjen	263,0	385,2	5,4	112,7	101,9
Listopad	221,0	385,2	4,5	112,7	85,6
Prosinec	607,0	385,2	12,2	112,7	235,2
Celkem	2 985,0	-	59,9	-	1 156,6

Tab. č. 6 – Spotřeba tepla a nevráceného kondenzátu - 2010

2011	Teplo		Nevrácený kondenzát		Platba
	GJ	Kč/GJ	t	Kč/t	tis.Kč
Leden	527,0	392,9	10,5	112,0	208,2
Únor	515,0	392,9	10,3	112,0	203,5
Březen	311,0	392,9	6,2	112,0	122,9
Duben	109,0	392,9	2,2	112,0	43,1
Květen	67,0	392,9	1,4	112,0	26,5
Červen	28,0	392,9	0,5	112,0	11,1
Červenec	1,0	392,9	0,1	112,0	0,4
Srpen	0,0	392,9	0,0	112,0	0,0
Září	0,0	392,9	0,0	112,0	0,0
Říjen	148,0	392,9	3,0	112,0	58,5
Listopad	379,0	392,9	7,5	112,0	149,7
Prosinec	393,0	392,9	7,3	112,0	155,2
Celkem	2 478,0	-	48,9	-	979,1

Tab. č. 7 – Spotřeba tepla a nevráceného kondenzátu - 2011

2012	Teplο		Nevrácený kondenzát		Platba
	GJ	Kč/GJ	t	Kč/t	tis.Kč
Leden	518,0	404,7	10,8	112,0	210,8
Únor	622,0	404,7	12,3	112,0	253,1
Březen	364,0	404,7	7,2	112,0	148,1
Duben	140,0	404,7	2,8	112,0	57,0
Květen	57,0	404,7	1,2	112,0	23,2
Červen	28,0	404,7	0,7	112,0	11,4
Červenec	0,0	404,7	0,0	112,0	0,0
Srpen	0,0	404,7	0,0	112,0	0,0
Září	47,0	404,7	1,0	112,0	19,1
Říjen	112,0	404,7	2,3	112,0	45,6
Listopad	403,0	404,7	8,1	112,0	164,0
Prosinec	526,0	404,7	10,5	112,0	214,0
Celkem	2 817,0	-	56,6	-	1 146,4

Tab. č. 8 – Spotřeba tepla a nevráceného kondenzátu - 2012

Období	Nákup tepla	Náklady	Měrné náklady
	GJ	tis.Kč	Kč/GJ
2010	2 985,0	1 156,6	387,5
2011	2 478,0	979,1	395,1
2012	2 817,0	1 146,4	407,0

Tab. č. 9 – Celková spotřeba tepla a platby za tepla v jednotlivých letech

- Zemní plyn**

Dodavatelem ZP do objektu je v současné době společnost Pragoplyn, a.s. Spotřeba ZP a platby za ZP byly obdrženy od zadavatele EA.

V následujících tabulkách jsou získané údaje shrnuty.

Období	Nákup ZP	Náklady	Měrné náklady
	kWh	tis.Kč	Kč/kWh
2010	116,5	0,8	7,2
2011	63,5	0,8	12,2
2012	95,3	0,5	5,4

Tab. č. 10 – Celková spotřeba ZP na vytápění a platby za ZP v jednotlivých letech

Pozn.: ZP je spotřebováván pouze pro laboratorní účely. Z celkového energetického toku tvoří zanedbatelnou položku.

2.4 Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

Pro rok: 2010					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet na	Roční náklady
			GJ/jednotku	MWh	tis. Kč/r
Elektřina	MWh	82,4	3,6	82,4	322,4
Teplo	GJ	2 985,0	1,0	829,2	1 156,6
ZP	MWh	0,1	3,6	0,1	0,8
Celkem vstupy paliv a energie				911,7	1 479,8
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0,0
Celkem spotřeba paliv a energie				911,7	1 479,8

Tab. č. 11 – Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech – 2010

Pro rok: 2011					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet na	Roční náklady
			GJ/jednotku	MWh	tis. Kč/r
Elektřina	MWh	78,5	3,6	78,5	326,3
Teplo	GJ	2 478,0	1,0	688,3	979,1
ZP	MWh	0,1	3,6	0,1	0,8
Celkem vstupy paliv a energie				766,8	1 306,1
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0,0
Celkem spotřeba paliv a energie				766,8	1 306,1

Tab. č. 12 – Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech – 2011

Pro rok: 2012					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet na	Roční náklady
			GJ/jednotku	MWh	tis. Kč/r
Elektřina	MWh	87,3	3,6	87,3	383,8
Teplo	GJ	2 817,0	1,0	782,5	1 146,4
ZP	MWh	0,1	3,6	0,1	0,5
Celkem vstupy paliv a energie				869,9	1 530,7
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0,0
Celkem spotřeba paliv a energie				869,9	1 530,7

Tab. č. 13 – Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech – 2012

3. VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE

3.1 Popis zdrojů tepla

Objekt je zásobován teplem na vytápění a částečně přípravu TV z CZT a EE odebírá ze sítě. Disponuje pouze decentrálními el. bojlerů pro přípravu TV, které se nacházejí na sociálních zařízeních.

Teplu do objektu je dodáváno z CZT. Objekt vlastní automatickou, bezobslužnou předávací stanici tepla (PS), která byla uvedena do provozu před topnou sezónou 1999/2000. Přívodem energie do PS je přípojka topné páry, kterou v předávací stanici využívají k ohřevu vody teplovodního systému ÚT a pro přípravu TV (potřeby školní kuchyně a sprch).

Na všech litinových otopných tělesech jsou instalovány termostatické ventily včetně termostatických hlavic.

3.1.1 Technické parametry zdrojů tepla

Položka	Technické údaje
Zdroj energie	hl. předávací stanice
Výrobce	DECON ŽILINA
Typ	SL - H880
Rok výroby	1999
Médium	pára/voda
Parametry média	180°C, 11 Mpa
Výkon	880 kW

Tab. č. 14 – Technické údaje hlavní předávací stanice



4. ROZVODY ENERGIÍ

4.1 Rozvody EE

Nejsou předmětem EA.

4.2 Rozvody tepla a TV

Nejsou předmětem EA.

5. SPOTŘEBIČE ENERGÍ

5.1 Osvětlení

Převažující osvětlení v objektu je zářivkové.

5.2 Ostatní spotřebiče EE

V objektu jsou instalovány také další drobné elektrické spotřebiče, jako jsou kancelářská, výpočetní a jiná technika.

5.3 Objekt

Objekt gymnázia se skládá ze tří navzájem navazujících a propojených pavilonů. Roku 1963 byla postavena původní školní budova s vchodem z ulice Dr. Šmerala. Přemostěním Matiční ulice byla připojena další nová budova s jídelnou a tělocvičnou. Prostranství na Matiční ulici bylo upraveno na školní hřiště. V letech 1983 až 1985 proběhla generální oprava budov gymnázia.

Hlavní školní budova se skládá z pavilonu A a B. Hlavní budova gymnázia je šestipodlažní. V 3. nadzemním podlaží je k hlavní budově připojen spojovací krček. Přemostění spojuje hlavní budovu Pavilonu A s budovou pavilonu C.

5.3.1 **Stavební popis – stávající stav**

V následující části je uveden popis stavebních konstrukcí objektu. Fotografie budovy jsou uvedeny v příloze č. 1.

- **Svislé konstrukce**

Nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonová rámová konstrukce s tradiční vyzdívkou z plných cihel tl. 300 mm.

- **Vodorovné konstrukce a podlahy**

Podlahy jsou betonové. Stropní konstrukce nad 1 PP je tvořena železobetonovou konstrukcí tl. 150 mm. Stropní konstrukce přemostění je železobetonová tl. 160 mm,

- **Střecha**

Střechy objektu jsou navrženy jako ploché, železobetonové kryté těžkou asfaltovou krytinou. Nosná konstrukce střechy je tvořena železobetonovými panely tl. 160 mm. Na železobetonové panely je provedena vrstva 160 mm ze škvárového betonu. Hydroizolační vrstva je tvořena těžkou asfaltovou lepenkou IPA 400 SH tl. 9 mm s asfaltovým nátěrem o tl. 5 mm.

V roce 2009 proběhla generální rekonstrukce střešní konstrukce části objektu, včetně přemostění. Rekonstrukce spočívala v zateplení střešní konstrukce pavilonu A, B a části přemostění. K zateplení byl použit ucelený sanační a zateplovací systém Firestone. Veškeré



původní vrstvy střešní konstrukce byly odstraněny až po stávající železobetonové stropní panely tl. 160 mm. Nová konstrukce střechy se skládá z parotěsné zábrany, na kterou je provedena pokládka tepelné izolace polystyrenovými deskami o celkové tl. 200 mm. V části přemostění je použita tepelná izolace o tl. 150 mm. Spádová vrstva o sklonu 2 % je vytvořena spádovými deskami z polystyrenu EPS 100 S o minimální tl. 20 mm. Skladba střešní konstrukce přemostění je modifikována vložením střešních desek Orsil S o tl. 50 mm pod střešní membránu z důvodu požární ochrany.

- **Úpravy povrchů**

Vnitřní a vnější povrchy jsou tvořeny omítkami.

- **Výplně otvorů**

Okna v pavilonech jsou plastová, z roku 1991, s tříkomorovým okenním profilem. Prosklení oken tělocvičen je provedeno z Carboluxu .

Původní vstupní průčelí hlavní budovy, které je provedeno jako jednoduché prosklení v ocelovém rámu, bylo vyhodnoceno jako havarijní a zcela nevhodné. V průběhu srpna 2013 proběhla výměna nevyhovujícího jednoduchého ocelového prosklení. Místo původního prosklení jsou osazeny prosklené hliníkové stěny s izolačním trojsklem stejného tvaru a členění. Vstupní dveře jsou součástí hliníkových stěn. Na vstup do dvora jsou osazena ocelová vrata s pevnou výplní s proskleným nadsvětlíkem.

6. SPOTŘEBA TEPLA

6.1 Vytápění

Energetické posouzení objektu bylo provedeno standardními postupy tepelně-technických výpočtů.

Postup prací

- Stavební průzkum objektu.
- Průzkum stavební dokumentace.
- Stanovení tepelně-technických vlastností konstrukcí.
- Výpočet tepelných ztrát a potřeby tepla na vytápění.
- Posouzení ukazatelů se současnými normovými požadavky.

Cílem práce je poskytnout podklady k hodnocení stavu objektu po tepelně-energetické stránce.

V následující tabulce jsou uvedeny tepelné ztráty a vypočtená potřeba tepla na vytápění hodnocených zón, stanovené výpočtem dle normy ČSN 73 0540-2 (2011), pro oblast Ostrava.

Výpočty jsou provedeny ve výpočtovém programu ENERGIE 2013.

Stávající stav	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	532,8	3 700,8	20

Tab. č. 15 – Tabulka tepelných ztrát a spotřeby tepla na vytápění objektu

Protokol výpočtu tepelných ztrát a potřeby tepla objektu při stávajícím stavu je uveden v příloze č. 2. Stávající součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy jsou uvedeny v příloze č. 10.

6.2 Rozvody tepla a TV

Rozvody tepla a TV jsou vedeny v objektu a jejich tepelné ztráty lze považovat jako tepelné zisky pro vytápění objektu.

Rozvody tepla a TV nejsou předmětem energetického auditu.

7. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

V následujícím textu a tabulkách je provedeno zhodnocení výchozího stavu.

