

1.1. Identifikační údaje

1.1.1. Zadavatel auditu: **Střední zemědělská škola a Střední odborné učiliště zemědělské**
U jezu 7, 741 01 Nový Jičín

Zastoupen: RNDr. Jiří Trávníček, ředitel

IČO: 00601608

DIČ: ---

Tel: 556 763 002

E-mail: szes_nj@applet.cz

Fax: 556 706 302

Osoba oprávněna k podpisu smlouvy:

RNDr. Jiří Trávníček, ředitel

Osoba oprávněná k jednání ve věcech technických:

Jiří Fiedler

1.1.2. Zhotovitel:

Ing. Venanc Walder, DrSc.

Energetický auditor č. 007 podle zákona č. 406/2000 Sb.

ENERGO-STEEL spol. s r.o.

Sídlo: Hlavní tř. 702, 708 00 Ostrava-Poruba

Provozovna: Vřesinská 66/54, 708 00 Ostrava-Poruba

IČO: 15502546

DIČ: 390-15502546

Tel: 596 911 318

E-mail: energo@energo.cz

Fax: 596 918 323

1.1.3. Předmět auditu:

Energetické bilance, doporučení úprav k úsporám energie na Střední zemědělské škole a Středním odborném učilišti zemědělském v Novém Jičíně

1.1.4. Účel auditu:

Splnění zákonné povinnosti 406/2000 sb.

Energetický audit připravil auditor (Osvědčení 007 o zápisu do Seznamu energetických auditorů, Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, ze dne 8.2.2002) se svým týmem specialistů a spolupracovníků.

Ing. Venanc Walder, DrSc.

1.2. Obsah

1. ÚVODNÍ ČÁST	1
1.1. Identifikační údaje	1
1.1.1. Zadavatel auditu	1
1.1.2. Zhotovitel	1
1.1.3. Předmět auditu	1
1.1.4. Účel auditu	1
1.2. Obsah	2
1.3. Seznam použitých značek a symbolů	5
1.4. Seznam tabulek použitých v textu	6
1.5. Seznam příloh	9
1.6. Seznam použité literatury a odkazy	9
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU OBJEKTU	10
2.1. Základní údaje o objektu jako celku	10
2.1.A. Základní údaje o hlavní školní budově	11
2.1.B. Základní údaje o budově tělocvičny	12
2.1.C. Základní údaje o budově laboratoří	13
2.1.D. Základní údaje o budově služebních bytů	13
2.1.E. Základní údaje o budově Domova mládeže	14
2.1.F. Základní údaje o budově dílen a skladů	14
2.1.G. Základní údaje o budově praxe	15
2.1.H. Základní údaje o budově školní jídelny	15
2.1.I. Základní údaje o budově skladů a garáží	16
2.2. Základní údaje o dodávkách energií z vnějších zdrojů	16
2.2.1. Příkony elektrické energie	16
2.2.2. Příkony v dodaném zemním plynu	17
2.2.3. Příkony v teple z vnějších zdrojů	18
2.2.4. Příkony v TUV z vnějších zdrojů	18
2.2.5. Příkony ve stlačeném vzduchu	18
2.2.6. Příkony energií z ostatních zdrojů	18
2.3. Základní údaje o rozvodech energií v objektu	18
2.3.1. Rozvody elektrické energie v objektu	18
2.3.2. Rozvody zemního plynu v objektu	18
2.3.3. Rozvody tepla v objektu	19
2.3.4. Rozvody stlačeného vzduchu v objektu	20
2.3.5. Rozvody ostatních energií v objektu	20
2.4. Základní údaje o energetických spotřebičích v objektu	20
2.4.1. Základní údaje o elektrických spotřebičích v objektu	20
2.4.1.1. Základní údaje o osvětlení v objektu	21
2.4.2. Základní údaje o plynových spotřebičích v objektu	22
2.4.3. Základní údaje o tepelných spotřebičích v objektu	22
2.4.4. Základní údaje o spotřebičích stlačeného vzduchu v objektu	23
2.4.5. Základní údaje o spotřebičích ostatních energií v objektu	23
2.5. Poznatky z inspekce na místě	23
2.5.1. Poznatky o stavební části objektu	23
2.5.2. Poznatky o elektrických zařízeních v objektu	24
2.5.3. Poznatky o systému osvětlení v objektu	24
2.5.4. Poznatky o systému zásobování objektu plynem	24
2.5.5. Poznatky o systému vytápění objektu	24

2.5.6. Poznatky o systému zásobování objektu TUV	25
2.5.7. Poznatky o systému stlačeného vzduchu	25
2.5.8. Poznatky o systému zásobování ostatními druhy energie	25
2.6. Údaje o spotřebě a nákladech na energii – bilance výchozího stavu	25
2.6.1. Spotřeba elektrické energie pro posuzovaný objekt	25
2.6.2. Spotřeba zemního plynu pro posuzovaný objekt	26
2.6.3. Spotřeba tepla pro posuzovaný objekt	26
2.6.4. Spotřeba vody pro posuzovaný objekt	26
2.6.5. Spotřeba ostatních energií pro posuzovaný objekt	26
2.7. Shrnutí	27
3. PROVEDENÍ ENERGETICKÝCH ANALÝZ A HODNOCENÍ	28
3.1. Bilance elektrické energie v objektu	28
3.2. Bilance plynu v objektu	28
3.3. Tepelná bilance objektu s respektováním vnitřních i vnějších zdrojů	28
3.3.1. Výpočet tepelných ztrát objektu	28
3.3.1.A. Tepelné ztráty hlavní školní budovy	30
3.3.1.B. Tepelné ztráty budovy tělocvičny	30
3.3.1.C. Tepelné ztráty budovy laboratoří	31
3.3.1.D. Tepelné ztráty budovy služebních bytů	31
3.3.1.E. Tepelné ztráty budovy Domova mládeže	32
3.3.1.F. Tepelné ztráty budovy dílen a skladů	32
3.3.1.G. Tepelné ztráty budovy praxe	33
3.3.1.H. Tepelné ztráty budovy školní jídelny	33
3.3.2. Výpočet roční tepelné spotřeby pomocí denostupňové metody	34
3.3.3. Verifikace vypočtené spotřeby tepla s dodávkou tepla	35
3.3.4. Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	35
3.4. Bilance ostatních energií v objektu	39
3.5. Roční energetická bilance	39
4. POTENCIÁL ENERGETICKÝCH ÚSPOR	40
4.1. Možné úspory energie v případě uplatnění stavebních opatření	40
4.1.1. Zateplení obvodových zdí budov izolačním materiálem	40
4.1.2. Výměna stávajících dřevěných zdvojených a dvojitých oken za nová plastová	40
4.1.3. Výměna stávající dřevěné prosklené vstupní stěny do hlavní budovy školy za novou hliníkovou	41
4.1.4. Výměna stávajících kovových oken budovy tělocvičny za nová plastová	41
4.1.5. Výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny do budovy Domova mládeže za novou plastovou	42
4.1.6. Výměna stávajících kovových oken budovy dílen a skladů za nová plastová	42
4.1.7. Výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny do budovy praxe za novou plastovou	42
4.1.8. Výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny do budovy školní jídelny za novou plastovou	43
4.1.9. Výměna stávajících dřevěných prosklených vstupních dveří do budovy školní jídelny za nové plastové	43
4.1.10. Zateplení ploché střechy budovy Domova mládeže izolačním materiálem	43
4.2. Možné úspory energie v případě změny systému elektrických zařízení	44
4.3. Možné úspory energie v případě změny v systému vytápění	44

4.3.1. Instalace termostatických ventilů na otopných tělesech	44
4.3.2. Instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění	44
4.3.3. Instalace ekvitermní regulace teploty topné vody	45
4.4. Možné úspory energie v případě změny systému přípravy a užití TUV	45
4.5. Možné úspory energie v případě změny systému stlačeného vzduchu	46
4.6. Možné úspory energie v případě změny systému zemního plynu	46
4.7. Možné úspory energie v případě využití obnovitelných zdrojů energie	46
4.8. Možné úspory energie v případě uplatnění organizačních a neinvestičních opatření	46
5. NÁVRH OPATŘENÍ	47
5.1. Kvantifikace jednotlivých variant kombinací opatření	49
5.1.1. Varianta 1	49
5.1.2. Varianta 2	50
5.1.3. Varianta 3	51
5.1.4. Varianta 4	52
5.1.5. Varianta 5	53
5.1.6. Varianta 6	54
5.1.7. Varianta 7	55
5.1.8. Varianta 8	56
5.1.9. Varianta 9	57
5.1.10. Varianta 10	58
5.1.11. Varianta 11	60
5.1.12. Varianta 12	61
5.2. Srovnání jednotlivých variant kombinací opatření	64
6. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT KOMBINACÍ OPATŘENÍ	68
6.1. Výpočet reálné doby návratnosti pro jednotlivé varianty kombinací opatření	69
6.1.1. Reálná doba návratnosti pro variantu č.1	69
6.1.2. Reálná doba návratnosti pro variantu č.2	70
6.1.3. Reálná doba návratnosti pro variantu č.3	71
6.1.4. Reálná doba návratnosti pro variantu č.4	72
6.1.5. Reálná doba návratnosti pro variantu č.5	73
6.1.6. Reálná doba návratnosti pro variantu č.6	74
6.1.7. Reálná doba návratnosti pro variantu č.7	75
6.1.8. Reálná doba návratnosti pro variantu č.8	76
6.1.9. Reálná doba návratnosti pro variantu č.9	77
6.1.10. Reálná doba návratnosti pro variantu č.10	78
6.1.11. Reálná doba návratnosti pro variantu č.11	79
6.1.12. Reálná doba návratnosti pro variantu č.12	80
7. POSOUZENÍ VLIVU NAVRŽENÝCH VARIANT KOMBINACÍ OPATŘENÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	81
8. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY KOMBINACÍ OPATŘENÍ	84
9. ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU	84
9.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	84
9.2. Závěrečná doporučení	86
9.3. Závěrečný posudek energetického auditora	87
9.4. Evidenční list energetického auditu	89

1.2. Seznam použitých značek a symbolů

Značka	Název	Jednotka
A	Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	[m ²]
AM	Amortizace	[%]
B	Charakteristické číslo budovy	[Pa ^{0,67}]
CF	Roční přínosy projektu	[Kč]
D	Počet denostupňů	[K.den]
d	Počet dnů v topném období	[den]
e _i	Nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem	[-]
E _r	Spotřeba tepla při vytápění budovy v otopném období	[kWh]
e _t	Snížení teploty během dne resp. v noci	[-]
e _d	Zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu	[-]
e _v	Měrná spotřeba tepla	[kWh/m ³]
e _{VN}	Požadovaná měrná spotřeba tepla	[kWh/m ³]
H	Počet hodin	[hod]
IN	Investiční výdaje projektu	[Kč]
IN _{AM}	Náklady respektující amortizaci	[Kč]
IN _p	Náklady na uvedení zařízení do původního stavu	[Kč]
i _{Lv}	Součinitel spárové průvzdušnosti	[m ² .s ⁻¹ .Pa ^{-0,67}]
IRR	Vnitřní výnosové procento	[%]
L	Délka spár otevíratelných částí oken a venkovních dveří	[m]
M	Charakteristické číslo místnosti	[-]
V _{zp}	Množství spotřebovaného plynu	[m ³]
NPV	Čistá současná hodnota	[Kč]
p ₁	Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí	[-]
p ₂	Přirážka na urychlení zátoku	[-]
p ₃	Přirážka na světovou stranu	[-]
Q	Tepelná ztráta, tepelný zisk	[W]
Q _C	Tepelná ztráta objektu	[W]
Q _D	Teplo dodané do objektu od dodavatele tepla	[GJ]
Q _i	Vypočtená roční spotřeba tepla jednotlivých budov	[GJ]
Q _P	Tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí	[W]
Q _r	Vypočtená roční spotřeba tepla	[GJ]
Q _V	Tepelná ztráta větráním	[W]
Q _Z	Trvalý tepelný zisk	[W]
R	Tepelný odpor	[m ² .K.W ⁻¹]
r	Diskont	[%]
S	Plocha	[m ²]
t _{e,s}	Teplota vnější, průměrná	[°C]
t _e	Teplota vnější, výpočtová	[°C]
t _i	Teplota vnitřní	[°C]
U	Součinitel prostupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
V	Objem vytápěné části budovy	[m ³]
V _v	Objemový tok větracího vzduchu při přirozeném větrání	[m ³ .s ⁻¹]
ε	Opravný součinitel	[-]
η _o	Účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy	[-]
η _r	Účinnost rozvodu	[-]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]

1.4. Seznam tabulek použitých v textu

2.1 - 1. Základní rozměrové údaje jednotlivých budov	12
2.2.1 - 1. Dodávka elektrické energie ze sítě SME, a.s. za minulá období	16
2.2.1 - 2. Dodávka elektrické energie z malé vodní elektrárny za minulá období	17
2.2.1 - 3. Celková spotřeba elektrické energie za minulá období	17
2.2.2 - 1. Spotřeba zemního plynu u hlavního odběrného místa za minulá období	17
2.2.2 - 2. Spotřeba zemního plynu u odběrného místa v hlavní školní budově za minulá období	17
2.2.2 - 3. Celková spotřeba zemního plynu za minulá období	17
2.4.1 - 1. Přehled elektrických spotřebičů	21
2.4.1.1 - 1. Přehled počtu jednotlivých druhů svítidel instalovaných v budovách	22
2.4.2 - 1. Přehled spotřebičů zemního plynu	22
2.4.3 - 1. Přehled počtu otopných těles instalovaných v jednotlivých budovách	23
2.6.1 - 1. Náklady na elektrickou energii ze sítě SME, a.s. a její spotřeba za minulá období	25
2.6.1 - 2. Náklady na elektrickou energii z malé vodní elektrárny a její spotřeba za minulá období	26
2.6.1 - 3. Celkové náklady na elektrickou energii a její spotřeba za minulá období	26
2.6.2 - 1. Náklady na energii dodanou v plynu a její spotřeba za minulá období	26
2.6.4 - 1. Náklady na vodu a její spotřeba za minulá období	26
2.7 - 1. Shrnutí o ročních energetických vstupech	27
2.7 - 2. Souhrn průměrných vnějších energetických vstupů	27
3.3.1 - 1. Hodnoty externích teplot používaných ve výpočtu	29
3.3.1 - 2. Hodnoty vnitřních teplot používaných ve výpočtu	29
3.3.1.A - 1. Vypočtené tepelné ztráty hlavní školní budovy	30
3.3.1.B - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy tělocvičny	30
3.3.1.C - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy laboratoří	31
3.3.1.D - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy služebních bytů	31
3.3.1.E - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy Domova mládeže	32
3.3.1.F - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy dílen a skladů	32
3.3.1.G - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy praxe	33
3.3.1.H - 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy školní jídelny	33
3.3.2 - 1. Vypočtená roční spotřeba tepla	35
3.3.4 - 1. Charakteristika hlavní školní budovy	36
3.3.4 - 2. Charakteristika budovy tělocvičny	36
3.3.4 - 3. Charakteristika budovy laboratoří	37
3.3.4 - 4. Charakteristika budovy služebních bytů	37
3.3.4 - 5. Charakteristika budovy Domova mládeže	37
3.3.4 - 6. Charakteristika budovy dílen a skladů	38
3.3.4 - 7. Charakteristika budovy praxe	38
3.3.4 - 8. Charakteristika budovy školní jídelny	38
3.5 - 1. Roční energetická bilance	39
5 - 1. Jednotkové náklady na realizaci navržených opatření	47
5.1.1 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 1	49
5.1.2 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 2	50
5.1.3 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 3	51
5.1.4 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 4	52
5.1.5 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 5	53
5.1.6 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 6	54

5.1.7 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 7	55
5.1.8 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 8	56
5.1.9 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 9	57
5.1.10 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 10	59
5.1.11 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 11	60
5.1.12 - 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 12	63
5.2 - 1. Vypočtené úspory pro jednotlivé varianty kombinací opatření	64
6.1.1 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.1 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	69
6.1.1 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.1	69
6.1.2 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.2 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	70
6.1.2 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.2	70
6.1.3 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.3 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	71
6.1.3 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.3	71
6.1.4 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.4 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	72
6.1.4 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.4	72
6.1.5 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.5 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	73
6.1.5 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.5	73
6.1.6 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.6 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	74
6.1.6 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.6	74
6.1.7 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.7 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	75
6.1.7 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.7	75
6.1.8 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.8 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	76
6.1.8 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.8	76
6.1.9 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.9 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	77
6.1.9 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.9	77
6.1.10 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.10 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	78
6.1.10 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.10	78
6.1.11 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.11 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	79
6.1.11 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.11	79
6.1.12 - 1. Ekonomické hodnocení varianty č.12 pro diskontní sazbu 8 a 5% a výpočet IRR	80
6.1.12 - 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.12	80
7 - 1. Vliv varianty č. 1 na životní prostředí	81
7 - 2. Vliv varianty č. 2 na životní prostředí	81
7 - 3. Vliv varianty č. 3 na životní prostředí	81
7 - 4. Vliv varianty č. 4 na životní prostředí	81
7 - 5. Vliv varianty č. 5 na životní prostředí	82
7 - 6. Vliv varianty č. 6 na životní prostředí	82
7 - 7. Vliv varianty č. 7 na životní prostředí	82

7. - 8. Vliv varianty č. 8 na životní prostředí	82
7. - 9. Vliv varianty č. 9 na životní prostředí	83
7. - 10. Vliv varianty č. 10 na životní prostředí	83
7. - 11. Vliv varianty č. 11 na životní prostředí	83
7. - 12. Vliv varianty č. 12 na životní prostředí	83

1.5. Seznam příloh

Součástí zprávy o energetickém auditu nejsou žádné přílohy.