7.1 Výchozí roční energetická bilance

Ukazatel	Energie		Náklady
	GJ	MWh	tis. Kč
Vstupy paliv a energie	3 058,2	849,5	1 509,7
Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
Spotřeba paliv a energie	3 058,2	849,5	1 509,7
Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
Konečná spotřeba paliv a energie	3 058,2	849,5	1 509,7
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	138,0	38,3	57,3
Spotřeba energie na vytápění	2 554,1	709,5	1 060,1
Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	96,9	26,9	63,7
Spotřeba energie na větrání	0,0	0,0	0,0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0
Spotřeba energie na osvětlení	185,7	51,6	227,1
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	83,4	23,2	101,5

Tab. č. 16 – Tabulka základní energetické bilance

Pozn.: Spotřeba ZP a EE je vypočtena jako průměrná hodnota za roky 2009 až 2012. Hodnoty uvedené ve výchozí energetické bilanci jsou použity při výpočtech úspor a ekonomického vyhodnocení jednotlivých opatření a variant.

Vzhledem k faktu, že skutečná potřeba tepla na vytápění objektů je nižší než vypočtená, bude provedena korekce teoretických (vypočtených) hodnot na reálné (uvedené v upravené energetické bilanci).

Stávající stav - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	532,8	2 554,1	20

Tab. č. 17 – Reálná spotřeba tepla na vytápění

7.2 Zhodnocení rozvodů tepla a TV

Rozvody tepla a TV nejsou předmětem EA.

7.3 Zhodnocení rozvodů EE

Rozvody EE nejsou předmětem EA.

7.4 Zhodnocení hospodárnosti nakládání s energií – zjištění auditu

Na základě analýzy stávajícího stavu byly odhaleny následující zjištění:

- Hodnocený objekt má špatné tepelně-technické vlastnosti.
- Nedostatečné tepelně izolační parametry obvodového pláště.
- Nedostatečné tepelně izolační okenních výplní.

V EA jsou dále navrženy opatření ke zlepšení, konkrétně k zateplení objektu.

Pozn.: Na základě dohody se zadavatelem EA je proveden návrh zlepšení tepelně – technických vlastností objektu.

Porovnání tepelných vlastností objektů s normovanými hodnotami

Na základě zhodnocení stávajícího stavu objektu dle normy ČSN 73 0540-2 (2011), byly zjištěny informace o stavu objektu. Tyto informace jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Kategorie		CI
A	Velmi úsporná	do 0,3
B	Úsporná	do 0,6
C1	Vyhovující doporučené úrovni	do 0,75
C2	Vyhovující požadované úrovni	do 1,0
D	Nevyhovující	do 1,5
E	Nehospodárná	do 2,0
F	Velmi nehospodárná	do 2,5
G	Mimořádně nehospodárná	nad 2,5

Tab. č. 18 – Tabulka klasifikace prostupu tepla obálkou budovy dle ČSN 73 0540–2 (2011)

V následující tabulce je uveden součinitel prostupu tepla obálkou budovy a jeho porovnání s normovanými hodnotami dle ČSN 73 0540-2 (2011). Objekt hodnoty nesplňuje.

Stávající stav	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	U_{em}	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	1,71	0,59	0,59	Nevyhovující

Tab. č. 19 – Porovnání stávajícího stavu obálky budovy s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Stávající stav	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	2,90	1,00	1,00	G

Tab. č. 20 – Porovnání klasifikačního ukazatele stávajícího stavu obálky budovy s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelných ztrát a potřeby tepla objektu při stávajícím stavu je uveden v příloze č.2. Stávající součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy jsou uvedeny v příloze č. 10.

8. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY

Na základě analýzy stávajícího stavu byla zvolena úsporná opatření. Jedná se především o následující změny:

NO1 – Beznákladová (organizační, změna chování zaměstnanců, apod.)

Opatření beznákladová jsou charakterizována úsporami energie, případně provozních nákladů a odstraněním některých provozních problémů. Jejich zavedení není investičně náročné, je možné je v krátké době realizovat. Některá z navrhovaných opatření (např. zavedení měření a energetický management) podmiňují návrh dalších kroků ve středně a dlouhodobém horizontu.

- **NO1.1** – Výchova k energeticky uvědomělému chování.

NO2 – Vysokonákladová (investice)

- **NO2.1** – Zateplení obvodového zdiva objektu.
- **NO2.2** – Výměna stávajících okenních výplní
- **NO2.3** – Zateplení střechy pavilónu C
- **NO2.4** – Zateplení stropních konstrukcí přemostění

V následující části je uveden pro každé jmenované energeticky úsporné opatření základní popis, určení energetického a finančního potenciálu (úspora za energie - v této fázi předběžného hodnocení se určuje pouze efekt energetické úspory a pokud jsou, pak i snížení provozních nákladů). Jednotlivé varianty (chápáno jako soubor několika opatření) pro realizaci a pro ně sestavená energetická bilance jsou uvedeny v kapitole 9.

Beznákladová opatření ke snížení energetické náročnosti jsou dále pouze popsány bez ekonomického vyhodnocení.

8.1 NO1 – Beznákladová opatření

8.1.1 NO1.1 – Výchova energeticky uvědomělému chování

Změna chování spotřebitele (informační programy, poradenství) a dodržování technologických a provozních předpisů – je klíčovým faktorem pro docílení úspor.

Návrh výchovy k energeticky uvědomělému chování předpokládá provádění osvěty v oblasti úspor energie v jednotlivých objektech formou letáků (A4) s uvedením obecných pravidel pro energeticky uvědomělé chování. Ty by měly být vyvěšovány ve společných prostorech (nástěnky) a průběžně aktualizovány.

Zde uvádíme obecná pravidla pro energetické úspory uvědomělým chováním:

V oblasti vytápění – uvědomělé využívání tepelné energie:

- Není nutné snažit se udržovat ve všech prostorech stejnou teplotu, ale je potřeba regulovat teplotu v jednotlivých prostorech podle jejich účelu a potřeby. Každý stupeň, o který se podaří snížit teplotu v místnosti znamená až 6% úspor nákladů na vytápění. Jedná se o doporučení na provedení nového nastavení ekvitermní křivky ve všech regulacích v areálu, včetně provedení nového vyregulování pomocí stávajících armatur.
- Když se instalují k radiátorům ventily s termostatickou hlavicí, umožní provádět automatickou regulaci teploty v místnosti a zamezí zbytečnému přetápění místnosti. Radiátorový ventil s termostatickou hlavicí prostřednictvím teplotního čidla automaticky ztlumí průtok teplé vody v době oslunění místnosti okny nebo při působení jiných vnitřních tepelných zdrojů (např. osvětlení, elektrospotřebiče, pobyt lidí atd.).
- Odstranění okenních netěsností např. silikonovým těsněním – tj. spáry mezi rámem okna a rámem okenního křídla. Toto opatření však musí být úměrné využívání místnosti, neboť větrání není možno úplně zamezit, určitá výměna vzduchu v místnosti je dána hygienickými požadavky.
- Meziokenní žaluzie lamelové - žaluzie, u kterých jsou lamely sklopeny ven, uspoří hlavně v zimním období, kdy je snížení hodnoty „U“ o cca 17,5%, podle podkladů měřených ve státní zkušebně ve Zlíně. Kde jsou žaluzie dodržovat při opuštění místnosti doporučení pro zimní období, aby lamely byly sklopeny ven, pro letní období pak sklopení dovnitř.
- Záclona není jen dekorace: záclona nebo závěs vypadá pěkně, zakrývá-li však radiátor brání šíření tepla. Nejvhodnější je záclona sahající po parapetní desku, která usměrňuje proudění tepla do místnosti. Je vhodné zatahovat závěsy před dlouhodobějším odchodem.
- Prostory je potřeba větrat tak, aby ztráty tepla byly co nejmenší. Částečně pootevřené vrata, okno nebo větrací okénko je nesprávným větráním a plýtváním, proto je třeba větrat krátce a důkladně. Energeticky úsporné je nárazové větrání, vypneme topení a v závislosti na ročním období, resp. venkovní teploty větráme v zimě zpravidla dvakrát denně po dobu 5 minut každou místnost. Čím je chladněji, tím je kratší doba větrání, protože výměna vzduchu proběhne rychleji.
- Minimalizace vytápěných prostor tj. nevytápět, ale jen temperovat. U budovy je na zvážení provedení podhledů, kdy se sníží vytápěný objem.

V oblasti vody – uvědomělé zacházení s teplou i studenou vodou:

- Při mytí se nenechává trvale téci teplá voda do umyvadla, protože odtéká bez užítku do odpadu
- Oprava kapajících kohoutků. Slabě kapající kohoutek, z kterého ukápne 10 kapek za minutu představuje za měsíc cca 170 litrů vody.
- Jednopákové baterie – doba nastavení požadované teploty vody je u jednopákových baterií přibližně o 6 sekund kratší než u baterií kohoutkových. Jejich výhodou je snadné nastavení teploty a průtoku vody a možnost jednoduchého přerušení průtoku vody s již namíchanou teplotou. V porovnání s klasickými míchacími bateriemi uspoří jednopákové baterie okolo 20% vody.
- Termostatická baterie – pracuje na bázi tepelné roztažnosti čidla. Roztažením nebo smrštěním tohoto prvku lze přesně nastavit požadovanou teplotu vody. Termální prvek reaguje jak na změnu teploty, tak i na změnu tlaku vstupní vody a požadovanou teplotu výstupní vody nastaví během 2 sekund. Teplotu lze regulovat v rozsahu 20 až 50°C.
- Samouzávěrové baterie – dodávají se ve dvou variantách, pro předem smíšenou vodu nebo s možností regulace teploty vody. Varianty s možností regulace teploty jsou vybaveny mechanickým omezovačem teploty, který vylučuje možnost opaření. Při instalaci se nastaví požadovaná doba průtoku podle druhu baterie od 5 do 45 sekund. Samouzávěrové baterie mohou být vybaveny úspornou STOP funkcí. Po stlačení ovládání teče voda po nastavenou dobu, opětovným stlačením před uplynutím této doby lze proud vody zastavit.

Baterie	Klasická kohoutková	Jednopáková	Samouzávěrná se stop funkcí	Senzorové ovládání
Spotřeba na jedno mytí rukou v litrech	4	3	2	1,2
Úspora v %	-	25	50	75

Tab. č. 21 – Porovnání úspornosti jednotlivých druhů baterií

V oblasti EE:

- Při výběru elektrospotřebiče bychom se mimo jiné měli zajímat, jaký má daný přístroj příkon. To platí zejména pro spotřebiče o vyšších příkonech (údaj o spotřebě EE (v kWh/24 hodin) by měl být jedním ze základních kritérií při výběru.
- Při výměně oběhových čerpadel provést vždy zvážení způsobu jejich regulace změnou otáček popř. instalace i frekvenčních měničů.
- U osvětlení je třeba se vždy zaměřit na to, aby osvětlení bylo energeticky a ekonomicky úsporné. Energetickou spotřebu elektrického osvětlení můžeme ovlivnit zejména volbou vhodných světelných zdrojů, konstrukcí a materiálem

svítidel, způsobem osvětlení, úpravou ploch ovlivňujících osvětlení prostoru, osvětlovací soustavou a způsobem ovládání a regulace osvětlení. Nejznámější, nejrozšířenější, ale nejméně energeticky hospodárné jsou klasické žárovky. U nich se přemění na světlo pouze 4% (!) spotřebované elektrické energie a zbytek je přeměněn na ztrátové teplo. Životnost žárovek je cca 1 000 provozních hodin. Dalším často využívaným světelným zdrojem jsou klasické lineární zářivky, jejichž nezbytnou součástí je zapalovací zařízení (tzv. předřadník), které se skládá z tlumivky, startéru a kompenzačního a odrušovacího kondenzátoru. Technicky dokonalejší je elektronický předřadník, který má v porovnání s klasickým předřadníkem o 8 až 10 W nižší příkon (u lineárních zářivek) a umožňuje nám zároveň prodloužit životnost zářivky a zvýšit účinnost asi na 10%. V současné době se začínají ve větší míře používat pro osvětlení kompaktní zářivky, ve kterých je spojena v jeden celek zářivka a elektronický předřadník. Tato energeticky úsporná svítidla lze našroubovat do běžné objímky místo klasické žárovky. Kompaktní zářivky jsou asi pětikrát účinnější než žárovky a uspoří až 80% (!) EE při stejné hladině osvětlení. Také životnost kompaktních zářivek (cca 8000 hodin) je oproti žárovce vyšší.

- Ovládání osvětlovacích soustav může nejen zvýšit komfort uživatelů, ale může mít také vliv na spotřebu EE na osvětlení. Většina lidí si rozsvítí umělé osvětlení, aby měla dostatek světla pro svoji činnost, ale málo kdo osvětlení vypne, když je již nepotřebuje. Z tohoto důvodu se v praxi stále častěji využívá automatické spínání osvětlení pomocí fotočidel (v závislosti na hladině denního osvětlení) a pomocí pohybových čidel (podle pohybu osob v osvětlovaném prostoru). Osvětlení je pak v provozu pouze, když je potřeba, ale pokud svítí, tak naplno. Podle některých údajů specialistů je možné využitím kombinace fotočidel a pohybových čidel snížit energetickou náročnost osvětlovacích soustav o 40 až 60%. Další možností je spojení uvedeného automatického spínání osvětlení se stmíváním. Tímto způsobem je pak možno náklady na elektrickou energii snížit až o 70%.
- V rámci společných prostor (chodby) dochází k vypínání svítidel, avšak v počtu, kdy je osvětlení pod úroveň hygienických předpisů.

Energetický potenciál

Tento potenciál je poměrně složité odhadnout. Jeho průměrná hodnota z energetických auditů prováděných v ČR je do 4%. Pro tepelnou energii lze předpokládat, že by v této úrovni mohl být i v tomto případě. U EE je případný potenciál vzniklý energeticky uvědomělým chováním odhadován jen na cca 1%, z dnešní spotřeby.

Pozn.: Vyhodnocení je informativní a dále se neuvažuje.

8.2 NO2 – Vysokonákladová opatření

Navrhovaná opatření byla stanovena na základě předběžných výsledků, dosavadních zkušeností provozovatele a reálných možností zdroje.

K porovnání byla zvolena následující úsporná opatření:

- **NO2.1** – Zateplení obvodového zdiva objektu.
- **NO2.2** – Výměna stávajících okenních výplní.
- **NO2.3** – Zateplení střechy pavilónu C
- **NO2.4** – Zateplení stropních konstrukcí přemostění

8.2.1 NO2.1 Zateplení obvodového zdiva objektu

Opatření je zaměřeno na posouzení zateplení obvodového zdiva objektu tak, aby jednotlivé konstrukce odpovídaly minimálně současným požadovaným hodnotám.

Popis stavebního řešení po realizaci NO2.1

V následujícím textu je popsán hodnocený objekt z hlediska navrženého opatření.

- **Svislé konstrukce**

Stávající obvodové zdivo bude zatepleno tepelnou izolací tl. 160 mm. Zateplení bude provedeno tepelnou izolací s minimálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Pozn.: Ostatní konstrukce zůstanou zachovány.

Shrnutí vypočtených hodnot po realizaci NO2.1

V následujících tabulkách je uveden souhrn všech parametrů objektu po realizaci NO2.1.

NO2.1	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	360,1	2 075,4	20

Tab. č. 22 – Tabulka teoretických hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.1

NO2.1 - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	360,1	1 432,3	20

Tab. č. 23 – Tabulka korigovaných hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.1

NO2.1	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	$U_{em,N}$	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	1,10	0,59	0,59	Nevyhovující

Tab. č. 24 – Porovnání obálky budovy po realizaci NO2.1 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

NO2.1	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	1,86	1,00	1,00	E

Tab. č. 25 – Porovnání klasifikačního ukazatele obálky budovy po realizaci NO2.1 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla objektu po realizaci NO2.1 je uveden v příloze č. 3. Součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy po zateplení jsou uvedeny v příloze č. 11.

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla referenční budovy je uveden v příloze č. 9.

Úspora po realizaci NO2.1

Celková úspora nákladů - NO2.1		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora nákladů za nenakoupené teplo	tis. Kč/rok	490,1
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	490,1
Náklady na údržbu	tis. Kč/rok	0,0
Provozní náklady	tis. Kč/rok	0,0
Celková úspora nákladů	tis. Kč/rok	490,1
Investiční náklady celkem	tis. Kč	5 313,7
Přibližná návratnost	roky	10,8

Tab. č. 26 – Celková úspora po realizaci NO2.1

Investiční náklady na realizaci NO2.1

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady na realizaci NO2.1.

Investiční náklady - NO2.1		
Položka	Jednotka	Hodnota
Zateplení obvodového zdiva objektu	tis.Kč	4 745,4
Ostění	tis.Kč	489,8
Ostatní (projektová dokumentace, apod.)	tis.Kč	78,5
Investiční náklady celkem	tis.Kč	5 313,7

Tab. č. 27 – Investiční náklady na realizaci NO2.1

Investiční náklady - NO2.1		
Položka	Jednotka	Hodnota
Zateplení obvodového zdiva objektu	tis.Kč	4 745,4
Ostění	tis.Kč	489,8
Ostatní (projektová dokumentace, apod.)	tis.Kč	78,5
Investiční náklady celkem	tis.Kč	5 313,7

Tab. č. 28 – Celkové investiční náklady na realizaci NO2.1

Pozn.: Jedná se o odhad investičních nákladů.

Souhrnné vyhodnocení NO2.1

NO2.1	Investiční náklady	Potřeba tepla na vytápění		Úspora			Náklady na uspořené teplo
		Před	Po	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	
	tis. Kč	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	tis. Kč/GJ
MGO	5 313,7	2 554,1	1 432,3	1 121,8	490,1	43,9	4,74

Tab. č. 29 – Souhrnná tabulka investičních nákladů a úspory po realizaci NO2.1

Ekonomické vyhodnocení NO2.1

Předpokladem pro ekonomické vyhodnocení je financování navrhovaného opatření z vlastních zdrojů bez nutnosti splácet úvěr a úroky z úvěru.

NO2.1.		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	5 313,7
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	490,1
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	490,1
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	2 159,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	7,66
Prostá doba návratnosti T_s	roky	10,8
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	12,7
Doba životnosti T_z	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	4 488,0

Tab. č. 30 – Ekonomické vyhodnocení realizace NO2.1

Výhody a nevýhody opatření NO2.1

Výhody opatření:

- Úspora nákladů na vytápění.
- Instalace moderního zateplovacího systému obvodového zdiva.
- Zvýšení užitné hodnoty objektu.

Nevýhody opatření:

- Vysoké celkové investiční náklady.
- Reálná doba návratnosti je vyšší než doba životnosti navrženého opatření.

8.2.2 NO2.2 Výměna stávajících otvorových výplní

Opatření je zaměřeno na posouzení výměny stávajících otvorových výplní objektu tak, aby jednotlivé výplně odpovídaly minimálně současným požadovaným hodnotám.

Popis stavebního řešení po realizaci NO2.2

V následujícím textu je popsán hodnocený objekt z hlediska navrženého opatření.

- **Výplně otvorů**

Stávající plastové okenní výplně budou vyměněny za nové moderní plastové s izolačním dvojsklem s minimálním celkovým součinitelem prostupu tepla okna $U_w = 1,1 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Stávající prosklení oken tělocvičen bude vyměněno za nové polykarbonátové s minimálním celkovým součinitelem prostupu tepla okna $U_w = 1,5 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$. Stávající dveře (nevyhovující) budou vyměněny za nové s minimálním celkovým součinitelem prostupu tepla okna $U_D = 1,1 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Pozn.: Ostatní konstrukce zůstanou zachovány.

Shrnutí vypočtených hodnot po realizaci NO2.2

V následujících tabulkách je uveden souhrn všech parametrů objektu po realizaci NO2.2.

NO2.2	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	440,3	2 905,2	20

Tab. č. 31 – Tabulka teoretických hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.2

NO2.2 - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	440,3	2 005,0	20

Tab. č. 32 – Tabulka korigovaných hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.2

NO2.2	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	$U_{em,N}$	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	1,38	0,59	0,59	Neyhovující

Tab. č. 33 – Porovnání obálky budovy po realizaci NO2.2 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

NO2.2	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	2,34	1,00	1,00	F

Tab. č. 34 – Porovnání klasifikačního ukazatele obálky budovy po realizaci NO2.2 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla objektu po realizaci NO2.2 je uveden v příloze č. 4. Součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy po zateplení jsou uvedeny v příloze č. 11.

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla referenční budovy je uveden v příloze č. 9.

Úspora po realizaci NO2.2

Celková úspora nákladů - NO2.2		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora nákladů za nenakoupené teplo	tis. Kč/rok	239,9
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	239,9
Náklady na údržbu	tis. Kč/rok	0,0
Provozní náklady	tis. Kč/rok	0,0
Celková úspora nákladů	tis. Kč/rok	239,9
Investiční náklady celkem	tis. Kč	6 869,5
Přibližná návratnost	roky	28,6

Tab. č. 35 – Celková úspora po realizaci NO2.2

Investiční náklady na realizaci NO2.2

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady na realizaci NO2.2.

Konstrukce	Plocha	Jednotk. cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Výměna stávajících okenních výplní	1 692	4 000	6 768,0
Celkem	1 692	-	6 768,0

Tab. č. 36 – Investiční náklady na realizaci NO2.2

Investiční náklady - NO2.2		
Položka	Jednotka	Hodnota
Výměna stávajících okenních výplní	tis.Kč	6 768,0
Ostatní (projektová dokumentace, apod.)	tis.Kč	101,5
Investiční náklady celkem	tis.Kč	6 869,5

Tab. č. 37 – Celkové investiční náklady na realizaci NO2.2

Pozn.: Jedná se o odhad investičních nákladů.

Souhrnné vyhodnocení NO2.2

NO2.2	Investiční náklady	Potřeba tepla na vytápění		Úspora			Náklady na uspořené teplo
		Před	Po				
	tis. Kč	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	tis. Kč/GJ
MGO	6 869,5	2 554,1	2 005,0	549,1	239,9	21,5	12,51

Tab. č. 38 – Souhrnná tabulka investičních nákladů a úspory po realizaci NO2.2

Ekonomické vyhodnocení NO2.2

Předpokladem pro ekonomické vyhodnocení je financování navrhovaného opatření z vlastních zdrojů bez nutnosti splácet úvěr a úroky z úvěru.

NO2.2		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	6 869,5
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	239,9
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	239,9
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	-3 212,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	-3,49
Prostá doba návratnosti T_s	roky	>T_ž
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	>T_ž
Doba životnosti $T_ž$	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	-2 072,0

Tab. č. 39 – Ekonomické vyhodnocení realizace NO2.2

Výhody a nevýhody opatření NO2.2

Výhody opatření:

- Úspora nákladů na vytápění.
- Instalace moderních otvorových výplní s dlouhou životností.
- Zvýšení užitné hodnoty objektu.