1.6. Seznam použité literatury a odkazy

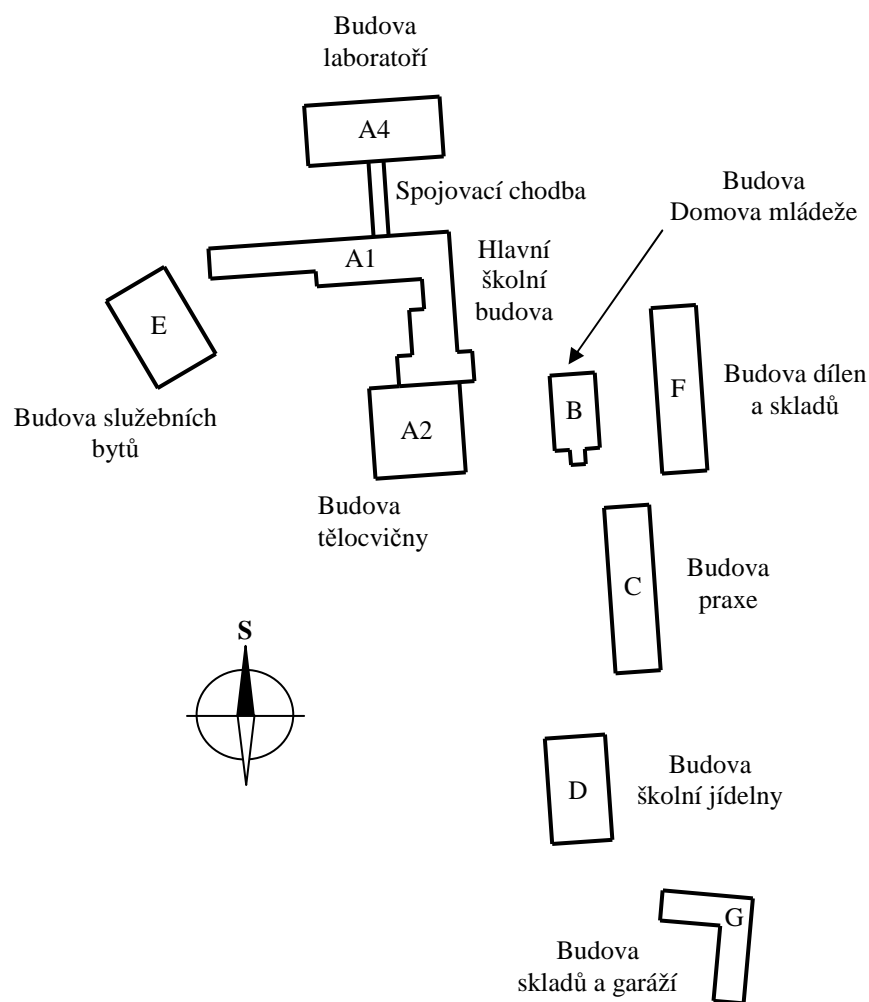
- [1] ČSN 73 05 40-3
- [2] ČSN 73 05 40-4
- [3] ČSN 06 02 10
- [4] ČSN 38 33 50
- [5] Vytápění rodinných domů (Společnost pro techniku prostředí 1996)
- [6] Konzultace ke stavebním technikám, legislativě a cenám
- [7] Výchozí informace pro vypracování energetického auditu, p. Jiří Fiedler
- [8] Hodnocení návratnosti energetických opatření, Ing. Venanc Walder, DrSc.
Sborník „OSTRAVA ENERGO 2002“, květen 2002, Ostrava
- [9] Pasparty budov
- [10] Velká kniha o energii, L.A. Consulting Agency, spol. s r.o., 2001, Praha
- [11] Zpráva o revizi elektrických zařízení
- [12] Vyhláška MPO č. 291/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití při spotřebě tepla v budovách

2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU OBJEKTU

2.1. Základní údaje o objektu jako celku

Areál Střední zemědělské školy a Středního odborného učiliště zemědělského (dále jen škola) je situován v Novém Jičíně na ulici U Jezu v blízkosti soutoku říček Jičínka a Zrzávka, jimiž je celý areál obtékán. Areál je tvořen komplexem devíti budov. Největší budovou v areálu školy je hlavní školní budova (budova A1). S touto budovou je spojovacím krčkem spojena budova tělocvičny (budova A2), spojovací chodbou pak budova laboratoří (budova A4). Budova služebních bytů (budova E) se nachází v těsném sousedství hlavní školní budovy. Vedle tělocvičny je situována budova Domova mládeže (budova B). Za touto budovou se potom nachází budova dílen a skladů (budova F). Proti proudu toku říčky Jičínka celý areál pokračuje budovou praxe (budova C), budovou školní jídelny (budova D) a nevytápěnou budovou skladů a garáží (budova G).

Půdorys areálu, rozmístění jednotlivých objektů a orientace k světovým stranám je znázorněna na obrázku 2.1 – 1.



Obr. 2.1 – 1. Půdorys areálu, jeho umístění a orientace k světovým stranám

2.1.A. Základní údaje o hlavní školní budově

Hlavní školní budova je dvoupodlažní, částečně podsklepený objekt. Obvodové zdi jsou zděné z plných cihel pálených. Střecha budovy je převážně sedlová, tvořená dřevěnými krovky vaznicové soustavy. Nad administrativní částí budovy je střešní krytina tvořena azbestocementovou hladkou krytinou, nad částí s učebnami pak střešními taškami BRAMAC. Střecha spojovacího krčku s tělocvičnou je plochá s živičnou krytinou. Okna jsou dřevěná zdvojená s dvěma skly, vstupní dveře do budovy jsou většinou dřevěné prosklené s jedním sklem. Vstupní dveře do spojovacího krčku jsou kovové prosklené s jedním sklem. Schodiště je prosvětleno sklobetonovými tvárnicemi.

V suterénu budovy je umístěna hlavní plynová kotelna a sklad. V 1.NP se nacházejí učebny, kabinety, šatny pro svrchní oděv, kancelář hospodáře, archiv hospodáře, plynoměrná místnost, plynová kotelna pro administrativní část budovy a sociální zařízení. V 2.NP jsou situovány učebny, kabinety, kanceláře vedení školy, bufet, místnost uklízeček, společenská místnost a sociální zařízení.



Obr. 2.1.A – 1. Hlavní školní budova (administrativní část)



Obr. 2.1.A – 2. Hlavní školní budova (učebny)



Obr. 2.1.A – 3. Hlavní školní budova (čelní fasáda se spojovacím krčkem)

Tab. 2.1. – 1. Základní rozměrové údaje jednotlivých budov

Objekt	Počet podlaží	Zastavěná plocha	Půdorysné rozměry
	-	[m ²]	[m]
Hlavní školní budova	1 PP + 2 NP	1 144,9	69,50 x 42,6
Budova tělocvičny	2 NP	562,5	22,50 x 25,00
Budova laboratoří	1 NP	386,9	28,30 x 14,20
Budova služebních bytů	1 PP + 2 NP	277,0	19,10 x 14,50
Budova Domova mládeže	3 NP	284,5	24,10 x 12,60
Budova dílen a skladů	1 NP	269,8	28,70 x 9,40
Budova praxe	1 NP	526,0	48,70 x 11,95
Budova školní jídelny	1 PP + 2 NP	376,1	26,30 x 14,30
Budova skladů a garáží	1 NP	343,0	26,00 x 27,30

2.1.B. Základní údaje o budově tělocvičny

Budova tělocvičny je dvoupodlažní nepodsklepený objekt, přičemž tělocvičný sál zasahuje přes obě podlaží. Budova tělocvičny je s hlavní školní budovou propojena spojovacím krčkem. Obvodové zdi budovy jsou zděné z plných cihel pálených, 2.NP s učebnami a část obvodových zdí tělocvičného sálu je zděna z tvárnic YTONG. Střeška tělocvičny je šikmá s azbestocementovou vlnitou krytinou. Okna jsou dřevěná zdvojená s dvěma skly, prosklení tělocvičného sálu je realizováno ocelovými prosklenými stěnami s dvěma skly.

V 1.NP je umístěn samotný tělocvičný sál, nářadovna, posilovna, kabinet TV, šatny, umývárna a sociální zařízení. V 2.NP se nacházejí učebny, učebny výpočetní techniky a kabinet.



Obr. 2.1.B – 1. Budova tělocvičny (tělocvičný sál)



Obr. 2.1.B – 2. Budova tělocvičny (zázemí a učebny)

2.1.C. Základní údaje o budově laboratoří

Budova laboratoří je přízemní nepodsklepený objekt, který je s hlavní školní budovou propojen nevytápěnou spojovací chodbou. Obvodové zdi budovy jsou zděné z plných cihel pálených. Střecha je sedlová, tvořená dřevěným krovem vaznicové soustavy s krytinou ze střešních tašek BRAMAC. Okna jsou dřevěná zdvojená s dvěma skly.

V budově je situována jazyková učebna, laboratoře, váhovna, sklad chemikálií, archiv účetní a místnost hlavního uzávěru plynu.



Obr. 2.1.C – 1. Budova laboratoří

2.1.D. Základní údaje o budově služebních bytů

Budova služebních bytů je dvoupodlažní, částečně podsklepený objekt. Obvodové zdi jsou zděné z plných cihel pálených. Střecha budovy je sedlová, tvořená dřevěným krovem vaznicové soustavy s azbestocementovou hladkou krytinou. Okna jsou dřevěná zdvojená s dvěma skly, vstupní dveře jsou dřevěné, některé částečně prosklené jedním sklem.

V suterénu budovy je umístěn sklep. V 1.NP se nacházejí klubovny, kuchyňka, sociální zařízení a komory. V 2.NP jsou situovány dva služební byty.



Obr. 2.1.D – 1. Budova služebních bytů

2.1.E. Základní údaje o budově Domova mládeže

Budova Domova mládeže je třípodlažní nepodsklepený objekt. Obvodové zdi budovy jsou zděné z plných cihel pálených, střecha je plochá s živičnou krytinou. Okna jsou dřevěná zdvojená s dvěma skly. Vstup do objektu je realizován zádveřím, vstupní dveře jsou kovové s jedním sklem.

V 1.NP jsou umístěny pokoje, společenská místnost, kuchyňka, úklidová komora, umývárna a sociální zařízení. V 2.NP se nacházejí pokoje, čajovna, umývárna a sociální zařízení. V 3.NP jsou situována aula, šatna, sklad a sociální zařízení.



Obr. 2.1.E – 1. Budova Domova mládeže

2.1.F. Základní údaje o budově dílen a skladů

Budova dílen a skladů je přízemní nepodsklepený objekt. Obvodové zdi budovy jsou zděné z plných cihel pálených. Střecha je sedlová s plechovou krytinou. Okna jsou většinou kovová s jedním sklem, v malé míře také dřevěná s dvěma skly. Prosvětlení místností je provedeno také sklobetonovými tvárnicemi. Dveře a vrata do budovy jsou kovová.

V budově je umístěna soustružna, kovárna, dílna se sklady a další nevytápěné sklady.



Obr. 2.1.F – 1. Budova dílen a skladů

2.1.G. Základní údaje o budově praxe

Budova praxe je přízemní nepodsklepený objekt, jehož součástí je nevytápěný přístřešek pro stroje. Obvodové zdi budovy jsou zděné z plných cihel pálených. Střecha je nízká sedlová s krytinou z vlnitého plechu. Okna jsou dřevěná zdvojená nebo dvojitá s dvěma skly. Hlavní vstup je realizován zádveřím s kovovou prosklenou stěnou s jedním sklem. Další vstupy jsou tvořeny částečně prosklenými dřevěnými dveřmi s jedním sklem. Některé prostory budovy jsou prosvětleny sklobetonovými tvárnicemi.

V budově jsou umístěny dílny, učebny, kabinet MOV, mechanizační hala, sklady, kancelář, výdejna, umývárna a sociální zařízení.



Obr. 2.1.G – 1. Budova praxe

2.1.H. Základní údaje o budově školní jídelny

Budova školní jídelny je dvoupodlažní, částečně podsklepený objekt. Obvodové zdi budovy jsou zděné z plných cihel pálených. Střecha budovy je převážně sedlová s krytinou z tašek, část střechy je plochá s živičnou krytinou. Okna jsou dřevěná zdvojená s dvěma skly. Vstupní dveře u kuchyně jsou ocelové s jedním sklem, vstupní dveře u jídelny jsou dřevěné částečně prosklené s jedním sklem. Schodiště do 2.NP je prosvětleno sklobetonovými tvárnicemi.



Obr. 2.1.H – 1. Budova školní jídelny

V suterénu budovy se nachází plynová kotelna pro budovu jídelny, sklady kuchyně a škrabka brambor. V 1.NP je situována učebna, jídelna, kuchyně s výdejnou, šatna kuchyně, umývárna a sociální zařízení kuchyně a sklad kuchyně. V 2.NP je umístěna kancelář vedoucího ŠJ, archiv, kabinet, sklad, učebna, ubytovací pokoje, umývárna a sociální zařízení.

2.1.I. Základní údaje o budově skladů a garáží

Budova skladů a garáží je nevytápěný přízemní objekt, ve kterém jsou umístěny sklady a garáže.



Obr. 2.1.I – 1. Budova skladů a garáží

2.2. Základní údaje o dodávkách energií z vnějších zdrojů

Údaje o příkonech jednotlivých druhů energie jsou odečteny z nám poskytnutých materiálů [7].

2.2.1. Příkony elektrické energie

Elektrická energie je zajišťována dodávkou ze Severomoravské energetiky, a.s a z blízké malé vodní elektrárny. Spotřeba elektrické energie za poslední tři roky je uvedena v následujících tabulkách.

Tab. 2.2.1 – 1. Dodávka elektrické energie ze sítě SME, a.s. za minulé období

Rok	Roční spotřeba elektrické energie [kWh]
2000	58 300
2001	53 388
2002	60 184

Tab. 2.2.1 – 2. Dodávka elektrické energie z malé vodní elektrárny za minulé období

Rok	Roční spotřeba elektrické energie [kWh]
2000	22 540
2001	25 480
2002	19 710

Tab. 2.2.1 – 3. Celková spotřeba elektrické energie za minulé období

Rok	Roční spotřeba elektrické energie [kWh]
2000	80 840
2001	78 868
2002	79 894

2.2.2. Příkony v dodaném zemním plynu

Dodávka zemního plynu je v plné výši zajišťována od Severomoravské plynárenské, a.s. V areálu školy jsou umístěny dvě odběrná místa zemního plynu. Odběrné místo v administrativní části hlavní školní budovy slouží k dodávce zemního plynu pro plynovou kotelnu umístěnou v této budově. Hlavní odběrné místo v budově laboratoří slouží k dodávce zemního plynu pro všechny ostatní plynové spotřebiče v areálu školy. Spotřeba zemního plynu za poslední tři roky je uvedena v následujících tabulkách.

Tab. 2.2.2 – 1. Spotřeba zemního plynu u hlavního odběrného místa za minulé období

Rok	Roční spotřeba zemního plynu [m³]
2000	85 945
2001	93 524
2002	98 052

Tab. 2.2.2 – 2. Spotřeba zemního plynu u odběrného místa v hlavní školní budově za minulé období

Rok	Roční spotřeba zemního plynu [m³]
2000	10 086
2001	10 236
2002	8 462

Tab. 2.2.2 – 3. Celková spotřeba zemního plynu za minulé období

Rok	Roční spotřeba zemního plynu [m³]
2000	96 031
2001	103 760
2002	106 514

2.2.3. Příkony v teple z vnějších zdrojů

Areál školy není napojen na centrální rozvod tepla.

2.2.4. Příkony v TUV z vnějších zdrojů

Teplá užitková voda je připravována přímo v areálu školy.

2.2.5. Příkony ve stlačeném vzduchu

Areál školy není napojen na rozvod stlačeného vzduchu.