Nevýhody opatření:

- Vysoké celkové investiční náklady.
- Reálná doba návratnosti je vyšší než doba životnosti navrženého opatření.

8.2.3 NO2.3 Zateplení střechy pavilónu C

Opatření je zaměřeno na posouzení zateplení stávající střechy pavilónu C tak, aby zateplovaná konstrukce odpovídala minimálně současným požadovaným hodnotám.

Popis stavebního řešení po realizaci NO2.3

V následujícím textu je popsán hodnocený objekt z hlediska navrženého opatření.

- **Střecha**

Stávající střecha pavilónu C bude zateplena tepelnou izolací tl. 240 mm. Zateplení bude provedeno tepelnou izolací s minimálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Pozn.: Ostatní konstrukce zůstanou zachovány.

Shrnutí vypočtených hodnot po realizaci NO2.3

V následujících tabulkách je uveden souhrn všech parametrů objektu po realizaci NO2.3.

NO2.3	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	525,3	3 625,7	20

Tab. č. 40 – Tabulka teoretických hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.3

NO2.3 - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	525,3	2 502,3	20

Tab. č. 41 – Tabulka korigovaných hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.3

NO2.3	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	$U_{em,N}$	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	1,68	0,59	0,59	Nevyhovující

Tab. č. 42 – Porovnání obálky budovy po realizaci NO2.3 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

NO2.3	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	2,85	1,00	1,00	G

Tab. č. 43 – Porovnání klasifikačního ukazatele obálky budovy po realizaci NO2.3 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla objektu po realizaci NO2.3 je uveden v příloze č. 5. Součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy po zateplení jsou uvedeny v příloze č. 11.

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla referenční budovy je uveden v příloze č. 9.

Úspora po realizaci NO2.3

Celková úspora nákladů - NO2.3		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora nákladů za nenakoupené teplo	tis. Kč/rok	22,7
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	22,7
Náklady na údržbu	tis. Kč/rok	0,0
Provozní náklady	tis. Kč/rok	0,0
Celková úspora nákladů	tis. Kč/rok	22,7
Investiční náklady celkem	tis. Kč	1 028,9
Přibližná návratnost	roky	45,4

Tab. č. 44 – Celková úspora po realizaci NO2.3

Investiční náklady na realizaci NO2.3

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady na realizaci NO2.3.

Konstrukce	Plocha	Jednotk. cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Zateplení střechy pavilónu C	795	1 275	1 013,7
Celkem	795	-	1 013,7

Tab. č. 45 – Investiční náklady na realizaci NO2.3

Investiční náklady - NO2.3		
Položka	Jednotka	Hodnota
Zateplení střechy pavilónu C	tis.Kč	1 013,7
Ostatní (projektová dokumentace, apod.)	tis.Kč	15,2
Investiční náklady celkem	tis.Kč	1 028,9

Tab. č. 46 – Celkové investiční náklady na realizaci NO2.3

Pozn.: Jedná se o odhad investičních nákladů.

Souhrnné vyhodnocení NO2.3

NO2.3	Investiční náklady	Potřeba tepla na vytápění		Úspora			Náklady na uspořené teplo
		Před	Po	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	
	tis. Kč	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	tis. Kč/GJ
MGO	1 028,9	2 554,1	2 502,3	51,9	22,7	2,0	19,83

Tab. č. 47 – Souhrnná tabulka investičních nákladů a úspory po realizaci NO2.3

Ekonomické vyhodnocení NO2.3

Předpokladem pro ekonomické vyhodnocení je financování navrhovaného opatření z vlastních zdrojů bez nutnosti splácet úvěr a úroky z úvěru.

NO2.3		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	1 028,9
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	22,7
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	22,7
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	-683,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	Není řešení.
Prostá doba návratnosti T_s	roky	>T_ž
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	>T_ž
Doba životnosti T_ž	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	-575,0

Tab. č. 48 – Ekonomické vyhodnocení realizace NO2.3

Výhody a nevýhody opatření NO2.3

Výhody opatření:

- Úspora nákladů na vytápění.
- Instalace moderního zateplovacího systému střechy.
- Zvýšení užitné hodnoty objektu.

Nevýhody opatření:

- Vysoké celkové investiční náklady.
- Reálná doba návratnosti je vyšší než doba životnosti navrženého opatření.

8.2.4 NO2.4 Zateplení stropních konstrukcí přemostění

Opatření je zaměřeno na posouzení zateplení stávající stropní konstrukce přemostění tak, aby zateplovaná konstrukce odpovídala minimálně současným požadovaným hodnotám.

Popis stavebního řešení po realizaci NO2.4

V následujícím textu je popsán hodnocený objekt z hlediska navrženého opatření.

- **Střecha**

Stávající stropní konstrukce přemostění bude zateplena tepelnou izolací tl. 200 mm. Zateplení bude provedeno tepelnou izolací s minimálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Pozn.: Ostatní konstrukce zůstanou zachovány.

Shrnutí vypočtených hodnot po realizaci NO2.4

V následujících tabulkách je uveden souhrn všech parametrů objektu po realizaci NO2.4.

NO2.4	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	514,8	3 528,6	20

Tab. č. 49 – Tabulka teoretických hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.4

NO2.4 - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	514,8	2 435,3	20

Tab. č. 50 – Tabulka korigovaných hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci NO2.4

NO2.4	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	$U_{em,N}$	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	1,64	0,59	0,59	Nevyhovující

Tab. č. 51 – Porovnání obálky budovy po realizaci NO2.4 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

NO2.4	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	2,78	1,00	1,00	G

Tab. č. 52 – Porovnání klasifikačního ukazatele obálky budovy po realizaci NO2.4 s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla objektu po realizaci NO2.4 je uveden v příloze č. 6. Součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy po zateplení jsou uvedeny v příloze č. 11.

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla referenční budovy je uveden v příloze č. 9.

Úspora po realizaci NO2.4

Celková úspora nákladů - NO2.4		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora nákladů za nenakoupené teplo	tis. Kč/rok	51,9
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	51,9
Náklady na údržbu	tis. Kč/rok	0,0
Provozní náklady	tis. Kč/rok	0,0
Celková úspora nákladů	tis. Kč/rok	51,9
Investiční náklady celkem	tis. Kč	310,1
Přibližná návratnost	roky	6,0

Tab. č. 53 – Celková úspora po realizaci NO2.4

Investiční náklady na realizaci NO2.4

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady na realizaci NO2.4.

Konstrukce	Plocha	Jednotk. cena	Celková cena
	m ²	Kč/m ²	tis. Kč
Zateplení stropních konstrukcí přemostění	211	1 450	305,5
Celkem	211	-	305,5

Tab. č. 54 – Investiční náklady na realizaci NO2.4

Investiční náklady - NO2.4		
Položka	Jednotka	Hodnota
Zateplení stropních konstrukcí přemostění	tis.Kč	305,5
Ostatní (projektová dokumentace, apod.)	tis.Kč	4,6
Investiční náklady celkem	tis.Kč	310,1

Tab. č. 55 – Celkové investiční náklady na realizaci NO2.4

Pozn.: Jedná se o odhad investičních nákladů.

Souhrnné vyhodnocení NO2.4

NO2.4	Investiční náklady	Potřeba tepla na vytápění		Úspora			Náklady na uspořené teplo
		Před	Po	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	
	tis. Kč	GJ/rok	GJ/rok				GJ/rok
MGO	310,1	2 554,1	2 435,3	118,9	51,9	4,7	2,61

Tab. č. 56 – Souhrnná tabulka investičních nákladů a úspory po realizaci NO2.4

Ekonomické vyhodnocení NO2.4

Předpokladem pro ekonomické vyhodnocení je financování navrhovaného opatření z vlastních zdrojů bez nutnosti splácet úvěr a úroky z úvěru.

NO2.4		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	310,1
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	51,9
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	51,9
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	481,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	19,41
Prostá doba návratnosti T_s	roky	6,0
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	6,5
Doba životnosti T_z	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	728,0

Tab. č. 57 – Ekonomické vyhodnocení realizace NO2.4

Výhody a nevýhody opatření NO2.4

Výhody opatření:

- Úspora nákladů na vytápění.
- Instalace moderního zateplovacího systému stropní konstrukce.
- Zvýšení užitné hodnoty objektu.

Nevýhody opatření:

- Vysoké celkové investiční náklady.
- Reálná doba návratnosti je vyšší než doba životnosti navrženého opatření.

9. ZVOLENÉ VARIANTY ŘEŠENÍ

9.1 Definování variant

Následující tabulka podává přehled o jednotlivých navrhovaných opatřeních.

Označení opatření	Název opatření
NO1.1	Výchova k energeticky uvědomělému chování
NO2.1	Zateplení obvodového zdiva objektu
NO2.2	Výměna stávajících okenních výplní
NO2.3	Zateplení střechy pavilónu C
NO2.4	Zateplení stopních konstrukcí přemostění

Tab. č. 58 – Přehled jednotlivých navrhovaných opatření

Vzhledem k technickému řešení, předběžným ekonomickým výsledkům a možnosti jejich porovnání bylo pro tvorbu variant dále uvažováno se všemi opatřeními, mimo NO1.1.

Na základě dosažených informací byly k porovnání vytvořeny kontrastní varianty, jež jsou co do obsahu, účinků a investiční náročnosti definovány v následujícím textu.

9.2 Varianta I

Varianta I zahrnuje soubor opatření NO2.1a NO2.2.

Předpokladem pro toto opatření je současná realizace těchto opatření dle popisu uvedeného v kapitole 8.

Shrnutí vypočtených hodnot po realizaci Varianty I

V následujících tabulkách je uveden souhrn všech parametrů objektu po realizaci Varianty I.

Varianta I	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	284,2	1 488,1	20

Tab. č. 59 – Tabulka teoretických hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci Varianty I

Varianta I - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	284,2	1 027,0	20

Tab. č. 60 – Tabulka korigovaných hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci Varianty I

Varianta I	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	$U_{em,N}$	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	0,84	0,59	0,59	Nevyhovující

Tab. č. 61 – Porovnání obálky budovy po realizaci Varianty I s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Varianta I	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	1,42	1,00	1,00	D

Tab. č. 62 – Porovnání klasifikačního ukazatele obálky budovy po realizaci Varianty I s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla objektu po realizaci Varianty I je uveden v příloze č. 7. Součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy po zateplení jsou uvedeny v příloze č. 11.

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla referenční budovy je uveden v příloze č. 9.

Úspora po realizaci Varianty I

Celková úspora nákladů - Varianta I		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora nákladů za nenakoupené teplo	tis. Kč/rok	667,2
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	667,2
Náklady na údržbu	tis. Kč/rok	0,0
Provozní náklady	tis. Kč/rok	0,0
Celková úspora nákladů	tis. Kč/rok	667,2
Investiční náklady celkem	tis. Kč	12 183,2
Přibližná návratnost	roky	18,3

Tab. č. 63 – Celková úspora po realizaci Varianty I

Investiční náklady na realizaci Varianty I

V následující tabulce jsou uvedeny celkové investiční náklady na realizaci Varianty I.

Investiční náklady - Varianta I		
Položka	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady opatření NO2.1	tis.Kč	5 235,2
Investiční náklady opatření NO2.2	tis.Kč	6 768,0
Ostatní (projektová dokumentace apod.)	tis.Kč	180,0
Investiční náklady celkem	tis.Kč	12 183,2

Tab. č. 64 – Celkové investiční náklady na realizaci Varianty I

Pozn.: Jedná se o odhad investičních nákladů.