2.2.6. Příkony energií z ostatních zdrojů

Areál školy není zásobován žádnou další formou energie.

2.3. Základní údaje o rozvodech energií v objektu

2.3.1. Rozvody elektrické energie v objektu

Elektrorozvody jsou provedeny ve všech objektech.

Objekty jsou napojeny na rozvody nízkého napětí a je použita napěťová soustava 3 PEN, 230V/400V, AC 50 Hz, TN-C. Základní ochrana před nebezpečným dotykovým napětím - samočinným odpojením od zdroje, zvýšená ochrana - doplňujícím pospojováním.

Areál školy je napojen z blízkého trafa 22/0,4 kV, které je v majetku SME, a.s. Některé budovy jsou napojeny do své hlavní přípojkové domovní skříně přímo z venkovního rozvaděče trafa, některé budovy jsou pak napojeny sériově přes rozvaděče jiných budov. Z hlavní domovní skříně objektu je pak napojen hlavní rozvaděč a z něho pak další podružné rozvaděče.

Elektrické rozvody jsou provedeny převážně kabely a vodiči typu AYKY, AYM, AGYC, CYKY a CYBY. Elektrické rozvody jsou většinou uloženy pod omítkou.

Pro účely vyúčtování plateb za odebranou elektrickou energii ze sítě SME má škola sjednanou dvoutarifní sazbu s platem za naměřené maximum B5a. Hodnota sjednaného technického maxima je 65 kW, výše ročního odběru je sjednána ve výši 62 000 kWh.

S majitelem malé vodní elektrárny má škola sjednanou sazbu za odebranou elektrickou energii ve výši 3,60 Kč/kWh ve vysokém tarifu a 0,80 Kč/kWh v nízkém tarifu.

Rozvaděče pro služební byty v budově služebních bytů jsou napojeny vlastním kabelovým přívodem a jsou osazeny elektroměrem pro měření spotřeby v bytech. Tato elektrická energie není zahrnuta v celkové spotřebě areálu školy.

2.3.2. Rozvody zemního plynu v objektu

Areál školy je na veřejné rozvody zemního plynu napojen dvěma přípojkami. První přípojka se nachází v budově laboratoří, druhá pak v administrativní části hlavní budovy školy. Tato odběrná místa jsou osazena plynoměry G 65.

Plynová přípojka v budově laboratoří slouží především pro napojení hlavní plynové kotelny situované v suterénu hlavní školní budovy. V budově laboratoří je na plynové potrubí pro hlavní plynovou kotelnu napojena větev, která slouží pro přívod zemního plynu k laboratorním stolům a k plynovým topidlům. Dále je na toto plynové potrubí napojena

plynová kotelna v budově kuchyně, plynová topidla v budově dílen a skladů a plynová topidla v budově praxe.

Plynová přípojka v administrativní části budovy školy slouží pouze pro přívod zemního plynu ke zde umístěné plynové kotelně, kterou se vytápí 2.NP této administrativní části budovy a přízemí sousední budovy služebních bytů.

Služební byty jsou vybaveny vlastními plynovými kotli a jsou napojeny na rozvody zemního plynu vlastní přípojkou, která je opatřena samostatným plynoměrem.

Rozvody zemního plynu jsou provedeny z ocelových trubek černých spojovaných svařováním. Rozvody jsou vedeny volně prostory jednotlivých budov, mezi budovami pak neprůleznými kanály. Plynovod je opatřen žlutým ochranným nátěrem.

2.3.3. Rozvody tepla v objektu

Dodávka tepla do areálu školy je zajištěna ze tří vlastních plynových kotlen a také lokálními plynovými topidly.

Hlavní budova školy (mimo administrativní část), budova tělocvičny a budova Domova mládeže jsou vytápěny z plynové kotelny, která je umístěna v suterénu hlavní školní budovy. V plynové kotelně jsou instalovány 2 ks plynových kotlů Wecca IV o výkonu 2 x 214 kW, které jsou osazeny plynovými hořáky DZ 500 o výkonu 2 x 350 kW. Topná voda z plynových kotlů je přivedena do rozdělovače topné vody, z kterého jsou pak vyvedeny jednotlivé topné okruhy. Jedná se o:

- topný okruh hlavní školní budovy
- topný okruh tělocvičny
- topný okruh Domova mládeže

Teplota topné vody je regulována ekvitermně v závislosti na venkovní teplotě pro všechny topné okruhy společně. Otopná soustava je jištěna otevřenou expanzní nádobou s přepadem v kotelně, která je umístěna na půdě budovy.

Administrativní část hlavní školní budovy a přízemí budovy služebních bytů jsou vytápěny z plynové kotelny, která je umístěna v administrativní části hlavní školní budovy. V plynové kotelně jsou instalovány 2 ks plynových kotlů, a to Termoteka 60 S o výkonu 70 kW a ÉTI-75 o výkonu 75 kW. Topná voda z plynových kotlů je rozvedena do dvou topných okruhů, a to:

- topný okruh administrativní části hlavní školní budovy
- topný okruh budovy služebních bytů

Teplota topné vody je regulována pomocí termostatu umístěného v referenční místnosti v 2.NP administrativní části hlavní školní budovy. Na základě teploty v této referenční místnosti je řízeno spínání kotlů v plynové kotelně. Teplota topné vody je regulována pro oba topné okruhy společně. Otopná soustava je jištěna otevřenou expanzní nádobou s přepadem v kotelně, která je umístěna na půdě budovy.

Budova školní jídelny je vytápěna samostatnou plynovou kotelnou, která je umístěna v jejím suterénu. Jsou zde instalovány 2 ks plynových kotlů, a to VIADRUS G 27 EKO o výkonu 49,5 kW a ÉTI-60 E o výkonu 70 kW. Budova školní jídelny je vytápěna jediným topným okruhem. Teplota topné vody je regulována ekvitermně pomocí čtyřcestného směšovacího ventilu KOMEX THERM. Otopná soustava je jištěna otevřenou expanzní nádobou s přepadem v kotelně, která je umístěna na půdě budovy.

Služební byty v 2.NP budovy služebních bytů jsou vytápěny vlastními plynovými kotli.

Jako otopná tělesa jsou v případě teplovodního vytápění použity především litinové a ocelové článkové radiátory, v menší míře také deskové radiátory a minimálně registry z hladkých

trubek. Otopná tělesa jsou většinou osazena dvoupolohovými uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno. Termostatickými ventily jsou osazena otopná tělesa v těchto budovách:

- spojovací krček hlavní školní budovy
- část budovy tělocvičny (učebny a kabinety v 2.NP)
- přízemí budovy služebních bytů
- budova Domova mládeže

Budova laboratoří, budova praxe a budova dílen a skladů jsou vytápěny lokálními plynovými topidly, většinou typu GAMAT 461 o výkonu 5,0 kW. Tato lokální plynová topidla jsou umístěna přímo ve vytápěné místnosti a jsou napojena na rozvody zemního plynu.

Teplá užitková voda je v areálu školy připravována v místě její spotřeby v elektrických boilerech a elektrických průtokových ohříváčích.

2.3.4. Rozvody stlačeného vzduchu v objektu

Objekt není vybaven rozvody stlačeného vzduchu.

2.3.5. Rozvody ostatních energií v objektu

Objekt není vybaven rozvody žádných dalších druhů energie.

2.4. Základní údaje o energetických spotřebičích v objektu

2.4.1. Základní údaje o elektrických spotřebičích v objektu

Elektrická energie je v budovách využívána k osvětlení a k provozu elektrických spotřebičů. Přehled spotřebičů s největším instalovaným příkonem je uveden v tabulce č. 2.4.1 – 1.

V učebnách, kabinetech, kancelářích a jiných místnostech se nacházejí další, méně energeticky náročné elektrické spotřebiče jako jsou ventilátory, chladničky, plynové kotle, oběhová čerpadla, výpočetní technika, TV přijímače, rádia, ruční elektrické nářadí aj. Tyto spotřebiče nejsou v přehledu zahrnuty.

Tab. 2.4.1 – 1. Přehled elektrických spotřebičů

Spotřebič	Množství [ks]	Příkon [kW/ks]
Myčka	1	13,1
Elektrická trouba	1	12,0
Soustruh	6	cca 8,0
Pečicí pánev	1	6,0
Průtokový ohřívač ETA 0730	1	3,5
Kuchyňský robot	1	3,0
Frézka	1	2,8
Laboratorní pec	2	2,6
Laboratorní sušička	2	cca 2,5
Elektrický boiler ELECTROLUX 150 litrů	1	2,4
Osoušeč rukou	4	cca 2,0
Elektrický vařič ETA dvouplotýnkový	2	cca 2,0
Průtokový ohřívač W-TERM	1	2,0
Elektrický přenosný přímotop	1	2,0
Elektrický boiler OKCE 160	2	2,0
Elektrický boiler TATRAMAT 150 litrů	1	2,0
Pila na kov	1	cca 1,8
Elektrický boiler ED 937	1	1,75
Elektrický boiler TATRAMAT 150 litrů	4	1,75
Elektrický boiler TATRAMAT 160 litrů	1	1,75
Elektrický boiler TATRAMAT 125 litrů	2	1,35
Stojanová vrtačka	7	cca 1,3
Kotoučová bruska	4	cca 1,2
Laboratorní sušička	1	1,0
Elektrický boiler	1	0,85

2.4.1.1. Základní údaje o osvětlení v objektu

Vnitřní osvětlení objektů je zajištěno především svítidly zářivkovými (učebny, kanceláře, kabinety, chodby), v menší míře také svítidly žárovkovými (sociální zařízení, sklady). Veškeré okruhy pro osvětlení jsou uváděny do provozu ručně ovládači instalovanými v předmětných prostorách nebo v prostorách bezprostředně souvisejících. Celkový instalovaný příkon v osvětlení objektů je cca 75 kW.

Přehled počtu jednotlivých druhů svítidel instalovaných v budovách je uveden v tabulce 2.4.1.1 – 1.

Tab. 2.4.1.1 – 1. Přehled počtu jednotlivých druhů svítidel instalovaných v budovách

Objekt	Hlavní školní budova	Budova tělocvičny	Budova laboratoří	Budova služebních bytů	Budova Domova mládeže	Budova dílen a skladů	Budova praxe	Budova školní jídelny	Budova skladů a garáží
žárovkové 200 W	-	-	-	3	-	-	9	11	-
žárovkové 150 W	-	36	-	-	-	-	-	-	-
žárovkové 100 W	-	8	-	15	1	6	-	14	3
žárovkové 75 W	-	-	-	-	-	-	-	5	-
žárovkové 2 x 60 W	2	-	-	-	112	-	-	-	-
žárovkové 60 W	111	19	8	5	14	4	23	27	-
žárovkové 2 x 40 W	1	17	-	-	-	-	-	-	-
žárovkové 4 x 20 W	-	-	-	-	26	-	-	-	-
žárovkové 40 W	-	-	-	-	9	-	-	-	-
žárovkové 25 W	2	-	-	-	-	-	-	-	-
zářivkové 4 x 40 W	8	-	16	-	-	-	6	1	-
zářivkové 3 x 40 W	5	-	1	-	-	-	4	-	-
zářivkové 2 x 40 W	159	-	28	-	-	32	57	4	6
výbojkové 250 W	-	-	-	-	-	-	-	1	-

2.4.2. Základní údaje o plynových spotřebičích v objektu

Zemní plyn je v areálu školy využíván k ohřevu topné vody ústředního vytápění v plynových kotlích, k vytápění místností lokálními plynovými topidly a v minimální míře také k laboratorním účelům v budově laboratoří.

Přehled instalovaných spotřebičů zemního plynu je uveden v tabulce 2.4.2 – 1.

Tab. 2.4.2 – 1. Přehled spotřebičů zemního plynu

Spotřebič	Množství [ks]	Výkon [kW/ks]
Plynový kotel Wecca IV, r.v. 1972	2	214,0
Plynový kotel Termotéka 60 S, r.v. 1992	1	70,0
Plynový kotel ÉTI-75, r.v. 1985	1	75,0
Plynový kotel ÉTI-60 E, r.v. 1984	1	70,0
Plynový kotel VIADRUS G 27 ECO, r.v. 1999	1	49,5
Plynová lokální topidla (GAMAT, VIADRUS, MORA)	27	cca 5,0

2.4.3. Základní údaje o tepelných spotřebičích v objektu

Vytápění budov školy je zajištěno především článkovými litinovými a ocelovými radiátory, v menší míře jsou použity také deskové radiátory a registry z hladkých trubek. Otopná tělesa

jsou většinou osazena dvoupolohovými uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno. Termostatickými ventily jsou osazena otopná tělesa v těchto budovách:

- spojovací krček hlavní školní budovy
- část budovy tělocvičny (učebny a kabinety v 2.NP)
- přízemí budovy služebních bytů
- budova Domova mládeže

Celkem je v budovách školy instalováno 201 ks otopných těles. Přehled počtu otopných těles instalovaných v jednotlivých budovách je uveden v tabulce 2.4.3 – 1.

Tab. 2.4.3 – 1. Přehled počtu otopných těles instalovaných v jednotlivých budovách

Typ otopných těles	Hlavní školní budova	Budova tělocvičny	Budova služebních bytů ¹⁾	Budova Domova mládeže	Budova školní jídelny
s uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno	75	18	-	-	32
s termostatickými ventily	16	7	8	45	-
Celkem	91	25	8	45	32

¹⁾ U budovy služebních bytů nejsou započtena otopná tělesa ve služebních bytech.

2.4.4. Základní údaje o spotřebičích stlačeného vzduchu v objektu

Objekt není vybaven spotřebiči stlačeného vzduchu.

2.4.5. Základní údaje o spotřebičích ostatních energií v objektu

Objekt není vybaven spotřebiči ostatních druhů energií.

2.5. Poznatky z inspekce na místě

Inspekce na místě se konala dne 24.11.2003.

2.5.1. Poznatky o stavební části objektu

Budovy školy byly postaveny tradiční zděnou technologií z plných cihel pálených, novější přístavba učeben na budově tělocvičny je zděná z tvárnic YTONG s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi. Vnější omítky jsou v poměrně dobrém stavu a až na několik míst zejména u dílenských budov nevykazují žádné významnější poškození. Žádná z obvodových zdí nebyla doposud dodatečně zateplena.

Střechy budov jsou většinou sedlové, méně pak šikmé nebo ploché. U sedlové střechy učební části hlavní školní budovy a budovy laboratoří byla provedena nová krytina ze střešních tašek BRAMAC. Všechny střechy jsou v poměrně dobrém stavu.

Okna jsou většinou dřevěná zdvojená s dvěma skly, minimálně jsou použita také okna dvojitá. U dílenských budov jsou použity také kovová okna s jedním nebo dvěma skly. Vstupy do budov jsou realizovány dřevěnými částečně prosklenými dveřmi nebo kovovými prosklenými stěnami s jedním sklem. Některé prostory budov (schodiště, dílny aj.) jsou prosvětleny sklobetonovými tvárniciemi.

2.5.2. Poznatky o elektrických zařízeních v objektu

Elektrická energie je v budovách školy využívána k osvětlení a provozu instalovaných elektrických spotřebičů. Elektrické spotřebiče jsou v udržovaném stavu.

2.5.3. Poznatky o systému osvětlení v objektu

Osvětlení budov je zajištěno svítidly zářivkovými, v menší míře také svítidly žárovkovými. Na základě inspekce na místě bylo zjištěno, že osvětlení je až na několik vadných či chybějících zářivek v udržovaném stavu.

2.5.4. Poznatky o systému zásobování objektu plynem

Zemní plyn je v areálu školy využíván především k přípravě topné vody ústředního vytápění ve třech plynových kotelnách, ve kterých je instalováno 6 ks plynových kotlů, z nichž některé jsou již značného stáří. Plynové kotle Wecca jsou již 30 let staré, plynové kotle ÉTI pak téměř 20 let.

Dále je zemní plyn v areálu školy využíván k vytápění některých budov pomocí plynových lokálních topidel. Jedná se o budovu laboratoří, budovu dílen a skladů a budovu praxe, v nichž jsou instalovány většinou starší topidla značky GAMAT.

Zemní plyn je používán také v budově laboratoří k laboratorním účelům, avšak tato spotřeba je oproti celkové spotřebě naprosto zanedbatelná.

2.5.5. Poznatky o systému vytápění objektu

Většina budov v areálu školy je vytápěna ze tří vlastních plynových kotelen. Zbylé budovy jsou vytápěny pomocí lokálních plynových topidel.

První plynová kotelná, která je situována v suterénu hlavní školní budovy, slouží pro vytápění hlavní školní budovy (mimo administrativní část), budovy tělocvičny a budovy Domova mládeže. Druhá plynová kotelná situována v administrativní části hlavní školní budovy slouží k vytápění této administrativní části budovy a k vytápění sousední budovy služebních bytů. Poslední plynová kotelná je situována v suterénu budovy školní jídelny a slouží pouze k vytápění této budovy.

Teplota topné vody je regulována ekvitermně v závislosti na venkovní teplotě nebo pomocí čidla umístěného v referenční místnosti, které řídí spínání kotlů. Plynové kotle a strojní vybavení kotlen je již značně zastaralé, plynové kotle Wecca jsou dokonce již více než 30 let staré.

Režim vytápění u budov vytápěných plynovými kotelkami je rozdělen na plnou a utlumenou část. Plný režim se používá v době, kdy jsou v budovách přítomni žáci, většinou ve dnech školního vyučování od 6 do 16 hodin. V odpoledních a nočních hodinách, o víkendech a svátcích se používá utlumený režim vytápění. V přechodném období na podzim a na jaře jsou plynové kotle často ručně vypínány po tom, co dojde ráno k vytopení místností na požadovanou teplotu. Kotle jsou pak znovu zapínány při poklesu teploty v místnostech.

Pomocí lokálních plynových topidel je vytápěna budova laboratoří, budova dílen a skladů a budova praxe. Lokální topidla jsou většinou staršího typu, nejčastěji GAMAT 461. Režim vytápění v těchto budovách je stále většinou stejný, lokální topidla jsou vybavena teplotními čidly, která řídí spínání těchto topidel. Nastavením teploty na termostatu lze snížit teplotu, na kterou je místnost vytápěna v nočních hodinách a o víkendech, avšak toto se děje jen občas a nepravidelně.

Vytápění budov školy je zajištěno především článkovými litinovými a ocelovými radiátory, v menší míře jsou použity také deskové radiátory a registry z hladkých trubek. Otopná tělesa jsou většinou osazena dvoupolohovými uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno. Některá otopná tělesa jsou osazena ventily s termostatickými hlavicemi. Tyto hlavice však u některých ventilů chybí nebo jsou nejčastěji nastaveny na hodnotu 5, tedy na maximum.

2.5.6. Poznatky o systému zásobování objektu TUV

Teplá užitková voda je v areálu školy připravována v 13 elektrických boilerech a v průtokových ohřívačích v místě její spotřeby.

2.5.7. Poznatky o systému stlačeného vzduchu

Objekt není vybaven systémem stlačeného vzduchu.

2.5.8. Poznatky o systému zásobování ostatními druhy energie

V objektu nejsou používány žádné další druhy energie.

2.6. Údaje o spotřebě a nákladech na energii – bilance výchozího stavu

Veškeré údaje o spotřebách jednotlivých druhů energie a nákladech na jejich nákup jsou odečteny z nám poskytnutých materiálů [7].

2.6.1. Spotřeba elektrické energie pro posuzovaný objekt

Elektrická energie je zajišťována dodávkou ze Severomoravské energetiky, a.s a z blízké malé vodní elektrárny. Náklady na elektrickou energii a její spotřeba za poslední tři roky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 2.6.1 – 1. Náklady na elektrickou energii ze sítě SME, a.s. a její spotřeba za minulé období

Rok	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]
2000	58 300	260 203
2001	53 388	173 681
2002	60 184	170 363

Tab. 2.6.1 – 2. Náklady na elektrickou energii z malé vodní elektrárny a její spotřeba za minulá období

Rok	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]
2000	22 540	60 844
2001	25 480	82 212
2002	19 710	58 448

Tab. 2.6.1 – 3. Celkové náklady na elektrickou energii a její celková spotřeba za minulá období

Rok	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]
2000	80 840	321 047
2001	78 868	255 893
2002	79 894	228 811

2.6.2. Spotřeba zemního plynu pro posuzovaný objekt

Tab. 2.6.2 – 1. Náklady na energii dodanou v plynu a její spotřeba za minulá období

Rok	Spotřeba [m ³]	Náklady [Kč]
2000	96 031	551 673
2001	103 760	759 474
2002	106 514	714 825

2.6.3. Spotřeba tepla pro posuzovaný objekt

Areál školy není napojen na centrální rozvod tepla.

2.6.4. Spotřeba vody pro posuzovaný objekt

Tab. 2.6.4 – 1. Náklady na vodu a její spotřeba za minulá období

Rok	Spotřeba [m ³]	Náklady [Kč]
2000	3 110	70 522
2001	1 997	46 647
2002	2 546	67 790

2.6.5. Spotřeba ostatních energií pro posuzovaný objekt

Do areálu školy nejsou dodávány žádné další druhy energie.

2.7. Shrnutí

Tab. 2.7 – 1. Shrnutí o ročních energetických vstupech [7].

Průměrná spotřeba	Množství	Jednotka	Průměrná platba za rok
Voda	2 551,00	m ³ /rok	61 653,00
Elektrická energie	79 867,33	kWh/rok	268 583,67
Zemní plyn	102 101,67	m ³ /rok	675 324,00

Tab. 2.7 – 2. Souhrn průměrných vnějších energetických vstupů

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup el. energie	kWh	79 867,33	0,0036	287,52	268 583,67
Nákup tepla	GJ	-			
Zemní plyn	m ³	102 101,67	0,03405	3 476,56	675 324,00
Hnědé uhlí	t	-			
Černé uhlí	t	-			
Koks	t	-			
Jiná pevná paliva	t	-			
TTO	t	-			
LTO	t	-			
Nafta	t	-			
Jiné plyny	m ³	-			
Druhotná energie	GJ	-			
Obnovitelné zdroje	GJ	-			
Jiná paliva	GJ	-			
Celkem vstupy paliv a energie				3 764,08	943 907,67
Změna stavu zásob paliv				-	-
Celkem spotřeba paliv a energie				3 764,08	943 907,67

3. PROVEDENÍ ENERGETICKÝCH ANALÝZ A HODNOCENÍ

3.1. Bilance elektrické energie v objektu

Veškerá elektrická energie přivedená do budov školy se spotřebuje k osvětlení prostor budovy a k zajištění provozu instalovaných elektrických spotřebičů.

3.2. Bilance plynu v objektu

Veškerý zemní plyn dodaný do objektu školy je spotřebován především k ohřevu topné vody ústředního vytápění a vytápění pomocí lokálních plynových topidel, minimálně pak také k laboratorním účelům v laboratořích.

3.3. Tepelná bilance objektu s respektováním vnitřních i vnějších zdrojů

3.3.1. Výpočet tepelných ztrát objektu

Tepelně technické posouzení a výpočet tepelných ztrát byl proveden v souladu s požadavky ČSN 73 05 40 – Tepelná ochrana budov [1], [2] a ČSN 06 02 10 – Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění [3], s užitím účelově připraveného tabulkového softwaru umožňujícího respektovat velký počet různých podmínek při výpočtu ztrát na plných plochách pláště (včetně určení světové strany, různosti povrchu, apod.). Podobně lze respektovat velký počet různých prosklených a jiných „otvorů“ v nejrůznější kombinaci teplotních parametrů vztahujících se k rozdílným typům výplní otvorů. Navíc lze respektovat rozdílné teploty na vnitřních stranách stěn. Postup výpočtu je naznačen dále.

Celková tepelná ztráta:

$$Q_C = Q_P + Q_V - Q_Z \quad [W]$$

kde je:

Q_P	tepelná ztráta prostupem tepla konstrukcí	[W]
Q_V	tepelná ztráta větráním	[W]
Q_Z	trvalý tepelný zisk	[W]

Tepelná ztráta prostupem tepla plochou „j“ :

$$Q_P = U_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_e) \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [W]$$

kde je:

U_j	součinitel prostupu tepla danou plochou	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
S_j	velikost dané plochy	$[m^2]$
t_i	vnitřní výpočtová teplota	$[^{\circ}C]$
t_e	výpočtová teplota na vnější straně konstrukce	$[^{\circ}C]$
p_1	přirážka na vyrovnání vlivu chladnoucích konstrukcí	$[-]$
p_2	přirážka na urychlení zátoku	$[-]$
p_3	přirážka na světovou stranu	$[-]$

Tepelná ztráta větráním:

$$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{W}]$$

kde je:

V_v	objemový tok větracího vzduchu	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$
t_i	vnitřní výpočtová teplota	$[\text{°C}]$
t_e	výpočtová teplota na vnější straně konstrukce	$[\text{°C}]$

Při přirozeném větrání infiltrací se objemový tok větracího vzduchu V_v stanoví ze vztahu :

$$V_v = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

kde je:

i_{LV}	součinitel spárové průvzdušnosti	$[\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}]$
L	délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří	$[\text{m}]$
B	charakteristické číslo budovy	$[\text{Pa}^{0,67}]$
M	charakteristické číslo místnosti	$[-]$

Trvalý tepelný zisk:

Jedná se o tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla a tepelný zisk ze slunečního záření. Tyto zisky se však mohou započítávat do tepelné bilance budovy jen tehdy, je-li v budově instalována automatická dynamická regulace vytápěcího zařízení. Tato podmínka v našem případě není splněna, a proto se tepelné zisky z vnitřních zdrojů a ze slunečního záření do tepelné bilance budovy nezapočítávají.

Tab. 3.3.1 – 1. Hodnoty externích teplot používaných ve výpočtu [3]

Místo	Externí výpočtová teplota t_e $[\text{°C}]$
Venkovní výpočtová teplota t_e	-15
Výpočtová teplota přilehlé zeminy pod podlahou	10
Výpočtová teplota v mezipůdním prostoru	-6
Výpočtová teplota zeminy u svislé stěny v hloubce 1 až 2 m	0

Tab. 3.3.1 – 2. Hodnoty vnitřních teplot používaných ve výpočtu [7]

Typ vytápěné místnosti	Vnitřní výpočtová teplota t_i $[\text{°C}]$ plné vytápění	Vnitřní výpočtová teplota t_i $[\text{°C}]$ utlumené vytápění
Učebny, kanceláře, kabinety, pokoje, jídelna, šatny TV	20	18
Dílny, tělocvična	18	16
Kuchyně, chodby, sklady, WC	15	14

3.3.1.A. Tepelné ztráty hlavní školní budovy

Tab. 3.3.1.A – 1. Vypočtené tepelné ztráty hlavní školní budovy

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	1 144,9	29,8	22 897	14,2	21 065	14,5
Podlaha	1 144,9	29,8	13 601	8,4	10 579	7,3
Otvory	283,9	7,3	27 636	17,2	25 121	17,2
Neprůsvitný plášť	1 273,4	33,1	78 227	48,6	71 694	49,3
Infiltrace	-	-	18 712	11,6	17 063	11,7
Celkem	3 847,1	100,0	161 073	100,0	145 522	100,0

3.3.1.B. Tepelné ztráty budovy tělocvičny

Tab. 3.3.1.B – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy tělocvičny

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	562,5	32,2	8 353	14,0	7 847	14,3
Podlaha	562,5	32,2	5 940	9,9	4 455	8,1
Otvory	146,3	8,4	17 183	28,7	16 016	29,3
Neprůsvitný plášť	473,4	27,2	18 139	30,3	16 987	31,0
Infiltrace	-	-	10 207	17,1	9 463	17,3
Celkem	1 744,7	100,0	59 822	100,0	54 768	100,0

3.3.1.C. Tepelné ztráty budovy laboratoří

Tab. 3.3.1.C – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy laboratoří

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	386,9	33,3	7 041	15,8	6 500	15,7
Podlaha	386,9	33,3	5 107	11,4	4 085	9,9
Otvory	62,6	5,4	6 368	14,2	6 004	14,5
Neprůsvitný plášť	326,0	28,0	22 291	49,8	21 023	50,9
Infiltrace	-	-	3 921	8,8	3 697	9,0
Celkem	1 162,4	100,0	44 728	100,0	41 309	100,0

3.3.1.D. Tepelné ztráty budovy služebních bytů

Tab. 3.3.1.D – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy služebních bytů

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	277,0	27,8	4 968	15,2	4 968	15,6
Podlaha	277,0	27,8	1 910	5,9	1 561	4,9
Otvory	39,2	3,9	3 779	11,6	3 738	11,7
Neprůsvitný plášť	403,6	40,5	19 121	58,7	18 808	59,1
Infiltrace	-	-	2 791	8,6	2 760	8,7
Celkem	996,8	100,0	32 569	100,0	31 835	100,0

3.3.1.E. Tepelné ztráty budovy Domova mládeže

Tab. 3.3.1.E – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy Domova mládeže

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	284,5	21,4	5 900	8,9	5 542	8,9
Podlaha	284,5	21,4	2 456	3,7	1 836	3,0
Otvory	108,2	8,2	11 070	16,6	10 393	16,7
Neprůsvitný plášť	649,5	49,0	41 920	62,8	39 374	63,3
Infiltrace	-	-	5 364	8,0	5 038	8,1
Celkem	1 326,7	100,0	66 710	100,0	62 183	100,0

3.3.1.F. Tepelné ztráty budovy dílen a skladů

Tab. 3.3.1.F – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy dílen a skladů

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	269,8	33,5	5 633	18,4	5 164	18,4
Podlaha	269,8	33,5	2 849	9,3	2 137	7,6
Otvory	69,6	8,6	7 685	25,0	7 219	25,7
Neprůsvitný plášť	197,1	24,4	11 749	38,3	10 974	39,1
Infiltrace	-	-	2 759	9,0	2 592	9,2
Celkem	806,3	100,0	30 675	100,0	28 086	100,0

3.3.1.G. Tepelné ztráty budovy praxe

Tab. 3.3.1.G – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy praxe

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	526,0	32,9	10 730	18,3	9 835	18,2
Podlaha	526,0	32,9	5 554	9,4	4 166	7,7
Otvory	88,8	5,5	8 965	15,3	8 462	15,7
Neprůsvitný plášť	460,2	28,7	29 035	49,4	27 311	50,6
Infiltrace	-	-	4 462	7,6	4 197	7,8
Celkem	1 601,0	100,0	58 746	100,0	53 971	100,0

3.3.1.H. Tepelné ztráty budovy školní jídelny

Tab. 3.3.1.H – 1. Vypočtené tepelné ztráty budovy školní jídelny

Plocha [m ²]		Podíl z celkové plochy [%]	Ztráta při plném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]	Ztráta při utlumeném vytápění [W]	Podíl z celkové ztráty [%]
Střecha	376,1	26,8	8 219	14,2	7 580	14,5
Podlaha	376,1	26,8	3 972	6,9	2 979	5,7
Otvory	92,8	6,6	9 606	16,7	8 765	16,8
Neprůsvitný plášť	556,8	39,8	29 958	51,9	27 503	52,7
Infiltrace	-	-	5 929	10,3	5 396	10,3
Celkem	1 401,8	100,0	57 684	100,0	52 223	100,0

3.3.2. Výpočet roční tepelné spotřeby pomocí denostupňové metody

Obecný vzorec pro výpočet roční spotřeby tepla :

$$Q_R = \frac{24 \cdot Q_C \cdot \varepsilon \cdot D}{t_i - t_e} \quad [\text{Wh.rok}^{-1}]$$

kde je:

Q_C	tepelná ztráta objektu [3]	[W]
ε	opravný součinitel	[-]
D	počet denostupňů	[K.den]
t_i	výpočtová vnitřní teplota	[°C]
t_e	výpočtová vnější teplota	[°C]

Opravný součinitel :

$$\varepsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r} \quad [-]$$

kde je:

e_i	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem	[-]
e_t	snížení teploty v místnosti během dne resp. noci	[-]
e_d	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu	[-]
η_r	účinnost rozvodu	[-]
η_o	účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy	[-]

Poznámka: Snížení teploty v místnosti během dne resp. v noci bylo zohledněno rozdělením výpočtu na dva režimy. Proto je koeficient e_t z výpočtu vypuštěn.

Počet denostupňů :

$$D = (t_i - t_{es}) \cdot d \quad [\text{K.den}]$$

kde je:

t_i	výpočtová vnitřní teplota v budově	[°C]
t_{es}	průměrná venkovní teplota v otopném období (zde 3,3) [4]	[°C]
d	počet dnů otopného období v roce (pro Novojičínsko 229) [4]	[-]

Tento způsob je obecný. V našem případě jsme výpočet rozdělili na dva režimy. Plný režim vytápění, který je používán ve dne, kdy v budově jsou přítomni žáci a zaměstnanci a utlumený režim vytápění, který se používá v nočních a odpoledních hodinách, o víkendech a svátcích, tedy v době, kdy v budově žáci a zaměstnanci nejsou.

Výsledky výpočtu roční tepelné spotřeby jsou shrnuty v tabulce 3.3.2 – 1.