Souhrnné vyhodnocení Varianty I

Varianta I	Investiční náklady	Potřeba tepla na vytápění		Úspora			Náklady na uspořené teplo
		Před	Po	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	
	tis. Kč	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	%	tis. Kč/GJ
MGO	12 183,2	2 554,1	1 027,0	1 527,1	667,2	59,8	7,98

Tab. č. 65 – Souhrnná tabulka investičních nákladů a úspory po realizaci Varianty I

Ekonomické vyhodnocení Varianty I

Předpokladem pro ekonomické vyhodnocení je financování navrhovaného opatření z vlastních zdrojů bez nutnosti splácet úvěr a úroky z úvěru.

Ekonomické vyhodnocení - Varianta I		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	12 183,2
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	667,2
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	667,2
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	-2 010,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	0,98
Prostá doba návratnosti T_s	roky	18,30
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	>T_ž
Doba životnosti T_z	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	1 161,0

Tab. č. 66 – Ekonomické vyhodnocení realizace Varianty I

Pozn.: Doba hodnocení projektu byla dle vyhlášky 480/2012 Sb. zvolena 20 let. V ekonomickém hodnocení nebylo uvažováno s meziročním nárůstem cen energií.

Výhody a nevýhody Varianty I

Výhody varianty:

- Úspora nákladů na vytápění.
- Instalace moderního zateplovacího systému obvodového pláště objektu.
- Instalace moderních otvorových výplní s dlouhou životností.
- Zvýšení užitné hodnoty objektu.

Nevýhody varianty:

- Vysoké celkové investiční náklady.
- Celková obálka objektu nedosáhne normovaných parametrů.

9.3 Varianta II

Varianta II zahrnuje soubor opatření NO2.1, NO2.2, NO2.3 a NO2.4.

Předpokladem pro toto opatření je současná realizace těchto opatření dle popisu uvedeného v kapitole 8.

Shrnutí vypočtených hodnot po realizaci Varianty II

V následujících tabulkách je uveden souhrn všech parametrů objektu po realizaci Varianty II.

Varianta II	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	201,5	747,4	20

Tab. č. 67 – Tabulka teoretických hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci Varianty II

Varianta II - korekce	Tepelné ztráty	Potřeba tepla	Vnitřní výpočtová teplota
	kW	GJ/rok	°C
MGO	201,5	515,8	20

Tab. č. 68 – Tabulka korigovaných hodnot potřeby tepla na vytápění objektu po realizaci Varianty II

Varianta II	Průměrný součinitel prostupu tepla dle			Stav budovy
	Vypočtené	Požadavek	Referenční	
	$U_{em,N}$	$U_{em,rq}$	$U_{em,ref}$	
MGO	0,55	0,59	0,59	Vyhovující

Tab. č. 69 – Porovnání obálky budovy po realizaci Varianty II s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Varianta II	Klasifikační ukazatel CI dle ČSN 73 0540-2			
	Vypočtené	Požadované	Referenční	Kategorie
MGO	0,93	1,00	1,00	C

Tab. č. 70 – Porovnání klasifikačního ukazatele obálky budovy po realizaci Varianty II s požadavky ČSN 73 0540-2 (2011)

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla objektu po realizaci Varianty II je uveden v příloze č. 8. Součinitele prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi budovy po zateplení jsou uvedeny v příloze č. 11.

Protokol výpočtu tepelné ztráty a potřeby tepla referenční budovy je uveden v příloze č. 9.

Úspora po realizaci Varianty II

Celková úspora nákladů - Varianta II		
Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Úspora nákladů za nenakoupené teplo	tis. Kč/rok	890,5
Úspora nákladů	tis. Kč/rok	890,5
Náklady na údržbu	tis. Kč/rok	0,0
Provozní náklady	tis. Kč/rok	0,0
Celková úspora nákladů	tis. Kč/rok	890,5
Investiční náklady celkem	tis. Kč	13 522,2
Přibližná návratnost	roky	15,2

Tab. č. 71 – Celková úspora po realizaci Varianty II

Investiční náklady na realizaci Varianty II

V následující tabulce jsou uvedeny celkové investiční náklady na realizaci Varianty II.

Investiční náklady - Varianta II		
Položka	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady opatření NO2.1	tis.Kč	5 235,2
Investiční náklady opatření NO2.2	tis.Kč	6 768,0
Investiční náklady opatření NO2.3	tis.Kč	1 013,7
Investiční náklady opatření NO2.4	tis.Kč	305,5
Ostatní (projektová dokumentace apod.)	tis.Kč	199,8
Investiční náklady celkem	tis.Kč	13 522,2

Tab. č. 72 – Celkové investiční náklady na realizaci Varianty II

Pozn.: Jedná se o odhad investičních nákladů.

Souhrnné vyhodnocení Varianty II

Varianta II	Investiční náklady	Potřeba tepla na vytápění		Úspora			Náklady na uspořené teplo
		Před	Po				
		tis. Kč	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	
MGO	13 522,2	2 554,1	515,8	2 038,3	890,5	79,8	6,63

Tab. č. 73 – Souhrnná tabulka investičních nákladů a úspory po realizaci Varianty II

Ekonomické vyhodnocení Varianty II

Předpokladem pro ekonomické vyhodnocení je financování navrhovaného opatření z vlastních zdrojů bez nutnosti splácet úvěr a úroky z úvěru.

Ekonomické vyhodnocení - Varianta II		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	13 522,2
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	890,5
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	890,5
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	56,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	3,11
Prostá doba návratnosti T_s	roky	15,2
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	19,9
Doba životnosti T_z	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	4 288,0

Tab. č. 74 – Ekonomické vyhodnocení realizace Varianty II

Pozn.: Doba hodnocení projektu byla dle vyhlášky 480/2012 Sb. zvolena 20 let. V ekonomickém hodnocení nebylo uvažováno s meziročním nárůstem cen energií.

Výhody a nevýhody Varianty II

Výhody varianty:

- Úspora nákladů na vytápění.



- Instalace moderního zateplovacího systému obvodového pláště objektu.
- Instalace moderních otvorových výplní s dlouhou životností.
- Instalace moderního zateplovacího systému střechy.
- Instalace moderního zateplovacího systému stropní konstrukce.
- Zvýšení užitné hodnoty objektu.
- Celková obálka objektu dosáhne normovaných parametrů.

Nevýhody varianty:

- Vysoké celkové investiční náklady.

9.4 Potenciál dosažitelných energetických úspor

Auditorský tým konstatuje existenci úsporného potenciálu, který vzniká převážně v oblasti úspory tepla na vytápění.

Posouzením výchozího stavu byl určen předpokládaný potenciál energetických úspor ve výši **2 145,6 GJ/rok**, tj. **70,16%** z dnes vstupujícího celkového množství energie 3 058,2 GJ/rok. Uvedená hodnota zahrnuje energetický potenciál dosažený realizací opatření dle Varianty II.

10. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější jsou čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti opatření. Důležitým hodnotícím faktorem může být také finanční úspora na konci hodnotícího období.

10.1 Základní vstupní údaje

Při zpracování ekonomické analýzy jsou obvykle základními vstupními údaji na jedné straně příjmové položky (obvykle v podobě tržeb popř. úspor) a na druhé straně výdajové položky (v podobě provozních nákladů).

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu se opírají o následující fakta:

- Výše provozních nákladů v jednotlivých opatřeních byla stanovena na základě znalosti stávajícího stavu a stávajících cenových hladin energií.
- Pokud došlo navýšením spotřeby energie ke změně tarifu, byla cena energie konzultována s místními dodavateli energií a následně stanovena na základě aktuálního ceníku.
- Technologické celky v jednotlivých opatřeních byly převážně naceněny dle reálných cenových nabídek výrobců a prodejců zařízení.
- Stavební úpravy a dodatečné náklady na realizaci jednotlivých opatření byly stanoveny kvalifikovaným odhadem na základě zkušeností z již provedených prací.
- Výše úspor (příjmů) byly stanoveny na základě detailních propočtů provozu energetických zařízení.
- Jako základ pro výpočet úspor sloužil současný stav a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno v korigovaných energetických bilancích jednotlivých variant v předešlé kapitole.

10.2 Ostatní vstupní údaje

V ekonomické analýze je nutné zohlednit následující doplňkové vstupní údaje:

- diskontní míra
- doba porovnání (životnosti) opatření
- cenový vývoj
- odpisy
- financování

- **Diskontní míra**

Pro stanovení současné hodnoty budoucích peněžních toků (příjmů a výdajů) se obvykle pracuje s jejich převodem na současnou hodnotu. Volba správné diskontní míry a diskontního faktoru je přitom klíčový prostředek, který daný převod umožňuje. Tento matematický aparát pak umožňuje pracovat s peněžními toky, které jsou opatřením vyvolány a to v různých časových obdobích. Pro výpočet diskontního faktoru je nejvhodnější použít některý z tržních modelů, které jsou založeny na tržních datech bez subjektivního vlivu oceňovatele.

Pro výpočet diskontního faktoru by mohl být použit např. model CAPM (model oceňování kapitálových aktiv), jež umožňuje stanovit diskontní míru (a tedy minimální požadovaný výnos z investice) pro danou úroveň tržního rizika.

Diskontní faktor je zvolen:

- Varianta I. a II. – 3,06 %.

- **Doba porovnání**

Doba porovnání se obvykle stanovuje na základě očekávané životnosti zařízení. Dle vyhlášky č. 480/2012, byly u navrhovaných opatření doby porovnání pro ekonomické vyhodnocení zvoleny takto:

- Zateplení objektu – 20 let.

- **Cenový vývoj**

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě, pak především změny cen energie významně ovlivňují ekonomické výsledky energeticky zaměřených projektů. V porovnání není počítáno s žádnými meziročními změnami.

- **Odpisy a daň z příjmu**

Při stanovení odpisů z investice se vychází z příslušných ustanovení zákona č. 586/1992 Sb. O dani z příjmu. Zařazení příslušných zařízení do jednotlivých odpisových skupin je provedeno v souladu s přílohou tohoto zákona, každé odpisové skupině jsou pak přiřazeny odpisové sazby resp. koeficienty. Ve všech opatřeních byla zvolena metoda lineárního (rovnoměrného) odepisování.

- Zateplení objektu – odpisová skupina 5 (délka odpisu 30 let).

- **Financování**

Způsob financování navržených opatření byl řešen vlastními finančními prostředky.

- Varianta vlastní kapitál – vlastní investiční prostředky 100%.

10.3 Základní kritéria při hodnocení projektů

- **Čistá současná hodnota (NPV)**

Čistá současná hodnota je jedním ze základních a v praxi nejčastěji používaným kritériem při hodnocení investic. Obecně je založena na porovnání peněžních toků (příjmů a výdajů) generovaných projektem za celou dobu životnosti, které jsou diskontovány k okamžiku rozhodování. Poskytuje informaci o ziskovosti projektu v absolutním vyjádření, tedy v peněžních jednotkách. Projekt je ziskový tehdy, pokud je čistá současná hodnota kladná což nastává tehdy, pokud současná hodnota očekávaných příjmů z investice je vyšší než současná hodnota výdajů spojených s danou investicí.

Matematicky lze toto kritérium vyjádřit následujícím vztahem,

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} - INV_0$$

kde CF je peněžní tok z investice v roce t, R je diskontní sazba (zde minimální požadovaný výnos z investice určený modelem CAPM) a INV jsou investiční náklady.

Při výběru z několika vzájemně vylučitelných investičních variant je preferována ta, jejíž čistá současná hodnota je nejvyšší.