Tab. 3.3.2 – 1. Vypočtená roční spotřeba tepla

Veličina použitá ve výpočtu	Symbol	Hodnota	Jednotka
Tepelná ztráta objektu při utlumeném vytápění	$Q_{c,1}$	469 897	W
Tepelná ztráta objektu při plném vytápění	$Q_{c,2}$	512 007	W
Průměrná vnější teplota	t_{es}	3,3	°C
Nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a ztráty prostupem	e_i	0,8	-
Snížení teploty v místnosti během dne resp. v noci	e_t	1	-
Zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu	e_d	1	-
Účinnost rozvodu topného média	η_r	0,96	-
Účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy	η_o	0,98	-
Vypočtená roční spotřeba hlavní školní budovy	Q_A	1 004,32	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy tělocvičny	Q_B	365,04	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy laboratoří	Q_C	271,11	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy služebních bytů	Q_D	212,81	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy Domova mládeže	Q_E	406,87	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy dílen a skladů	Q_F	176,21	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy praxe	Q_G	354,83	GJ
Vypočtená roční spotřeba budovy školní jídelny	Q_H	360,16	GJ
Celková vypočtená roční spotřeba tepla	Q_r	3 151,35	GJ

3.3.3. Verifikace vypočtené spotřeby tepla s dodávkou tepla

Jako základ pro porovnání s vypočtenou spotřebou tepla bylo určeno průměrné roční množství energie dodané do budov školy (mimo služební byty) v zemním plynu v letech 2000-2002. Toto průměrné množství energie činí **3 476,56 GJ**. K vytápění budov školy je tato energie využita jen zčásti. Část energie se nevyužije z důvodu ztrát, které jsou vyjádřeny účinnostmi kotle. Účinnost plynových kotlů uvažujeme 90 %. Průměrná roční spotřeba tepla k vytápění a ohřevu TUV je tedy **3 128,90 GJ**. Vypočtená celková roční spotřeba tepla činí 3 151,35 GJ, přičemž z toho ve služebních bytech roční spotřeba tepla činí 130 GJ. Vypočtená roční spotřeba tepla (mimo služební byty) tedy činí **3 021,35 GJ**.

Relativní chyba výpočtu je tedy 3,4 %, což je vyhovující přesnost technického výpočtu, vezmeme-li v úvahu fakt, že vstupní data se opírají o předpoklady, nikoli o exaktně měřené údaje – zejména teploty vnitřní a vnější.

3.3.4. Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období

Energetická náročnost budovy se kvantifikuje podle vyhlášky 291/2001 Sb. [12]. Podle dané vyhlášky jsou předepsané postupy **hodnocení účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách** závazné pro stavby a změny dokončených staveb financovaných z veřejných prostředků. Dále jsou taktéž závazné pro stavby a změny dokončených staveb týkajících se změn obvodových konstrukcí budov, jejichž celková spotřeba energie je větší než 700 GJ/rok a jsou financovány ze soukromých prostředků. Budova je podle této vyhlášky vyhovující, je-li měrná spotřeba tepla vztažená na jednotku objemu budovy e_v vypočtena na základě předepsaných výpočtových vnitřních teplot (viz Příloha č.2 k vyhlášce 291/2001) s respektováním nepřetržitého vytápění v otopném období a s vyloučením subjektivních vlivů

provozu **rovna nebo menší**, než požadovaná maximální měrná spotřeba tepla budovy e_{VN} , jejíž hodnoty jsou uvedeny v Příloze č.1 dané vyhlášky.

Měrná spotřeba tepla za otopné období vztažená na jednotku objemu:

$$e_v = \frac{E_r}{V} \quad [\text{kWh/m}^3]$$

kde je:

E_r	Spotřeba tepla při vytápění budovy v otopném období za [kWh] podmínek nepřetržitého vytápění při teplotách a relativní vlhkosti uvedených v Příloze č. 2 k vyhlášce 291/2001 Sb a normách ČSN 730540, ČSN EN 832, ČSN 060210
V	objem vytápěné části budovy [m ³]

Požadovaná (maximální) měrná spotřeba tepla:

$$e_{VN} = 20,64 + 26,03 \cdot (A/V) \quad [\text{kWh/m}^3]$$

kde je:

A	celková plocha ochlazovaných konstrukcí [m ²]
V	objem vytápěné části budovy [m ³]

Tab. 3.3.4 – 1. Charakteristika hlavní školní budovy

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	3 847,1	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	8 413,0	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,4573	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e_v	39,8	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e_{VN}	32,5	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 2. Charakteristika budovy tělocvičny

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	1 744,7	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	4 218,8	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,4136	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e_v	31,8	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e_{VN}	31,4	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 3. Charakteristika budovy laboratoří

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	1 162,4	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	1 740,9	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,6677	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e_v	52,4	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e_{vN}	38,0	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 4. Charakteristika budovy služebních bytů

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	996,8	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	1 732,8	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,5753	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e_v	45,5	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e_{vN}	35,6	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 5. Charakteristika budovy Domova mládeže

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	1 326,7	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	2 991,6	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,4435	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e_v	45,4	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e_{vN}	32,2	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 6. Charakteristika budovy dílen a skladů

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	806,3	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	944,2	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,8540	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e _v	66,3	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e _{VN}	42,9	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 7. Charakteristika budovy praxe

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	1 601,0	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	2 391,8	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,6694	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e _v	51,7	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e _{VN}	38,1	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Tab. 3.3.4 – 1. Charakteristika budovy školní jídelny

Charakteristická veličina	Symbol	Hodnota	Jednotka
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	1 401,8	m ²
Objem vytápěné části budovy	V	3 008,7	m ³
Geometrická charakteristika	A/V	0,4659	m ⁻¹
Měrná spotřeba tepla	e _v	40,9	kWh/m ³
Požadovaná (maximální, přípustná) měrná spotřeba tepla	e _{VN}	32,8	kWh/m ³

Jelikož v daném případě vypočtená měrná spotřeba tepla e_v je **větší** než požadovaná (maximální přípustná) měrná spotřeba tepla, budova školy ve smyslu vyhlášky 291/2001 Sb. **nevyhovuje**.

Upřesňující poznámky:

- 1) Vyhláška 291/2001 Sb. o účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách nezahrnuje způsoby a režimy vytápění.
- 2) Podle vyhlášky 291/2001 Sb. § 6 se do výpočtu zahrnují tepelné zisky vnější a vnitřní jen v případě, že v budově je instalována automatická dynamická regulace vytápějících zařízení (v daném případě: udržujícího stabilně konstantní vnitřní výpočtovou teplotu).

3.4. Bilance ostatních energií v objektu

Ostatní energie mimo elektrickou energii a zemní plyn nejsou do objektu dodávány.

3.5. Roční energetická bilance

Tab. 3.5 – 1. Roční energetická bilance

Ukazatel	GJ/rok	Kč/rok
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67
Změna zásob paliv	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67
Prodej energie cizím	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67

4. POTENCIÁL ENERGETICKÝCH ÚSPOR

Při určení ceny paliv a energií a výše investičních nákladů na jednotlivá opatření pro potřeby ekonomického hodnocení navržených opatření vycházíme z cenových relací platných ke dni 19.12.2003.

4.1. Možné úspory energie v případě uplatnění stavebních opatření

Současný stav budov nabízí několik možností k uplatnění opatření vedoucích k úsporám tepla. Jednotlivá opatření v případě námi posuzovaných objektů jsou:

4.1.1. Zateplení obvodových zdí budov izolačním materiálem

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla obvodovými zdmi budov. Navrhujeme zateplit obvodové zdi vytápěných částí nadzemních podlaží budov kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm. Jednotková cena zateplení byla použita 1 150 Kč/m².

Budova	Zateplovaná plocha [m ²]	Náklady na zateplení [Kč]	Předpokládaná roční úspora [GJ/rok]	Předpokládaná roční úspora [Kč/rok]	Prostá doba návratnosti bez amortizace [rok]
Hlavní budova školy	1 273,4	1 464 410	447,23	89 763	16,3
Budova tělocvičny	473,4	544 410	96,94	19 457	28,0
Budova laboratoří	326,0	374 900	125,94	25 277	14,8
Budova služebních bytů	403,6	464 140	107,89	21 654	21,4
Budova Domova mládeže	649,5	746 925	236,20	47 407	15,8
Budova dílen a skladů	164,2	188 830	56,42	11 324	16,7
Budova praxe	460,2	529 230	163,76	32 868	16,1
Budova školní jídelny	556,8	640 320	165,89	33 296	19,2

4.1.2. Výměna stávajících dřevěných zdvojených a dvojitých oken za nová plastová

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla dřevěnými okny a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávajících dřevěných zdvojených a dvojitých oken budov za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávajících dřevěných oken za nová plastová byla použita 6 000 Kč/m².

Budova	Plocha oken [m ²]	Náklady na výměnu oken [Kč]	Předpokládaná roční úspora [GJ/rok]	Předpokládaná roční úspora [Kč/rok]	Prostá doba návratnosti bez amortizace [rok]
Hlavní budova školy	238,8	1 432 800	168,93	33 906	42,3
Budova tělocvičny	57,2 ¹⁾	343 200	47,53	9 540	36,0
Budova laboratoří	62,6	375 600	42,78	8 586	43,7
Budova služebních bytů	33,9	203 400	26,08	5 234	38,9
Budova Domova mládeže	99,5	597 000	59,60	11 962	49,9
Budova dílen a skladů	5,0	30 000	3,50	702	42,7
Budova praxe	47,0	282 000	34,38	6 900	40,9
Budova školní jídelny	78,3	469 800	57,80	11 601	40,5

¹⁾ Včetně dřevěných balkónových dveří.

4.1.3. Výměna stávající dřevěné prosklené vstupní stěny do hlavní budovy školy za novou hliníkovou

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla dřevěnou prosklenou vstupní stěnou do hlavní budovy školy a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávající dřevěné prosklené vstupní stěny s jedním sklem do hlavní budovy školy za novou hliníkovou s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávající prosklené vstupní stěny za novou hliníkovou byla použita 10 000 Kč/m².

Plocha vstupní prosklené stěny	10,6 m ²
Jednotková cena výměny vstupní prosklené stěny	10 000 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní prosklenou stěnu	106 000 Kč
Předpokládaná roční úspora	8,31 GJ/rok tj. 1 668 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	63,5 roku

4.1.4. Výměna stávajících kovových oken budovy tělocvičny za nová plastová

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla kovovými okny a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávajících kovových oken s dvěma skly v tělocvičném sálu budovy tělocvičny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávajících kovových oken za nová plastová byla použita 6 000 Kč/m².

Plocha kovových oken	87,4 m ²
Jednotková cena výměny kovových oken	6 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna	524 400 Kč
Předpokládaná roční úspora	78,06 GJ/rok tj. 15 667 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	33,5 roku

4.1.5. Výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny do budovy Domova mládeže za novou plastovou

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla kovovou prosklenou vstupní stěnou do budovy Domova mládeže a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy Domova mládeže za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávající kovové prosklené vstupní stěny za novou plastovou byla použita 6 000 Kč/m².

Plocha vstupní prosklené stěny	8,7 m ²
Jednotková cena výměny vstupní prosklené stěny	6 000 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní prosklenou stěnu	52 200 Kč
Předpokládaná roční úspora	10,11 GJ/rok tj. 2 029 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	25,7 roku

4.1.6. Výměna stávajících kovových oken budovy dílen a skladů za nová plastová

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla kovovými okny a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávajících kovových oken s jedním sklem budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávajících kovových oken za nová plastová byla použita 6 000 Kč/m².

Plocha kovových oken	9,7 m ²
Jednotková cena výměny kovových oken	6 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna	58 200 Kč
Předpokládaná roční úspora	10,96 GJ/rok tj. 2 200 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	26,4 roku

4.1.7. Výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny do budovy praxe za novou plastovou

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla kovovou prosklenou vstupní stěnou do budovy praxe a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy praxe za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávající kovové prosklené vstupní stěny za novou plastovou byla použita 6 000 Kč/m².

Plocha vstupní prosklené stěny	7,4 m ²
Jednotková cena výměny vstupní prosklené stěny	6 000 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní prosklenou stěnu	44 400 Kč
Předpokládaná roční úspora	9,11 GJ/rok tj. 1 828 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	24,3 roku

4.1.8. Výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny do budovy školní jídelny za novou plastovou

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla kovovou prosklenou vstupní stěnou do budovy školní jídelny a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávající kovové prosklené vstupní stěny s dvěma skly do budovy školní jídelny za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávající kovové prosklené vstupní stěny za novou plastovou byla použita 7 000 Kč/m².

Plocha vstupní prosklené stěny	4,0 m ²
Jednotková cena výměny vstupní prosklené stěny	7 000 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní prosklenou stěnu	28 000 Kč
Předpokládaná roční úspora	3,48 GJ/rok tj. 698 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	40,1 roku

4.1.9. Výměna stávajících dřevěných prosklených vstupních dveří do budovy školní jídelny za nové plastové

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla dřevěnými prosklenými vstupními dveřmi do budovy školní jídelny a snížení tepelných ztrát přirozenou infiltrací. Navrhujeme výměnu stávajících dřevěných prosklených vstupních dveří s jedním sklem do budovy školní jídelny za nové plastové s izolačním dvojsklem plněným argonem. Jednotková cena výměny stávajících dřevěných prosklených vstupních dveří za nové plastové byla použita 7 000 Kč/m².

Plocha vstupních prosklených dveří	3,3 m ²
Jednotková cena výměny vstupních prosklených dveří	7 000 Kč/m ²
Náklady na nové vstupní prosklené dveře	23 100 Kč
Předpokládaná roční úspora	3,31 GJ/rok tj. 664 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	34,8 roku

4.1.10. Zateplení ploché střechy budovy Domova mládeže izolačním materiálem

Cílem tohoto opatření je snížení prostupu tepla plochou střechou budovy Domova mládeže. Navrhujeme zateplit plochu střechy budovy Domova mládeže nástřikem vrstvy tvrdé PUR pěny o tloušťce 35 mm s ochrannou polyuretanovou vrstvou. Jednotková cena zateplení byla použita 600 Kč/m².

Zateplovaná plocha	284,5 m ²
Jednotková cena zateplení	600 Kč/m ²
Náklady na zateplení	170 700 Kč
Předpokládaná roční úspora	19,14 GJ/rok tj. 3 842 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	44,4 roku

4.2. Možné úspory energie v případě změny systému elektrických zařízení

Elektrická energie je v areálu školy využívána pro osvětlení, provoz instalovaných elektrických spotřebičů (především v dílnách a kuchyni) a k přípravě teplé užitkové vody v elektrických boilerech a průtokových ohřívačích.

U elektrických spotřebičů doporučujeme jejich postupnou výměnu za nové s třídou účinnosti A při skončení doby jejich životnosti.

V oblasti osvětlení lze dosáhnout určité úspory energie používáním tzv. kompaktních zářivek. Tato energeticky úsporná svítidla lze našroubovat do běžné objímky místo klasické žárovky. Kompaktní zářivky jsou asi pětikrát účinnější než žárovky klasické a uspoří až 80% elektrické energie při stejné hladině osvětlení. Také životnost kompaktních zářivek je oproti žárovce mnohem vyšší.

4.3. Možné úspory energie v případě změny v systému vytápění

4.3.1. Instalace termostatických ventilů na otopných tělesech

Cílem tohoto opatření je snížení spotřeby tepla efektivnější regulací teploty v každé místnosti. V současné době je přibližně polovina otopných těles osazena dvoupolohovými ventily typu zavřeno-otevřeno, které neumožňují jednoduchou regulaci teploty v místnosti. Navrhujeme proto na otopná tělesa vybavená těmito dvoupolohovými ventily nainstalovat nové termostatické ventily v provedení pro veřejné budovy. Jednotková cena za instalaci nových termostatických ventilů byla použita 935 Kč/ks.

Budova	Počet ventilů [ks]	Náklady na instalaci ventilů [Kč]	Předpokládaná roční úspora [GJ/rok]	Předpokládaná roční úspora [Kč/rok]	Prostá doba návratnosti bez amortizace [rok]
Hlavní budova školy	75	70 125	30,68	6 158	11,4
Budova tělocvičny	18	16 830	9,95	1 997	8,4
Budova školní jídelny	32	29 920	13,33	2 675	11,2

4.3.2. Instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění

Jedná se o inteligentní systém ovládání otopné soustavy, který je založen na principu individuální regulace teploty v jednotlivých místnostech (systém IRC). Tento způsob regulace je ekonomicky i ekologicky žádoucí metodou dosahování úspor energie při zachování optimálního teplotního režimu a provozu otopné soustavy. Regulační systém je tvořen termodynamickými ventily, prostorovými termostaty v každé vytápěné místnosti nebo zóně,

propojovacími kabely a řídicí jednotkou s výstupem na počítač. Princip této metody regulace spočívá ve snímání skutečné teploty v místnosti nebo zóně prostorovým termostatem, který ovládá akční prvek (termodynamický ventil) a komunikuje s řídicí jednotkou. Řídicí jednotkou se nastavuje požadovaná teplota v každé místnosti nebo zóně v závislosti na čase a dnu v týdnu. Při instalaci systému dynamické regulace ústředního vytápění je nutno zajistit vzájemnou spolupráci stávajícího regulačního systému s novým systémem IRC.