Předností tohoto kritéria je zejména fakt, že bere v úvahu všechny peněžní toky za celou dobu životnosti investice (na rozdíl od kritéria doby návratnosti). Taktéž jej lze aplikovat v situacích, kdy opatření není spojeno s žádnými počátečními investičními náklady.

- **Vnitřní výnosové procento (IRR)**

Vnitřní výnosové procento je takové procento, při němž se současná hodnota peněžních příjmů z investice rovná kapitálovým výdajům. Toto procento pak vyjadřuje průměrný výnos z investice za celou dobu jejího trvání. Investice se považuje za ziskovou tehdy, jestliže vnitřní výnosové procento je vyšší než je minimální požadovaná výnosnost investice (určená např. výše popsáním modelem CAPM), tedy musí platit, že

$$VVP \geq R$$

Matematicky lze toto kritérium popsat takto,

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+VVP)^t} = INV_0$$

kde VVP je hledané vnitřní výnosové procento. Výhody tohoto kritéria jsou shodné jako u kritéria čisté současné hodnoty, a proto by měly být při rozhodování investora považovány za stěžejní a nejdůležitější.

- **Prostá doba návratnosti investic (DN)**

Prostá návratnost investic je pomocným kritériem při hodnocení ekonomické efektivity investice. Vyjadřuje počet let, za které očekávané příjmy z investice pokryjí počáteční investiční výdaje. Přitom rozhodujícím kritériem je, aby doba návratnosti byla kratší než je očekávaná doba životnosti investice. Nevýhodou tohoto kritéria je skutečnost, že nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz (ocenění toků hotovosti prostřednictvím

diskontní míry, pracuje s nominálními peněžními toky) a také fakt, že nezohledňuje peněžní toky po době návratnosti. Proto je její vypovídací schopnost omezená a slouží jen jako orientační kritérium.

Matematicky lze toto kritérium vyjádřit následovně,

$$DN = \frac{INV_0}{\sum_{t=1}^N CF_t}$$

kde DN je doba návratnosti, INV jsou počáteční investiční náklady a CF jsou peněžní toky v jednotlivých letech životnosti.

- **Diskontovaná doba návratnosti**

Jedná se o modifikaci kritéria prosté doby návratnosti. Rozdíl spočívá v tom, že se zde nepracuje s nominálními peněžními toky, ale diskontovanými. Rozhodující kritérium je definováno stejným způsobem.

Matematicky lze toto kritérium vyjádřit následovně,

$$DN = \frac{INV_0}{\sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+R)^t}}$$

10.4 Vyhodnocení navržených variant

Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	VAR I	VAR II
Investiční náklady	tis.Kč	12 183,2	13 522,2
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	667,2	890,5
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	667,2	890,5
Diskontní sazba	%	3,1	3,1
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	-2 010,0	56,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	1,0	3,1
Prostá doba návratnosti T_s	roky	18,3	15,2
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	>TŽ	19,9
Doba porovnání (životnost) TŽ	roky	20,0	20,0
CF-úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	1 161,0	4 288,0

Tab. č. 75 – Tabulka ekonomických ukazatelů jednotlivých variant

Z ekonomické analýzy byly vypočteny základní ekonomické ukazatele, které by měly rozhodnout o doporučené variantě.

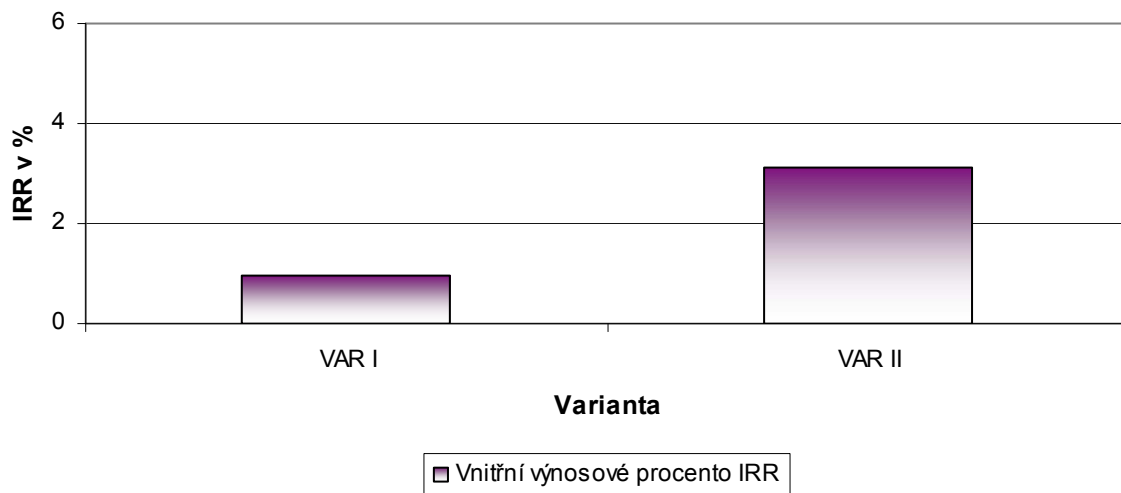
Prvním kritériem je prostá doba návratnosti vložených prostředků, která se pohybuje v obou variantách nad dobu předpokládané životnosti navrhovaného opatření.

Prostá doba návratnosti nepracuje se všemi peněžními toky za celou dobu hodnocení, proto ji nelze používat jako efektivní pomůcku při stanovení rentabilnosti projektu.



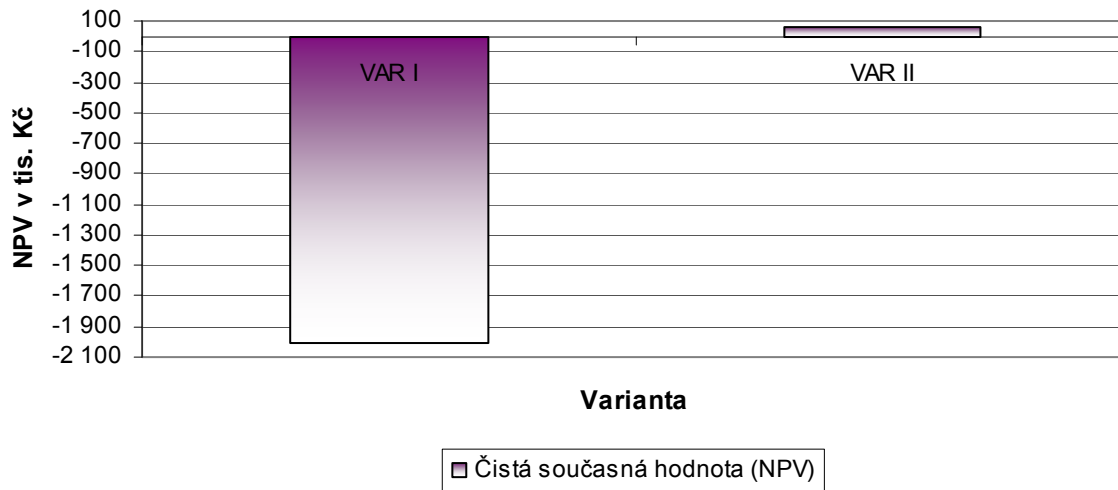
Takovými indikátory jsou NPV a IRR. U navržených je hodnota **IRR ve Variantě I 1,0%** a ve **Variantě II 3,1%**. Čistá současná hodnota u jednotlivých variant dosahuje ve Variantě I **NPV -2 010,0tis.Kč** a ve Variantě II **56,0tis.Kč**.

Porovnání IRR mezi navrženými variantami



Graf č. 1 – Graf porovnání ekonomické výtěžnosti projektu z hlediska IRR

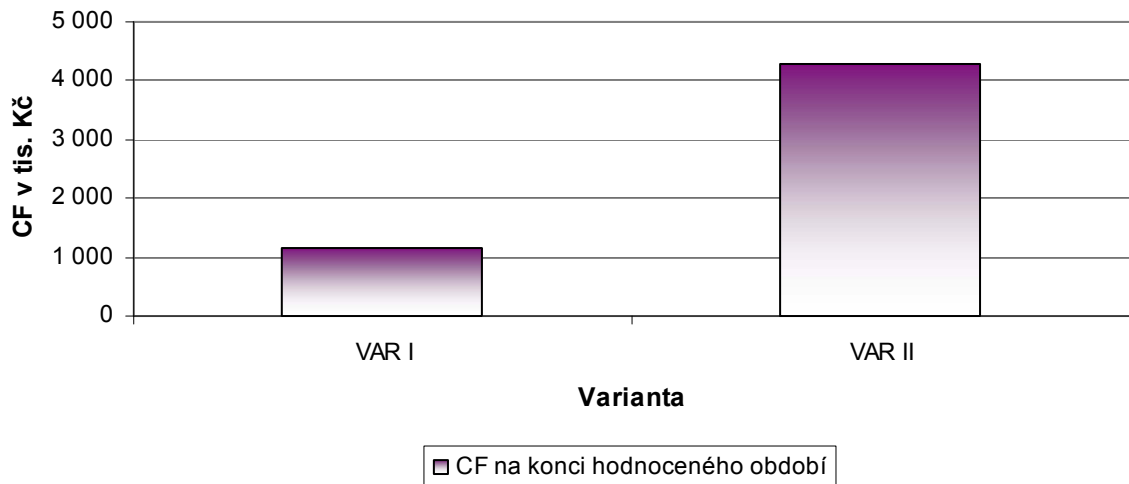
Porovnání NPV mezi navrženými variantami



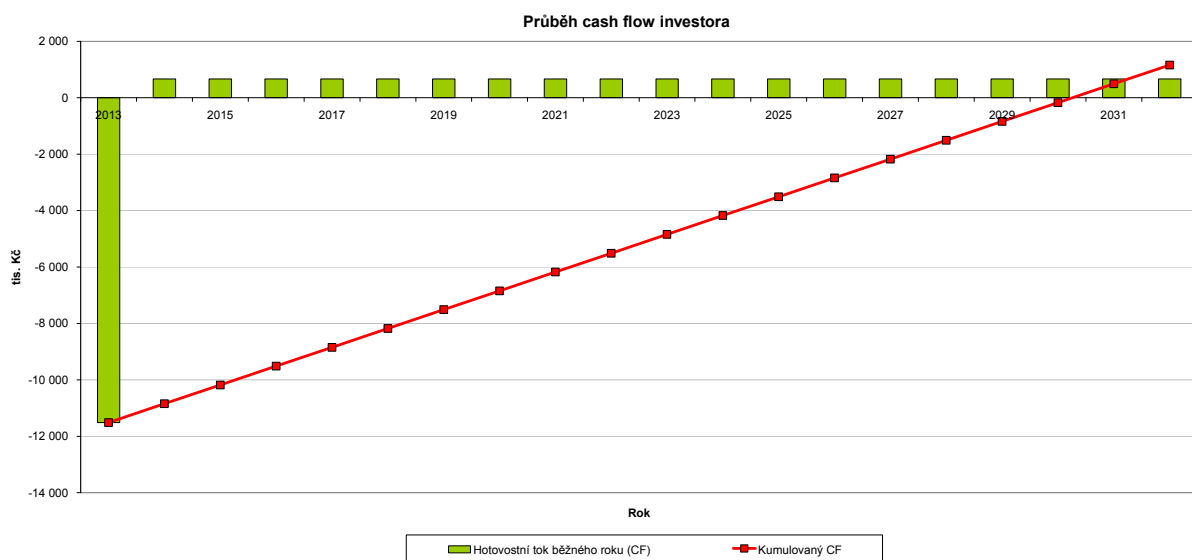
Graf č. 2 – Graf porovnání ekonomické výtěžnosti projektu z hlediska NPV



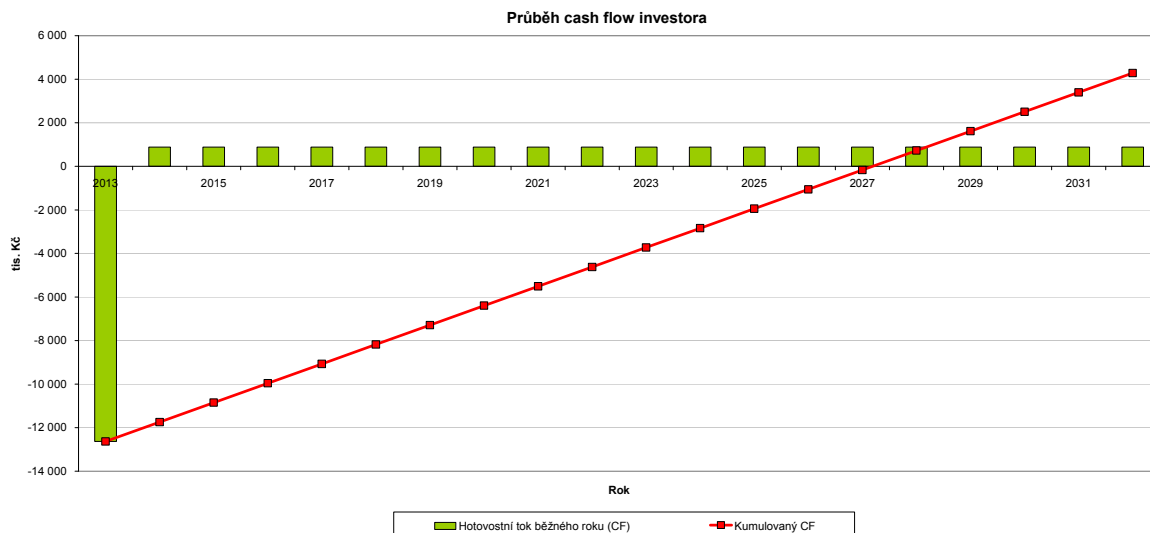
Porovnání CF na konci hodnoceného období



Graf č. 3 – Graf porovnání CF na konci doby hodnocení



Graf č. 4 – Graf průběhu CF (bez dotací, úvěrů) – Varianta I



Graf č. 5 – Graf průběhu CF (bez dotací, úvěrů) – Varianta II

10.5 Vybraná varianta

Pro hodnocení nebyla použita kritéria pouze ekonomická, ale také mimo-ekonomická. Provozně-technická kritéria byla zařazena z pohledu budoucího uživatele a provozovatele.

- ekonomické kritérium – dosažení reálné doby návratnosti
- technické kritérium – koncepční řešení s dlouhodobou perspektivou

Ukazatel ve sledovaném období	Varianta I	Varianta II
Investice	+	-
Příjmy z úspory	-	+
Čistá současná hodnota	-	+
Vnitřní výnosové procento	-	+
Doba splacení (prostá)	-	+
Doba splacení (diskontovaná)	-	+
Technická obtížnost realizace	+	-
Snížení emisní zátěže	-	+
CF na konci hodnoceného období	-	+
CELKEM	2	7

Tab. č. 76 – Tabulka ukazatelů jednotlivých variant

Po ekonomickém vyhodnocení se jeví jako nejvýhodnější Varianta II. . Výhodnost této varianty je dána vyšším IRR, vyššími příjmy na konci hodnoceného období a úrovní zateplení, kdy obálka budovy dosáhne normovaných parametrů. obtížnosti

Na základě zohlednění těchto informací tedy **byla doporučena varianta Varianta II.**

10.6 Upravená energetická bilance po realizaci doporučená varianty

V následující tabulce je uvedena upravená energetická bilance při stávajícím stavu a po realizaci doporučené varianty.

Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Energie		Náklady	Energie		Náklady
	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
Vstupy paliv a energie	3 058,2	849,5	1 509,7	912,6	270,4	619,6
Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spotřeba paliv a energie	3 058,2	849,5	1 509,7	912,6	270,4	619,6
Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konečná spotřeba paliv a energie	3 058,2	849,5	1 509,7	912,6	270,4	619,6
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	138,0	38,3	57,3	30,7	9,5	12,8
Spotřeba energie na vytápění	2 554,1	709,5	1 060,1	515,8	159,2	214,1
Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spotřeba energie na přípravu teplé vody	96,9	26,9	63,7	96,9	26,9	63,7
Spotřeba energie na větrání	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spotřeba energie na osvětlení	185,7	51,6	227,1	185,7	51,6	227,1
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	83,4	23,2	101,5	83,4	23,2	101,9

Tab. č. 77 – Upravená energetická bilance po realizaci doporučené varianty

11. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ

Vyhodnocení z hlediska životního prostředí kvantifikuje snížení zátěže životního prostředí vyplývající z jednotlivých variant a navrhovaného řešení.

Objekt je zásobován teplem z CZT a systémovou EE. Uvedené snížení znečištění je počítáno v okolí zdroje tepla a zdroje systémové EE. Ekologické účinky posuzovaných variant jsou vyhodnoceny porovnáním emisí znečišťujících látek ve výchozím stavu a po realizaci daných variant.

Hodnoty emisních faktorů pro systémovou EE jsou převzaty ze Schváleného scénáře Státní energetické koncepce z roku 2004, emisní faktory pro rok 2005 a z Katalogu opatření pro snížení energetické náročnosti.

Výpočet úspory CO₂ byl stanoven na základě vyhl.č.480/2012, kde jsou vypsány referenční hodnoty emisních faktorů paliv.

11.1 Zdroje znečištění

Pro stanovení množství znečišťujících látek byly použity následující parametry:

CZT

– výtavné kotle na ČU (výhřevnost ČU = 24,8 MJ/kg)

Emisní faktory zdroje tepla:

Emise	CZT
	EF [kg/GJ]
TZL	2,9940
SO ₂	0,5899
NO _x	0,6048
CO	0,0202
CO ₂	91,700

Tab. č. 78 – Tabulka emisních faktorů zdroje tepla – CZT

Zdroj elektrické energie

Emisní faktory zdroje elektrické energie:

Emise	EE
	EF [kg/GJ]
TZL	0,0259
SO ₂	0,4894
NO _x	0,4157
CO	0,0393
CO ₂	325

Tab. č. 79 – Tabulka emisních faktorů zdroje EE – systémová EE

11.2 Produkce emisí

Stávající stav	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 622,0	297,8	2 919,8
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	2 760,0	297,8	3 057,8
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,263	0,008	8,271
SO ₂	1,628	0,146	1,774
NO _x	1,669	0,124	1,793
CO	0,056	0,012	0,067
CO ₂	253,092	96,796	349,888

Tab. č. 80 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – stávající stav

NO2.1	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	1 500,2	297,8	1 798,0
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	1 579,2	297,8	1 877,0
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	4,728	0,008	4,736
SO ₂	0,932	0,146	1,077
NO _x	0,955	0,124	1,079
CO	0,032	0,012	0,044
CO ₂	144,809	96,796	241,605

Tab. č. 81 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – po realizaci NO2.1

NO2.2	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 072,9	297,8	2 370,7
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	2 182,0	297,8	2 479,8
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	6,533	0,008	6,540
SO ₂	1,287	0,146	1,433
NO _x	1,320	0,124	1,444
CO	0,044	0,012	0,056
CO ₂	200,087	96,796	296,883

Tab. č. 82 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – po realizaci NO2.2

NO2.3	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 570,1	297,8	2 868,0
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	2 705,4	297,8	3 003,2
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,100	0,008	8,108
SO ₂	1,596	0,146	1,742
NO _x	1,636	0,124	1,760
CO	0,055	0,012	0,066
CO ₂	248,085	96,796	344,880

Tab. č. 83 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – po realizaci NO2.3

NO2.4	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 503,1	297,8	2 801,0
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	2 634,9	297,8	2 932,7
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	7,889	0,008	7,896
SO ₂	1,554	0,146	1,700
NO _x	1,594	0,124	1,717
CO	0,053	0,012	0,065
CO ₂	241,618	96,796	338,414

Tab. č. 84 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – po realizaci NO2.4

Varianta I	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	1 094,9	297,8	1 392,7
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	1 152,5	297,8	1 450,3
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	3,450	0,008	3,458
SO ₂	0,680	0,146	0,826
NO _x	0,697	0,124	0,821
CO	0,023	0,012	0,035
CO ₂	105,683	96,796	202,479

Tab. č. 85 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – po realizaci Varianty I

Varianta II	CZT	EE	CELKEM
Spotřeba energie [GJ/rok]	583,7	297,8	881,5
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	614,4	297,8	912,3
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	1,840	0,008	1,847
SO ₂	0,362	0,146	0,508
NO _x	0,372	0,124	0,495
CO	0,012	0,012	0,024
CO ₂	56,342	96,796	153,138

Tab. č. 86 – Tabulka environmentálního vyhodnocení – po realizaci Varianty II

11.3 Úspory emisí

NO2.1	Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 919,8	1 798,0	1 121,8
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	3 057,8	1 877,0	1 180,8
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,271	4,736	3,535
SO ₂	1,774	1,077	0,697
NO _x	1,793	1,079	0,714
CO	0,067	0,044	0,024
CO ₂	349,888	241,605	108,283

Tab. č. 87 – Tabulka úspory emisí – po realizaci NO2.1

NO2.2	Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 919,8	2 370,7	549,1
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	3 057,8	2 479,8	578,0
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,271	6,540	1,731
SO ₂	1,774	1,433	0,341
NO _x	1,793	1,444	0,350
CO	0,067	0,056	0,012
CO ₂	349,888	296,883	53,005

Tab. č. 88 – Tabulka úspory emisí – po realizaci NO2.2

NO2.3	Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 919,8	2 868,0	51,9
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	3 057,8	3 003,2	54,6
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,271	8,108	0,163
SO ₂	1,774	1,742	0,032
NO _x	1,793	1,760	0,033
CO	0,067	0,066	0,001
CO ₂	349,888	344,880	5,007

Tab. č. 89 – Tabulka úspory emisí – po realizaci NO2.3

NO2.4	Stávající stav	Po realizaci opatření	Úspora
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 919,8	2 801,0	118,9
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	3 057,8	2 932,7	125,1
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,271	7,896	0,375
SO ₂	1,774	1,700	0,074
NO _x	1,793	1,717	0,076
CO	0,067	0,065	0,003
CO ₂	349,888	338,414	11,474

Tab. č. 90 – Tabulka úspory emisí – po realizaci NO2.4

Varianta I	Stávající stav	Po realizaci varianty	Úspora
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 919,8	1 392,7	1 527,1
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	3 057,8	1 450,3	1 607,5
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,271	3,458	4,813
SO ₂	1,774	0,826	0,948
NO _x	1,793	0,821	0,972
CO	0,067	0,035	0,032
CO ₂	349,888	202,479	147,409

Tab. č. 91 – Tabulka úspory emisí – po realizaci Varianty I

Varianta II	Stávající stav	Po realizaci varianty	Úspora
Spotřeba energie [GJ/rok]	2 919,8	881,5	2 038,3
Spotřeba paliv a energií [GJ/rok]	3 057,8	912,3	2 145,6
Znečišťující látka	[t/r]	[t/r]	[t/r]
TZL	8,271	1,847	6,424
SO ₂	1,774	0,508	1,266
NO _x	1,793	0,495	1,298
CO	0,067	0,024	0,043
CO ₂	349,888	153,138	196,750

Tab. č. 92 – Tabulka úspory emisí – po realizaci Varianty II



12. STANOVENÍ VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Na základě zvolených variant byly prozkoumány možnosti v oblasti instalace OZE. Pro posouzení byly dle zkušeností navrženy následující úvahy:

- Úvaha č.1: Využití solárních kolektorů.
- Úvaha č.2: Instalace fotovoltaických panelů na střechy.
- Úvaha č.3: Využití energie prostředí - tepelná čerpadla.
- Úvaha č.4: Spalování biomasy.
- Úvaha č.5: Rekuperace

ad 1) – Solární kolektory

Vzhledem ke spotřebě TV a nízké ceně tepla nebylo vyhodnocení opatření provedeno.

ad 2) – Fotovoltaické panely

Vzhledem k nízké spotřebě EE v objektu nebylo vyhodnocení opatření provedeno.

ad 3) – Tepelná čerpadla

Vzhledem k nízké ceně tepla ze tepla nebylo vyhodnocení opatření provedeno.

ad 4) – Spalování biomasy

Vzhledem k nízké ceně tepla ze tepla nebylo vyhodnocení opatření provedeno.

ad 5) – Rekuperace

V objektu se nenachází žádný zdroj odpadního tepla.