Úspory tepelné energie dosažené instalací systému IRC se pohybují v rozmezí 15 až 50%. Skutečná úspora závisí na provedení konkrétní otopné soustavy a způsobu vytápění. V našem konkrétním případě předpokládáme minimální úsporu tepla na vytápění ve výši 20%. Jednotková cena za instalaci nových termodynamických ventilů (včetně kabeláže, termostatů a řídicích jednotek) byla použita 3 050 Kč/ks.

Budova	Počet ventilů [ks]	Náklady na instalaci ventilů [Kč]	Předpokládaná roční úspora [GJ/rok]	Předpokládaná roční úspora [Kč/rok]	Prostá doba návratnosti bez amortizace [rok]
Hlavní budova školy a budova tělocvičny	116	353 800	304,30	61 076	5,8
Budova Domova mládeže	45	137 250	90,42	18 148	7,6
Budova školní jídelny	32	97 600	80,04	16 065	6,1

4.3.3. Instalace ekvitermní regulace teploty topné vody

V současné době je teplota topné vody pro hlavní školní budovu, budovu tělocvičny a budovu Domova mládeže regulována společně v plynové kotelně, která je umístěna v suterénu hlavní školní budovy. Společně je regulována také teplota topné vody pro administrativní část hlavní školní budovy a budovu služebních bytů, a to v plynové kotelně situované v administrativní části hlavní školní budovy. Tento systém regulace způsobuje zbytečné přetápění některých prostor, protože nelze přizpůsobit teplotu topné vody potřebám jednotlivých budov. Z tohoto důvodu doporučujeme instalaci ekvitermní regulace teploty topné vody pomocí třicestného směšovacího ventilu u každého z výš zmíněných topných okruhů. Toto opatření by vyžadovalo malou změnu potrubních tras a instalaci třicestných směšovacích ventilů se servopohonem, řídicích jednotek s teplotními čidly a oběhových čerpadel.

Počet topných okruhů	5 ks
Jednotková cena za instalaci ekvitermní regulace	40 000 Kč/ks
Náklady na instalaci ekvitermní regulace	200 000 Kč
Předpokládaná roční úspora	110,50 GJ/rok tj. 22 178 Kč/rok
Prostá doba návratnosti (bez amortizace)	9,0 roku

4.4. Možné úspory energie v případě změny systému přípravy a užití TUV

V oblasti hospodaření s užitkovou vodou se naskýtají mnohé možnosti k úsporám.

- Při mytí nenechávat trvale téci teplou vodu do umyvadla a odtékat bez užitku do odpadu.
- Neomývat nádobí pod trvale tekoucí vodou.

- Používat armatury s provzdušňovačem vody (tzv. perlátor), u kterých je oproti klasickým bateriím přibližně poloviční výtokové množství.
- Používat jednopákové baterie. U těchto baterií je doba nastavení požadované teploty 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 bateriemi uspoří jednopákové baterie okolo 20% vody.

4.5. Možné úspory energie v případě změny systému stlačeného vzduchu

V objektu není rozveden stlačený vzduch.

4.6. Možné úspory energie v případě změny systému zemního plynu

Spotřebu zemního plynu k ohřevu topné vody ústředního vytápění a k ohřevu TUV je možno snížit uplatněním vyjmenovaných opatření, které povedou ke snížení tepelných ztrát budov a k snížení spotřeby TUV.

V budovách vytápěných pomocí lokálních plynových topidel lze snížit spotřebu zemního plynu důsledným snižováním teploty v nočních hodinách a o víkendu pomocí termostatu, kterým jsou tato plynová topidla vybavena.

4.7. Možné úspory energie v případě využití obnovitelných zdrojů energie

Pro tento objekt by bylo zavedení obnovitelných energetických zdrojů finančně nákladné. Navíc zde není žádný významnější zdroj a návratnost by byla velmi špatná.

4.8. Možné úspory energie v případě uplatnění organizačních a neinvestičních opatření

Uplatňování organizačních a neinvestičních opatření závisí na dostatečném proškolení zaměstnanců. Na začátku topné sezóny by měly být zaměstnancům připomenuty obecně platná pravidla pro hospodaření s energiemi. K těmto pravidlům by mělo patřit:

- Není nutné udržovat ve všech prostorách stejnou teplotu. Každý stupeň, o který se podaří snížit teplotu v místnosti, znamená 6 % úsporu nákladů na vytápění této místnosti.
- Pečlivé dovírání oken po skončení pracovní doby.
- Otevírání jen vybraných oken. Tím se šetří i těsnění oken ostatních.
- Prostory je potřeba větrat tak, aby ztráty byly co nejmenší, tedy krátce a intenzivně. Čím je chladněji, tím je doba potřebná pro větrání kratší, neboť cirkulace vzduchu probíhá rychleji.
- Pravidelná kontrola funkčnosti ventilů otopných těles, včetně kontroly nastavení termostatických ventilů.
- Pravidelné čištění všech zářivek a odrazných ploch.
- Ohřívat jen takové množství vody, které je skutečně zapotřebí.

5. NÁVRH OPATŘENÍ

Základem ekonomického hodnocení jednotlivých navržených opatření je prostá návratnost vypočtená z nákladů respektujících amortizaci. Tyto se skládají z nákladů, které slouží k dosažení lepších teplotních parametrů a ze zbytkové hodnoty zařízení, na kterém je dané opatření realizováno.

Náklady respektující amortizaci:

$$IN_{AM} = (IN - IN_p) + IN_p \cdot (1 - AM)$$

kde:

IN_{AM} jsou náklady respektující amortizaci

IN jsou celkové investiční náklady

IN_p jsou náklady na uvedení zařízení do původního stavu (s nulovou amortizací)

AM je amortizace zařízení, na kterém je opatření realizováno

Tab. 5. – 1. Jednotkové náklady na realizaci navržených opatření

Opatření	Stručný popis (bez uvedení priority)	Investiční náklady [Kč/m ² , Kč/ks]	Náklady na uvedení do původního stavu [Kč/m ² , Kč/ks]	Amortizace [%]	Náklady respektující amortizaci [Kč/m ² , Kč/ks]
Opatření č.1	Zateplení obvodových zdí hlavní budovy školy	1 150	350	25	1 063
Opatření č.2	Zateplení obvodových zdí budovy laboratoří	1 150	350	30	1 045
Opatření č.3	Zateplení obvodových zdí budovy služebních bytů	1 150	350	30	1 045
Opatření č.4	Zateplení obvodových zdí budovy Domova mládeže	1 150	350	25	1 063
Opatření č.5	Zateplení obvodových zdí budovy dílen a skladů	1 150	350	50	975
Opatření č.6	Zateplení obvodových zdí budovy praxe	1 150	350	50	975
Opatření č.7	Zateplení obvodových zdí budovy školní jídelny	1 150	350	30	1 045
Opatření č.8	Výměna dřevěných oken hlavní budovy školy	6 000	5 000	80	2 000
Opatření č.9	Výměna dřevěných oken budovy tělocvičny	6 000	5 000	40	4 000
Opatření č.10	Výměna dřevěných oken budovy laboratoří	6 000	5 000	40	4 000
Opatření č.11	Výměna dřevěných oken budovy služebních bytů	6 000	5 000	75	2 250
Opatření č.12	Výměna dřevěných oken budovy Domova mládeže	6 000	5 000	55	3 250
Opatření č.13	Výměna dřevěných oken budovy dílen a skladů	6 000	5 000	80	2 000
Opatření č.14	Výměna dřevěných oken budovy praxe	6 000	5 000	60	3 000

Opatření	Stručný popis (bez uvedení priority)	Investiční náklady [Kč/m ² , Kč/ks]	Náklady na uvedení do původního stavu [Kč/m ² , Kč/ks]	Amortizace [%]	Náklady respektující amortizaci [Kč/m ² , Kč/ks]
Opatření č.15	Výměna dřevěných oken budovy školní jídelny	6 000	5 000	65	2 750
Opatření č.16	Výměna dřevěné prosklené vstupní stěny do hlavní budovy školy	10 000	5 000	70	6 500
Opatření č.17	Výměna kovových oken budovy tělocvičny	6 000	5 000	80	2 000
Opatření č.18	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy Domova mládeže	6 000	5 000	60	3 000
Opatření č.19	Výměna kovových oken budovy dílen a skladů	6 000	5 000	85	1 750
Opatření č.20	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy praxe	6 000	5 000	75	2 250
Opatření č.21	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy školní jídelny	7 000	5 000	10	6 500
Opatření č.22	Výměna dřevěných prosklených vstupních dveří do budovy školní jídelny	7 000	5 000	60	4 000
Opatření č.23	Zateplení ploché střechy budovy Domova mládeže	600	500	30	450
Opatření č.24	Instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v hlavní budově školy	935	320	80	679
Opatření č.25	Instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově tělocvičny	935	320	70	711
Opatření č.26	Instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově školní jídelny	935	320	70	711
Opatření č.27	Instalace systému IRC v hlavní budově školy a v budově tělocvičny	3 050	320	75	2 810
			770	20	2 896
Opatření č.28	Instalace systému IRC v budově Domova mládeže	3 050	770	20	2 896
Opatření č.29	Instalace systému IRC v budově školní jídelny	3 050	320	70	2 826
Opatření č.30	Instalace ekvitermní regulace teploty topné vody	40 000	0	0	40 000

5.1. Kvantifikace jednotlivých variant kombinací opatření

5.1.1. Varianta 1

Zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží hlavní budovy školy kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.1), výměna stávajících zdvojených a dvojitých dřevěných oken s dvěma skly u hlavní budovy školy za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.8) a výměna stávající dřevěné prosklené vstupní stěny s jedním sklem do hlavní budovy školy za novou hliníkovou s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.16).

Zateplovaná plocha	1 273,4 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 063 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	1 353 624 Kč
Plocha oken	238,8 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	2 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	477 600 Kč
Plocha vstupní stěny	10,6 m ²
Jednotková cena výměny vstupní stěny (s amortizací)	6 500 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní stěnu (s amortizací)	68 900 Kč
Náklady na opatření varianty 1 (s amortizací)	1 900 124 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 1	624,47 GJ/rok tj. 125 337 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 1 (s amortizací)	15,2 roku

Tab. 5.1.1 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 1

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 139,61	818 570,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 139,61	818 570,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 139,61	818 570,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	285,21	54 998,70
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	2 566,88	494 988,30
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.2. Varianta 2

Výměna stávajících dřevěných zdvojených oken s dvěma skly u budovy tělocvičny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.9) a výměna stávajících kovových oken s dvěma skly v tělocvičném sálu budovy tělocvičny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.17).

Plocha dřevěných oken	57,2 m ²
Jednotková cena výměny dřevěných oken (s amortizací)	4 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	228 800 Kč
Plocha kovových oken	87,4 m ²
Jednotková cena výměny kovových oken (s amortizací)	2 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	174 800 Kč
Náklady na opatření varianty 2 (s amortizací)	403 600 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 2	125,59 GJ/rok tj. 25 207 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 2 (s amortizací)	16,0 roku

Tab. 5.1.2 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 2

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 638,49	918 700,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 638,49	918 700,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 638,49	918 700,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	335,10	65 011,70
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	3 015,87	585 105,30
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.3. Varianta 3

Zateplení obvodových zdí budovy laboratoří kontaktním zateplovacím systémem s polystyrenovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.2) a výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy laboratoří za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.10).

Zateplovaná plocha	326,0 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 045 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	340 670 Kč
Plocha oken	62,6 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	4 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	250 400 Kč
Náklady na opatření varianty 3 (s amortizací)	591 070 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 3	168,72 GJ/rok tj. 33 863 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 3 (s amortizací)	17,5 roku

Tab. 5.1.3 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 3

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 595,36	910 044,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 595,36	910 044,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 595,36	910 044,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	330,79	64 146,10
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	2 977,05	577 314,90
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.4. Varianta 4

Zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy služebních bytů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.3) a výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy služebních bytů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.11).

Zateplovaná plocha	403,6 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 045 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	421 762 Kč
Plocha oken	33,9 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	2 250 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	76 275 Kč
Náklady na opatření varianty 4 (s amortizací)	498 037 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 4	133,97 GJ/rok tj. 26 888 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 4 (s amortizací)	18,5 roku

Tab. 5.1.4 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 4

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 630,11	917 019,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 630,11	917 019,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 630,11	917 019,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	334,26	64 843,60
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	3 115,50	583 592,40
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.5. Varianta 5

Zateplení obvodových zdí budovy Domova mládeže kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.4), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy Domova mládeže za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.12), výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy Domova mládeže za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.18) a zateplení ploché střechy budovy Domova mládeže nástřikem vrstvy tvrdé PUR pěny o tloušťce 35 mm s ochrannou polyuretanovou vrstvou (opatření č.23).

Zateplovaná plocha zdí	649,5 m ²
Jednotková cena zateplení zdí (s amortizací)	1 063 Kč/m ²
Náklady na zateplení zdí (s amortizací)	690 419 Kč
Plocha oken	99,5 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	3 250 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	323 375 Kč
Plocha vstupní stěny	8,7 m ²
Jednotková cena výměny vstupní stěny (s amortizací)	3 000 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní stěnu (s amortizací)	26 100 Kč
Zateplovaná plocha střechy	284,5 m ²
Jednotková cena zateplení střechy (s amortizací)	450 Kč/m ²
Náklady na zateplení střechy (s amortizací)	128 025 Kč
Náklady na opatření varianty 5 (s amortizací)	1 167 919 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 5	325,05 GJ/rok tj. 65 240 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 5 (s amortizací)	17,9 roku

Tab. 5.1.5 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 5

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 439,03	878 667,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 439,03	878 667,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 439,03	878 667,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	315,16	61 008,40
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	2 836,35	549 075,60
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.6. Varianta 6

Zateplení obvodových zdí vytápěné části budovy dílen a skladů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.5), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.13) a výměna stávajících kovových oken s jedním sklem u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.19).

Zateplovaná plocha	164,2 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	975 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	160 095 Kč
Plocha dřevěných oken	5,0 m ²
Jednotková cena výměny dřevěných oken (s amortizací)	2 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	10 000 Kč
Plocha kovových oken	9,7 m ²
Jednotková cena výměny kovových oken (s amortizací)	1 750 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	16 975 Kč
Náklady na opatření varianty 6 (s amortizací)	187 070 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 6	70,88 GJ/rok tj. 14 226 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 6 (s amortizací)	13,1 roku

Tab. 5.1.6 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 6

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 693,20	929 681,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 693,20	929 681,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 693,20	929 681,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	340,57	66 109,80
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	3 065,11	594 988,20
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.7. Varianta 7

Zateplení obvodových zdí budovy praxe kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.6), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy praxe za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.14) a výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy praxe za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.20).

Zateplovaná plocha	460,2 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	975 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	448 695 Kč
Plocha oken	47,0 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	3 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	141 000 Kč
Plocha vstupní stěny	7,4 m ²
Jednotková cena výměny vstupní stěny (s amortizací)	2 250 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní stěnu (s amortizací)	16 650 Kč
Náklady na opatření varianty 7 (s amortizací)	606 345 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 7	207,25 GJ/rok tj. 41 596 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 7 (s amortizací)	14,6 roku

Tab. 5.1.7 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 7

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 556,83	902 311,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 556,83	902 311,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 556,83	902 311,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	326,94	63 372,80
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	2 942,37	570 355,20
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.8. Varianta 8

Zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy školní jídelny kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.7), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy školní jídelny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.15), výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s dvěma skly do budovy školní jídelny za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.21) a výměna stávajících dřevěných prosklených vstupních dveří s jedním sklem do budovy školní jídelny za nové plastové s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.22).

Zateplovaná plocha	556,8 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 045 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	581 856 Kč
Plocha oken	78,3 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	2 750 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	215 325 Kč
Plocha kovové vstupní stěny	4,0 m ²
Jednotková cena výměny kovové vstupní stěny (s amortizací)	6 500 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní stěnu (s amortizací)	26 000 Kč
Plocha dřevěných vstupních dveří	3,3 m ²
Jednotková cena výměny dřevěných vstupních dveří (s amortizací)	4 000 Kč/m ²
Náklady na nové vstupní dveře (s amortizací)	13 200 Kč
Náklady na opatření varianty 8 (s amortizací)	836 381 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 8	230,48 GJ/rok tj. 46 259 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 8 (s amortizací)	18,1 roku

Tab. 5.1.8 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 8

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 533,60	897 648,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 533,60	897 648,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 533,60	897 648,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	324,61	62 906,50
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	2 921,47	566 158,50
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.9. Varianta 9

Instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v hlavní budově školy (opatření č.24), instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově tělocvičny (opatření č.25) a instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově školní jídelny (opatření č.26).