13. ZÁVĚR

Předmětem zpracování energetického auditu je dle požadavků investora návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě.

13.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Na základě analýzy stávajícího stavu byly odhaleny následující zjištění:

- Hodnocené objekty mají špatné tepelně-technické vlastnosti.
- Nedostatečné tepelně izolační parametry obvodových plášťů.
- Tepelně izolační vlastnosti stávajících otvorových výplní neodpovídají současným dostupným možnostem.

13.2 Potenciál dosažitelných energetických úspor

Auditorský tým konstatuje existenci úsporného potenciálu, který vzniká převážně v oblasti úspory tepla na vytápění.

Posouzením výchozího stavu byl určen předpokládaný potenciál energetických úspor ve výši **2 145,6 GJ/rok, tj. 70,16%** z dnes vstupujícího celkového množství energie 3 058,2 GJ/rok. Uvedená hodnota zahrnuje energetický potenciál dosažený realizací opatření dle Varianty II.

13.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu

Na základě analýzy stávajícího stavu byla zvolena úsporná opatření. Jedná se především o následující změny:

NO1 – Beznákladová (organizační, změna chování zaměstnanců, apod.)

Opatření beznákladová jsou charakterizována úsporami energie, případně provozních nákladů a odstraněním některých provozních problémů. Jejich zavedení není investičně náročné, je možné je v krátké době realizovat. Některá z navrhovaných opatření (např. zavedení měření a energetický management) podmiňují návrh dalších kroků ve středně a dlouhodobém horizontu.

- **NO1.1** – Výchova k energeticky uvědomělému chování.

NO2 – Vysokonákladová (investice)

- **NO2.1** – Zateplení obvodového zdiva objektu.
- **NO2.2** – Výměna stávajících okenních výplní
- **NO2.3** – Zateplení střechy pavilónu C
- **NO2.4** – Zateplení stropních konstrukcí přemostění

13.3.1 Vybraná varianta

Energetický audit navrhl soubor úsporných opatření, který byl posouzen jako **Varianta II**. Jedná se o následující změny:

- **NO2.1** – Zateplení obvodového zdiva objektu.
- **NO2.2** – Výměna stávajících okenních výplní
- **NO2.3** – Zateplení střechy pavilónu C
- **NO2.4** – Zateplení stropních konstrukcí přemostění

Cílem navrhovaného opatření je dosažení provozních úspor. Celková **úspora energie** byla vypočtena na **2 145,6 GJ/rok**.

Realizace této varianty je spojena se vznikem reálných energetických úspor. Soubor úsporných opatření je charakterizován **investičním nákladem 13 522,2 tis.Kč** a **úsporou 890,5 tis.Kč za rok**.

Ekonomické vyhodnocení - Varianta II		
Ukazatel ve sledovaném období	Jednotka	Hodnota
Investiční náklady	tis.Kč	13 522,2
Provozní příjmy	tis.Kč/rok	890,5
Provozní náklady	tis.Kč/rok	0,0
Přínosy projektu celkem	tis.Kč/rok	890,5
Diskontní sazba	%	3,06
Čistá současná hodnota NPV	tis.Kč	56,0
Vnitřní výnosové procento IRR	%	3,11
Prostá doba návratnosti T_s	roky	15,2
Reálná doba návratnosti T_{sd}	roky	19,9
Doba životnosti $T_{\check{z}}$	roky	20
CF - úspora na konci hodnoceného období	tis.Kč	4 288,0

Tab. č. 93 – Shrnutí ekonomických ukazatelů ve Variantě II

13.4 Doporučení auditora k realizaci navrženého energeticky úsporného projektu

Konečné rozhodnutí o vložení finančních prostředků do projektu závisí na investorovi a na jeho motivaci ekonomické, nebo i mimo - ekonomické.

Pro přehlednost byl vytvořen následující přehled rizik, doporučení a poznatků důležitých pro realizaci Varianty II popř. jednotlivých podopatření v této variantě obsažených:

- Jednotlivá opatření generují relativně nízkou NPV i IRR. Z hlediska ekonomické efektivity projektu tyto faktory značně ovlivňují rozhodnutí zda-li by měl být projekt realizován.



- Objekt dosahuje v současnosti vysoké energetické náročnosti. Realizace Varianty II představuje vysokou investiční zátěž., dojde však ke zlepšení užitné hodnoty objektu a jsou to změny trvalé v řádově desítek let.

- Navržený projekt generuje úspory jak ekonomické, tak také environmentální.
 - **Úspora CO₂** je vypočtena na hodnotu **196,750 t/rok**, což znamená ekologický přínos **68,73 Kč/kgCO₂/rok**.
 - Celková **úspora energií** činí **2 145,6 GJ/rok**, což je **70,16%** ze stávající celkové spotřeby energií **3 058,2 GJ/rok**.
 - Hodnota **IRR** navrženého projektu je **3,11%**.

Auditor doporučuje realizovat navrhovaná opatření ve Variantě I na základě dodržení předepsaných doporučení.

V Ostravě dne 16.8.2013



14. EVIDENČNÍ LIST AUDITU

Evidenční číslo

173 / 13

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA

Moravskoslezský kraj

2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování

a) ulice

28.října

b) č.p./č.o.

2771/117

c) část obce

Moravská Ostrava

d) obec

Ostrava

e) PSČ

702 18

f) email

petr.kacmarik@kr-moravskoslezsky.cz

g) telefon

595 622 912

3. Identifikační číslo

70890692

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

Matiční gymnázium, Ostrava, příspěvková organizace

b) kontakt

info@mgo.cz

5. Předmět energetického auditu

a) název

Návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě

b) adresa

Dr. Šmerala 25, 728 04 Ostrava

c) popis předmětu EA

Předmětem zpracování energetického auditu je dle požadavků investora návrh zateplení objektu Matičního gymnázia v Ostravě.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností

Objekt slouží pro vzdělávací účely.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla

počet

- ks

b) zdroje elektřiny

počet

- ks



instalovaný výkon		- MW	instalovaný výkon		- MW
roční výroba		- MWh	roční výroba		- MWh
roční spotřeba paliva		- GJ/r	roční spotřeba paliva		- GJ/r
c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
počet		- ks	druh OZE		-
instal. výkon elektrický		- MW	druh DEZ		-
instal. výkon tepelný		- MW	fosilní zdroje		CZT
roční výroba elektřiny		- MWh			
roční výroba tepla		- MWh			
roční spotřeba paliva		- GJ/r			
3. Spotřeba energie					
<u>Druh spotřeby</u>	<u>Příkon</u>		<u>Spotřeba energie</u>		<u>Energonositel</u>
Vytápění		- MW	746,8	MWh/r	CZT
Chlazení		- MW	0,0	MWh/r	-
Větrání		- MW	0,0	MWh/r	-
Úprava vlhkosti		- MW	0,0	MWh/r	-
Příprava TV		- MW	27,9	MWh/r	CZT, EE
Osvětlení		- MW	51,6	MWh/r	EE
Technologie		- MW	23,2	MWh/r	ZP, EE
Celkem		0,0 MW	849,5	MWh/r	-

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

- NO2.1 – Zateplení obvodového zdiva objektu.
- NO2.2 – Výměna stávajících okenních výplní
- NO2.3 – Zateplení střechy pavilónu C
- NO2.4 – Zateplení stropních konstrukcí přemostění



2. Úspory energie a nákladů							
<u>Spotřeba a náklady na energii - celkem</u>							
	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory		
Energie	849,5	MWh/r	270,4	MWh/r	579,1	MWh/r	
Náklady	1509,7	tis. Kč/r	619,6	tis. Kč/r	890,1	tis. Kč/r	
<u>Spotřeba energie</u>							
	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory		
Vytápění	746,8	MWh/r	166,8	MWh/r	580,1	MWh/r	
Chlazení	0,0	MWh/r	0,0	MWh/r	0,0	MWh/r	
Větrání	0,0	MWh/r	0,0	MWh/r	0,0	MWh/r	
Úprava vlhkosti	0,0	MWh/r	0,0	MWh/r	0,0	MWh/r	
Příprava TV	27,9	MWh/r	27,9	MWh/r	0,0	MWh/r	
Osvětlení	51,6	MWh/r	51,6	MWh/r	0,0	MWh/r	
Technologie	23,2	MWh/r	23,2	MWh/r	0,0	MWh/r	
3. Ekonomické hodnocení							
doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	3,06	%		
reálná doba návratnosti	19,9	roků	investiční náklady	13 522,2	tis. Kč		
prostá doba návratnosti	15,2	roků	cash flow	4288,0	tis. Kč/r		
IRR	3,11	%	NPV	56,0	tis. Kč		
rok realizace	2013						
4. Ekologické hodnocení							
Znečišťující látka	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory		
	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně	
TZL	8,271 t/r	- t/r	1,8473 t/r	- t/r	6,4238 t/r	- t/r	
SO ₂	1,7739 t/r	- t/r	0,5082 t/r	- t/r	1,2657 t/r	- t/r	
NO _x	1,7932 t/r	- t/r	0,4954 t/r	- t/r	1,2977 t/r	- t/r	
CO	0,0673 t/r	- t/r	0,0241 t/r	- t/r	0,0433 t/r	- t/r	
CO ₂	349,89 t/r	- t/r	153,14 t/r	- t/r	196,75 t/r	- t/r	

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi



1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
Michal Židek	Ing, Ph.D.
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	3. Datum vydání oprávnění
MPO 0771	20.11.2009
4. Datum posledního průběžného vzdělávání	
-	
5. Podpis	6. Datum
	16.8.2013



15. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Fotografie objektu

Příloha č. 2: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Stávající stav

Příloha č. 3: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Po realizaci NO2.1

Příloha č. 4: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Po realizaci NO2.2

Příloha č. 5: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Po realizaci NO2.3

Příloha č. 6: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Po realizaci NO2.4

Příloha č. 7: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Po realizaci Varianty I

Příloha č. 8: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Po realizaci Varianty II

Příloha č. 9: Protokol výpočtu en. náročnosti budovy – Referenční budova

Příloha č. 10: Tabulky konstrukcí – Stávající stav

Příloha č. 11: Tabulky konstrukcí – Po zateplení



16. PŘÍLOHY

PŘÍLOHY