Počet ventilů v hlavní budově školy	75 ks
Jednotková cena za instalaci termostatického ventilu (s amortizací)	679 Kč/ks
Náklady na instalaci nových termostatických ventilů v hlavní budově školy (s amortizací)	50 925 Kč
Počet ventilů v budově tělocvičny	18 ks
Jednotková cena za instalaci termostatického ventilu (s amortizací)	711 Kč/ks
Náklady na instalaci nových termostatických ventilů v budově tělocvičny (s amortizací)	12 798 Kč
Počet ventilů v budově školní jídelny	32 ks
Jednotková cena za instalaci termostatického ventilu (s amortizací)	711 Kč/ks
Náklady na instalaci nových termostatických ventilů v budově školní jídelny (s amortizací)	22 752 Kč
Náklady na opatření varianty 9 (s amortizací)	86 475 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 9	53,96 GJ/rok tj. 10 830 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 9 (s amortizací)	8,0 roku

Tab. 5.1.9 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 9

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 710,12	933 077,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 710,12	933 077,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 710,12	933 077,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	342,26	66 449,40
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	3 080,34	598 044,60
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.10. Varianta 10

Instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění v hlavní budově školy a v budově tělocvičny (opatření č.27), instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění v budově Domova mládeže (opatření č.28) a instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění v budově školní jídelny (opatření č.29).

Počet uzavíracích ventilů typu zavřeno-otevřeno v hlavní budově školy a v budově tělocvičny	93 ks
Počet termostatických ventilů v hlavní budově školy a v budově tělocvičny	23 ks
Náklady na instalaci systému IRC vztažené na jeden ventil místo uzavíracích ventilů typu zavřeno-otevřeno (s amortizací)	2 810 Kč/ks
Náklady na instalaci systému IRC vztažené na jeden ventil místo termostatických ventilů (s amortizací)	2 896 Kč/ks
Náklady na instalaci systému IRC v hlavní budově školy a v budově tělocvičny (s amortizací)	327 938 Kč
Počet termostatických ventilů v budově Domova mládeže	45 ks
Náklady na instalaci systému IRC vztažené na jeden ventil místo termostatických ventilů (s amortizací)	2 896 Kč/ks
Náklady na instalaci systému IRC v budově Domova mládeže (s amortizací)	130 320 Kč
Počet uzavíracích ventilů typu zavřeno-otevřeno v budově školní jídelny	32 ks
Náklady na instalaci systému IRC vztažené na jeden ventil místo uzavíracích ventilů typu zavřeno-otevřeno (s amortizací)	2 826 Kč/ks
Náklady na instalaci systému IRC v budově školní jídelny (s amortizací)	90 432 Kč
Náklady na opatření varianty 10 (s amortizací)	548 690 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 10	474,76 GJ/rok tj. 95 289 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 10 (s amortizací)	5,8 roku

Tab. 5.1.10 – 1. Upravená roční energetická bilance – varianta 10

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 289,32	848 618,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 289,32	848 618,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 289,32	848 618,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	300,18	58 003,50
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	2 701,62	522 031,50
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.11. Varianta 11

Instalace ekvitermní regulace teploty topné vody pomocí třicestného směšovacího ventilu u topných okruhů pro vytápění hlavní budovy školy, budovy tělocvičny, budovy Domova mládeže, administrativní části hlavní školní budovy a budovy služebních bytů (opatření č.30).

Počet topných okruhů	5 ks
Jednotková cena instalace ekvitermní regulace teploty topné vody u jednoho topného okruhu	40 000 Kč/ks
Náklady na instalaci ekvitermní regulace teploty topné vody u všech topných okruhů	200 000 Kč
Náklady na opatření varianty 11 (s amortizací)	200 000 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 11	110,50 GJ/rok tj. 22 178 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 11 (s amortizací)	9,0 roku

Tab. 5.1.11 – 1. Upravená roční energetická bilance hlavního areálu školy – varianta 11

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	3 653,58	921 729,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	3 653,58	921 729,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	3 653,58	921 729,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	336,61	65 314,60
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	3 029,45	587 831,40
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.1.12. Varianta 12

Výměna stávajících zdvojených a dvojitých dřevěných oken s dvěma skly u hlavní budovy školy za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.8), výměna stávajících kovových oken s dvěma skly v tělocvičném sálu budovy tělocvičny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.17), zateplení obvodových zdí budovy laboratoří kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.2), zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy služebních bytů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.3), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy služebních bytů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.11), zateplení obvodových zdí budovy Domova mládeže kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.4), výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy Domova mládeže za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.18), zateplení obvodových zdí vytápěné části budovy dílen a skladů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.5), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.13), výměna stávajících kovových oken s jedním sklem u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.19), zateplení obvodových zdí budovy praxe kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.6), výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy praxe za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.20), zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy školní jídelny kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm (opatření č.7), výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy školní jídelny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem (opatření č.15), instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v hlavní budově školy (opatření č.24), instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově tělocvičny (opatření č.25), instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově školní jídelny (opatření č.26) a instalace ekvitermní regulace teploty topné vody pomocí třícestného směšovacího ventilu u topných okruhů pro vytápění hlavní budovy školy, budovy tělocvičny, budovy Domova mládeže, administrativní části hlavní školní budovy a budovy služebních bytů (opatření č.30).

Plocha dřevěných oken v hlavní budově školy	238,8 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	2 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	477 600 Kč
Plocha kovových oken v tělocvičném sálu budovy tělocvičny	87,4 m ²
Jednotková cena výměny kovových oken (s amortizací)	2 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	174 800 Kč
Zateplovaná plocha obvodových zdí budovy laboratoří	326,0 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 045 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	340 670 Kč
Zateplovaná plocha obvodových zdí budovy služebních bytů	403,6 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 045 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	421 762 Kč

Plocha dřevěných oken v budově služebních bytů	33,9 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	2 250 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	76 275 Kč
Zateplovaná plocha obvodových zdí budovy Domova mládeže	649,5 m ²
Jednotková cena zateplení zdí (s amortizací)	1 063 Kč/m ²
Náklady na zateplení zdí (s amortizací)	690 419 Kč
Plocha kovové prosklené vstupní stěny do budovy Domova mládeže	8,7 m ²
Jednotková cena výměny vstupní stěny (s amortizací)	3 000 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní stěnu (s amortizací)	26 100 Kč
Zateplovaná plocha obvodových zdí budovy dílen a skladů	164,2 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	975 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	160 095 Kč
Plocha dřevěných oken v budově dílen a skladů	5,0 m ²
Jednotková cena výměny dřevěných oken (s amortizací)	2 000 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	10 000 Kč
Plocha kovových oken v budově dílen a skladů	9,7 m ²
Jednotková cena výměny kovových oken (s amortizací)	1 750 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	16 975 Kč
Zateplovaná plocha obvodových zdí budovy praxe	460,2 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	975 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	448 695 Kč
Plocha kovové prosklené vstupní stěny do budovy praxe	7,4 m ²
Jednotková cena výměny vstupní stěny (s amortizací)	2 250 Kč/m ²
Náklady na novou vstupní stěnu (s amortizací)	16 650 Kč
Zateplovaná plocha obvodových zdí budovy školní jídelny	556,8 m ²
Jednotková cena zateplení (s amortizací)	1 045 Kč/m ²
Náklady na zateplení (s amortizací)	581 856 Kč
Plocha dřevěných oken v budově školní jídelny	78,3 m ²
Jednotková cena výměny oken (s amortizací)	2 750 Kč/m ²
Náklady na nová okna (s amortizací)	215 325 Kč
Počet ventilů v hlavní budově školy	75 ks
Jednotková cena za instalaci termostatického ventilu (s amortizací)	679 Kč/ks
Náklady na instalaci nových termostatických ventilů v hlavní budově školy (s amortizací)	50 925 Kč
Počet ventilů v budově tělocvičny	18 ks
Jednotková cena za instalaci termostatického ventilu (s amortizací)	711 Kč/ks
Náklady na instalaci nových termostatických ventilů v budově tělocvičny (s amortizací)	12 798 Kč

Počet ventilů v budově školní jídelny	32 ks
Jednotková cena za instalaci termostatického ventilu (s amortizací)	711 Kč/ks
Náklady na instalaci nových termostatických ventilů v budově školní jídelny (s amortizací)	22 752 Kč
Počet topných okruhů	5 ks
Jednotková cena instalace ekvitermní regulace teploty topné vody u jednoho topného okruhu	40 000 Kč/ks
Náklady na instalaci ekvitermní regulace teploty topné vody u všech topných okruhů	200 000 Kč
Náklady na opatření varianty 12 (s amortizací)	3 943 697 Kč
Předpokládaná roční úspora u varianty 12	1 338,03 GJ/rok tj. 268 552 Kč/rok
Prostá doba návratnosti varianty 12 (s amortizací)	14,7 roku

Tab. 5.1.12 – 1. Upravená roční energetická bilance hlavního areálu školy – varianta 12

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie	Náklady	Energie	Náklady
	[GJ]	[Kč]	[GJ]	[Kč]
Vstupy paliv a energie	3 764,08	943 907,67	2 426,05	675 355,67
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie dle vstupu	3 764,08	943 907,67	2 426,05	675 355,67
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	3 764,08	943 907,67	2 426,05	675 355,67
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	347,66	67 532,40	213,86	40 677,20
Spotřeba energie na vytápění dle vstupu	3 128,90	607 791,60	1 924,67	366 094,80
Spotřeba energie na ohřev TUV, technologické a ostatní procesy	287,52	268 583,67	287,52	268 583,67

5.2. Srovnání jednotlivých variant kombinací opatření

Tab. 5.2. – 1. Vypočtené úspory pro jednotlivé varianty kombinací opatření

Varianta	Opatření	Úspora		Investiční náklady	Prostá návratnost	Náklady respektující amortizaci	Prostá návratnost s amortizací
		[GJ/rok]	[Kč/rok]				
Varianta č. 1	Zateplení zdí hlavní budovy školy	447,23	89 763	1 464 410	16,3	1 353 624	15,1
	Výměna dřevěných oken hlavní budovy školy	168,93	33 906	1 432 800	42,3	477 600	14,1
	Výměna dřevěné prosklené vstupní stěny do hlavní budovy školy	8,31	1 668	106 000	63,5	68 900	41,3
	Celkem	624,47	125 337	3 003 210	24,0	1 900 124	15,2
Varianta č. 2	Výměna dřevěných oken budovy tělocvičny	47,53	9 540	343 200	36,0	228 800	24,0
	Výměna kovových oken budovy tělocvičny	78,06	15 667	524 400	33,5	174 800	11,2
	Celkem	125,59	25 207	867 600	34,4	403 600	16,0
Varianta č. 3	Zateplení zdí budovy laboratoří	125,94	25 277	374 900	14,8	340 670	13,5
	Výměna dřevěných oken budovy laboratoří	42,78	8 586	375 600	43,7	250 400	29,2
	Celkem	168,72	33 863	750 500	22,2	591 070	17,5
Varianta č. 4	Zateplení zdí budovy služebních bytů	107,89	21 654	464 140	21,4	421 762	19,5
	Výměna dřevěných oken budovy služebních bytů	26,08	5 234	203 400	38,9	76 275	14,6
	Celkem	133,97	26 888	667 540	24,8	498 037	18,5
Varianta č. 5	Zateplení zdí budovy Domova mládeže	236,20	47 407	746 925	15,8	690 419	14,6
	Výměna dřevěných oken budovy Domova mládeže	59,60	11 962	597 000	49,9	323 375	27,0
	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy Domova mládeže	10,11	2 029	52 200	25,7	26 100	12,9
	Zateplení ploché střechy budovy Domova mládeže	19,14	3 842	170 700	44,4	128 025	33,3
	Celkem	325,05	65 240	1 566 825	24,0	1 167 919	17,9

Varianta	Opatření	Úspora		Investiční náklady	Prostá návratnost	Náklady respektující amortizaci	Prostá návratnost s amortizací
		[GJ/rok]	[Kč/rok]				
Varianta č. 6	Zateplení zdí budovy dílenn a skladů	56,42	11 324	188 830	16,7	160 095	14,1
	Výměna dřevěných oken budovy dílen a skladů	3,50	702	30 000	42,7	10 000	14,2
	Výměna kovových oken budovy dílen a skladů	10,96	2 200	58 200	26,4	16 975	7,7
	Celkem	70,88	14 226	277 030	19,5	187 070	13,1
Varianta č. 7	Zateplení zdí budovy praxe	163,76	32 868	529 230	16,1	448 695	13,7
	Výměna dřevěných oken budovy praxe	34,38	6 900	282 000	40,9	141 000	20,4
	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy praxe	9,11	1 828	44 400	24,3	16 650	9,1
	Celkem	207,25	41 596	855 630	20,6	606 345	14,6
Varianta č. 8	Zateplení zdí budovy školní jídelny	165,89	33 296	640 320	19,2	581 856	17,5
	Výměna dřevěných oken budovy školní jídelny	57,80	11 601	469 800	40,5	215 325	18,6
	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy školní jídelny	3,48	698	28 000	40,1	26 000	37,2
	Výměna dřevěných prosklených vstupních dveří do budovy školní jídelny	3,31	664	23 100	34,8	13 200	19,9
	Celkem	230,48	46 259	1 161 220	25,1	836 381	18,1
Varianta č. 9	Instalace termostatických ventilů v hlavní budově školy	30,68	6 158	70 125	11,4	50 925	8,3
	Instalace termostatických ventilů v budově tělocvičny	9,95	1 997	16 830	8,4	12 798	6,4
	Instalace termostatických ventilů v budově školní jídelny	13,33	2 675	29 920	11,2	22 752	8,5
	Celkem	53,96	10 830	116 875	10,8	86 475	8,0

Varianta	Opatření	Úspora		Investiční náklady	Prostá návratnost	Náklady respektující amortizaci	Prostá návratnost s amortizací
		[GJ/rok]	[Kč/rok]	[Kč]	[roky]	[Kč]	[roky]
Varianta č. 10	Instalace systému IRC v hlavní budově školy a v budově tělocvičny	304,30	61 076	353 800	5,8	327 938	5,4
	Instalace systému IRC v budově Domova mládeže	90,42	18 148	137 250	7,6	130 320	7,2
	Instalace systému IRC v budově školní jídelny	80,04	16 065	97 600	6,1	90 432	5,6
	Celkem	474,76	95 289	588 650	6,2	548 690	5,8
Varianta č. 11	Instalace ekvitermní regulace teploty topné vody	110,50	22 178	200 000	9,0	200 000	9,0
Varianta č. 12	Výměna dřevěných oken hlavní budovy školy	168,93	33 906	1 432 800	42,3	477 600	14,1
	Výměna kovových oken budovy tělocvičny	78,06	15 667	524 400	33,5	174 800	11,2
	Zateplení zdí budovy laboratoří	125,94	25 277	374 900	14,8	340 670	13,5
	Zateplení zdí budovy služebních bytů	107,89	21 654	464 140	21,4	421 762	19,5
	Výměna dřevěných oken budovy služebních bytů	26,08	5 234	203 400	38,9	76 275	14,6
	Zateplení zdí budovy Domova mládeže	236,20	47 407	746 925	15,8	690 419	14,6
	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy Domova mládeže	10,11	2 029	52 200	25,7	26 100	12,9
	Zateplení zdí budovy dílen a skladů	56,42	11 324	188 830	16,7	160 095	14,1
	Výměna dřevěných oken budovy dílen a skladů	3,50	702	30 000	42,7	10 000	14,2
	Výměna kovových oken budovy dílen a skladů	10,96	2 200	58 200	26,4	16 975	7,7
	Zateplení zdí budovy praxe	163,76	32 868	529 230	16,1	448 695	13,7

Varianta	Opatření	Úspora		Investiční náklady	Prostá návratnost	Náklady respektující amortizaci	Prostá návratnost s amortizací
		[GJ/rok]	[Kč/rok]	[Kč]	[roky]	[Kč]	[roky]
Varianta č. 12	Výměna kovové prosklené vstupní stěny do budovy praxe	9,11	1 828	44 400	24,3	16 650	9,1
	Zateplení zdí budovy školní jídelny	165,89	33 296	640 320	19,2	581 856	17,5
	Výměna dřevěných oken budovy školní jídelny	57,80	11 601	469 800	40,5	215 325	18,6
	Instalace termostatických ventilů v hlavní budově školy	24,73 ¹⁾	4 964	70 125	14,1	50 925	10,3
	Instalace termostatických ventilů v budově tělocvičny	7,63 ¹⁾	1 531	16 830	11,0	12 798	8,4
	Instalace termostatických ventilů v budově školní jídelny	5,88 ¹⁾	1 180	29 920	25,4	22 752	19,3
	Instalace ekvitermní regulace teploty topné vody	79,14 ¹⁾	15 884	200 000	12,6	200 000	12,6
	Celkem	1 338,03	268 552	6 076 420	22,6	3 943 697	14,7

- ¹⁾ Při realizaci opatření č. 24, 25, 26 a 30 – instalace termostatických ventilů na otopných tělesech a instalace ekvitermní regulace teploty topné vody pomocí třicestného směšovacího ventilu v kombinaci s jinými opatřeními je úspora tepelné energie na vytápění nižší, než při realizaci těchto opatření samostatně.

6. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT KOMBINACÍ OPATŘENÍ

Ekonomická výhodnost, návratnost nebo jakýkoliv jiný ekonomický ukazatel provedení investiční akce je dána následujícími hodnotami:

Prostá doba návratnosti, doba splácení investice:

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

kde:

IN investiční výdaje projektu
CF roční přínosy projektu (Cash Flow, změna peněžních toků)

Reálná doba návratnosti:

Výpočetem z diskontovaného Cash Flow projektu.

Základními ukazateli ekonomické efektivity investičních opatření jsou:

Čistá současná hodnota (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^n CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = \sum_{t=1}^n CF_t \cdot q_r^{-t} - IN \quad [Kč]$$

kde:

NPV hodnota kumulativního součtu v diagramu diskontovaného toku financí (Cash Flow Diagram)
t daný rok využívání investice
IN investiční výdaje projektu
CF_t roční přínosy (změna peněžních toků po realizaci projektu)
r diskont

Vnitřní výnosové procento:

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

Pro případ n = ekonomická životnost investice je hodnota označována jako NPV - (Net Present Value).

Při realizaci výpočtů pod symbolem IN jsou vždy používány hodnoty investičních nákladů respektující amortizaci.

Při řešení výše uvedené rovnice nastávají různé případy:

- Je hledáno takové n (počet let), kdy se investice při daném diskontu r právě zaplatí. Stanoví se tak doba reálné návratnosti. Výpočet je snadný, neboť postačí vypočítat součet několika členů dané řady v uvedené rovnici.
- Je hledána hodnota kumulativního součtu NPV Cash Flow Diagramu, přičemž počet členů v geometrické řadě v této rovnici, nebo-li n je dáno počtem let ekonomické životnosti. Takto se vypočte NPV. Výpočet je opět snadný. Hodnota NPV musí být číslo kladné, jinak je investice prodělečná.
- Je hledáno tzv. vnitřní výnosové procento IRR, což představuje naopak výpočet r v dané rovnici, zatímco n je napevno dosazeno shodně s dobou ekonomické životnosti a NPV je napevno dosazeno = 0. U ekonomicky přijatelných projektů číslo r je vyšší než obvykle.

6.1. Výpočet reálné doby návratnosti pro jednotlivé varianty kombinací opatření

6.1.1. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 1

Tab. 6.1.1 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 1 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 1 900 124								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0512		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	125 337	116 053	116 053	-1 784 071	119 369	119 369	-1 780 755	119 229	119 229	-1 780 895
2	125 337	107 456	223 509	-1 676 615	113 684	233 053	-1 667 071	113 420	232 649	-1 667 475
3	125 337	99 497	323 006	-1 577 118	108 271	341 324	-1 558 800	107 893	340 542	-1 559 582
4	125 337	92 126	415 132	-1 484 992	103 115	444 439	-1 455 685	102 635	443 177	-1 456 947
5	125 337	85 302	500 434	-1 399 690	98 205	542 644	-1 357 480	97 634	540 811	-1 359 313
6	125 337	78 984	579 418	-1 320 706	93 528	636 172	-1 263 952	92 876	633 688	-1 266 436
7	125 337	73 133	652 551	-1 247 573	89 075	725 247	-1 174 877	88 351	722 038	-1 178 086
8	125 337	67 716	720 266	-1 179 858	84 833	810 080	-1 090 044	84 045	806 084	-1 094 040
9	125 337	62 700	782 966	-1 117 158	80 793	890 873	-1 009 251	79 950	886 034	-1 014 090
10	125 337	58 055	841 021	-1 059 103	76 946	967 819	-932 305	76 054	962 088	-938 036
11	125 337	53 755	894 776	-1 005 348	73 282	1 041 101	-859 023	72 348	1 034 436	-865 688
12	125 337	49 773	944 549	-955 575	69 792	1 110 893	-789 231	68 823	1 103 259	-796 865
13	125 337	46 086	990 636	-909 488	66 469	1 177 362	-722 762	65 469	1 168 728	-731 396
14	125 337	42 672	1 033 308	-866 816	63 304	1 240 666	-659 458	62 279	1 231 007	-669 117
15	125 337	39 511	1 072 819	-827 305	60 289	1 300 955	-599 169	59 244	1 290 251	-609 873
16	125 337	36 585	1 109 404	-790 720	57 418	1 358 374	-541 750	56 357	1 346 608	-553 516
17	125 337	33 875	1 143 279	-756 845	54 684	1 413 058	-487 066	53 611	1 400 219	-499 905
18	125 337	31 365	1 174 644	-725 480	52 080	1 465 138	-434 986	50 999	1 451 217	-448 907
19	125 337	29 042	1 203 686	-696 438	49 600	1 514 738	-385 386	48 513	1 499 731	-400 393
20	125 337	26 891	1 230 577	-669 547	47 238	1 561 976	-338 148	46 149	1 545 880	-354 244
21	125 337	24 899	1 255 476	-644 648	44 989	1 606 965	-293 159	43 901	1 589 781	-310 343
22	125 337	23 055	1 278 531	-621 593	42 846	1 649 811	-250 313	41 761	1 631 542	-268 582
23	125 337	21 347	1 299 877	-600 247	40 806	1 690 617	-209 507	39 726	1 671 269	-228 855
24	125 337	19 766	1 319 643	-580 481	38 863	1 729 480	-170 644	37 791	1 709 059	-191 065
25	125 337	18 301	1 337 944	-562 180	37 012	1 766 493	-133 631	35 949	1 745 009	-155 115
26	125 337	16 946	1 354 890	-545 234	35 250	1 801 743	-98 381	34 197	1 779 206	-120 918
27	125 337	15 691	1 370 581	-529 543	33 571	1 835 314	-64 810	32 531	1 811 737	-88 387
28	125 337	14 528	1 385 109	-515 015	31 973	1 867 287	-32 837	30 946	1 842 683	-57 441
29	125 337	13 452	1 398 561	-501 563	30 450	1 897 737	-2 387	29 438	1 872 121	-28 003
30	125 337	12 456	1 411 017	-489 107	29 000	1 926 737	26 613	28 003	1 900 124	0

Tab. 6.1.1 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.1

Investiční náklady s amortizací	1 900 124 Kč
Prostá návratnost s amortizací	15,2 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 30 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 489 107 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	26 613 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	5,1 %

6.1.2. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 2

Tab. 6.1.2 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 2 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 403 600								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0465		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	25 207	23 340	23 340	-380 260	24 007	24 007	-379 593	24 088	24 088	-379 512
2	25 207	21 611	44 951	-358 649	22 863	46 870	-356 730	23 018	47 106	-356 494
3	25 207	20 010	64 961	-338 639	21 775	68 645	-334 955	21 996	69 102	-334 498
4	25 207	18 528	83 489	-320 111	20 738	89 383	-314 217	21 019	90 121	-313 479
5	25 207	17 155	100 644	-302 956	19 750	109 133	-294 467	20 086	110 207	-293 393
6	25 207	15 885	116 529	-287 071	18 810	127 943	-275 657	19 194	129 401	-274 199
7	25 207	14 708	131 237	-272 363	17 914	145 857	-257 743	18 342	147 743	-255 857
8	25 207	13 619	144 856	-258 744	17 061	162 918	-240 682	17 527	165 270	-238 330
9	25 207	12 610	157 465	-246 135	16 249	179 167	-224 433	16 749	182 020	-221 580
10	25 207	11 676	169 141	-234 459	15 475	194 642	-208 958	16 005	198 025	-205 575
11	25 207	10 811	179 952	-223 648	14 738	209 380	-194 220	15 295	213 320	-190 280
12	25 207	10 010	189 962	-213 638	14 036	223 416	-180 184	14 616	227 935	-175 665
13	25 207	9 269	199 230	-204 370	13 368	236 784	-166 816	13 967	241 902	-161 698
14	25 207	8 582	207 812	-195 788	12 731	249 515	-154 085	13 346	255 248	-148 352
15	25 207	7 946	215 759	-187 841	12 125	261 640	-141 960	12 754	268 002	-135 598
16	25 207	7 358	223 116	-180 484	11 548	273 188	-130 412	12 187	280 189	-123 411
17	25 207	6 813	229 929	-173 671	10 998	284 185	-119 415	11 646	291 835	-111 765
18	25 207	6 308	236 237	-167 363	10 474	294 659	-108 941	11 129	302 965	-100 635
19	25 207	5 841	242 078	-161 522	9 975	304 635	-98 965	10 635	313 600	-90 000
20	25 207	5 408	247 486	-156 114	9 500	314 135	-89 465	10 163	323 762	-79 838
21	25 207	5 008	252 494	-151 106	9 048	323 183	-80 417	9 711	333 474	-70 126
22	25 207	4 637	257 130	-146 470	8 617	331 800	-71 800	9 280	342 754	-60 846
23	25 207	4 293	261 423	-142 177	8 207	340 006	-63 594	8 868	351 622	-51 978
24	25 207	3 975	265 398	-138 202	7 816	347 822	-55 778	8 474	360 096	-43 504
25	25 207	3 681	269 079	-134 521	7 444	355 266	-48 334	8 098	368 195	-35 405
26	25 207	3 408	272 487	-131 113	7 089	362 355	-41 245	7 738	375 933	-27 667
27	25 207	3 156	275 643	-127 957	6 752	369 107	-34 493	7 395	383 328	-20 272
28	25 207	2 922	278 565	-125 035	6 430	375 537	-28 063	7 067	390 394	-13 206
29	25 207	2 705	281 270	-122 330	6 124	381 661	-21 939	6 753	397 147	-6 453
30	25 207	2 505	283 775	-119 825	5 832	387 493	-16 107	6 453	403 600	0

Tab. 6.1.2 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.2

Investiční náklady s amortizací	403 600 Kč
Prostá návratnost s amortizací	16,0 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	více než 30 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 119 825 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	- 16 107 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	4,7 %

6.1.3. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 3

Tab. 6.1.3 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 3 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 591 070								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0392		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	33 863	31 355	31 355	-559 715	32 250	32 250	-558 820	32 585	32 585	-558 485
2	33 863	29 032	60 387	-530 683	30 715	62 965	-528 105	31 355	63 939	-527 131
3	33 863	26 882	87 268	-503 802	29 252	92 217	-498 853	30 171	94 110	-496 960
4	33 863	24 890	112 159	-478 911	27 859	120 077	-470 993	29 032	123 142	-467 928
5	33 863	23 047	135 205	-455 865	26 533	146 609	-444 461	27 936	151 078	-439 992
6	33 863	21 339	156 545	-434 525	25 269	171 878	-419 192	26 882	177 960	-413 110
7	33 863	19 759	176 303	-414 767	24 066	195 944	-395 126	25 867	203 827	-387 243
8	33 863	18 295	194 598	-396 472	22 920	218 864	-372 206	24 890	228 717	-362 353
9	33 863	16 940	211 538	-379 532	21 828	240 692	-350 378	23 951	252 668	-338 402
10	33 863	15 685	227 223	-363 847	20 789	261 481	-329 589	23 047	275 714	-315 356
11	33 863	14 523	241 747	-349 323	19 799	281 280	-309 790	22 177	297 891	-293 179
12	33 863	13 447	255 194	-335 876	18 856	300 136	-290 934	21 339	319 230	-271 840
13	33 863	12 451	267 646	-323 424	17 958	318 095	-272 975	20 534	339 764	-251 306
14	33 863	11 529	279 175	-311 895	17 103	335 198	-255 872	19 759	359 523	-231 547
15	33 863	10 675	289 850	-301 220	16 289	351 486	-239 584	19 013	378 536	-212 534
16	33 863	9 884	299 734	-291 336	15 513	366 999	-224 071	18 295	396 831	-194 239
17	33 863	9 152	308 886	-282 184	14 774	381 774	-209 296	17 604	414 435	-176 635
18	33 863	8 474	317 360	-273 710	14 071	395 844	-195 226	16 940	431 375	-159 695
19	33 863	7 846	325 207	-265 863	13 401	409 245	-181 825	16 300	447 676	-143 394
20	33 863	7 265	332 472	-258 598	12 763	422 008	-169 062	15 685	463 361	-127 709
21	33 863	6 727	339 199	-251 871	12 155	434 163	-156 907	15 093	478 454	-112 616
22	33 863	6 229	345 428	-245 642	11 576	445 739	-145 331	14 523	492 977	-98 093
23	33 863	5 767	351 195	-239 875	11 025	456 764	-134 306	13 975	506 952	-84 118
24	33 863	5 340	356 535	-234 535	10 500	467 263	-123 807	13 447	520 400	-70 670
25	33 863	4 945	361 480	-229 590	10 000	477 263	-113 807	12 940	533 339	-57 731
26	33 863	4 578	366 058	-225 012	9 524	486 787	-104 283	12 451	545 791	-45 279
27	33 863	4 239	370 297	-220 773	9 070	495 857	-95 213	11 981	557 772	-33 298
28	33 863	3 925	374 223	-216 847	8 638	504 495	-86 575	11 529	569 301	-21 769
29	33 863	3 634	377 857	-213 213	8 227	512 722	-78 348	11 094	580 395	-10 675
30	33 863	3 365	381 222	-209 848	7 835	520 557	-70 513	10 675	591 070	0

Tab. 6.1.3 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.3

Investiční náklady s amortizací	591 070 Kč
Prostá návratnost s amortizací	17,5 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	více než 30 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 209 848 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	- 70 513 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	3,9 %

6.1.4. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 4

Tab. 6.1.4 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 4 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		$IN_{AM} = 498\,037$								
		$r = 0,08$			$r = 0,05$			$IRR = 0,0344$		
n	CF	$CF \times q_r^n$	$\Sigma CF \times q_r^n$	NPV	$CF \times q_r^n$	$\Sigma CF \times q_r^n$	NPV	$CF \times q_{IRR}^n$	$\Sigma CF \times q_{IRR}^n$	NPV
1	26 888	24 896	24 896	-473 141	25 608	25 608	-472 429	25 993	25 993	-472 044
2	26 888	23 052	47 948	-450 089	24 388	49 996	-448 041	25 128	51 121	-446 916
3	26 888	21 345	69 293	-428 744	23 227	73 223	-424 814	24 291	75 412	-422 625
4	26 888	19 763	89 056	-408 981	22 121	95 344	-402 693	23 482	98 894	-399 143
5	26 888	18 300	107 356	-390 681	21 067	116 411	-381 626	22 701	121 595	-376 442
6	26 888	16 944	124 300	-373 737	20 064	136 475	-361 562	21 945	143 540	-354 497
7	26 888	15 689	139 989	-358 048	19 109	155 584	-342 453	21 214	164 754	-333 283
8	26 888	14 527	154 516	-343 521	18 199	173 783	-324 254	20 508	185 263	-312 774
9	26 888	13 451	167 966	-330 071	17 332	191 115	-306 922	19 826	205 088	-292 949
10	26 888	12 454	180 421	-317 616	16 507	207 622	-290 415	19 166	224 254	-273 783
11	26 888	11 532	191 952	-306 085	15 721	223 343	-274 694	18 528	242 781	-255 256
12	26 888	10 678	202 630	-295 407	14 972	238 315	-259 722	17 911	260 692	-237 345
13	26 888	9 887	212 517	-285 520	14 259	252 574	-245 463	17 315	278 006	-220 031
14	26 888	9 154	221 671	-276 366	13 580	266 155	-231 882	16 738	294 745	-203 292
15	26 888	8 476	230 147	-267 890	12 934	279 088	-218 949	16 181	310 925	-187 112
16	26 888	7 848	237 996	-260 041	12 318	291 406	-206 631	15 642	326 568	-171 469
17	26 888	7 267	245 263	-252 774	11 731	303 137	-194 900	15 122	341 689	-156 348
18	26 888	6 729	251 991	-246 046	11 173	314 310	-183 727	14 618	356 307	-141 730
19	26 888	6 230	258 222	-239 815	10 640	324 950	-173 087	14 131	370 439	-127 598
20	26 888	5 769	263 990	-234 047	10 134	335 084	-162 953	13 661	384 100	-113 937
21	26 888	5 341	269 332	-228 705	9 651	344 735	-153 302	13 206	397 306	-100 731
22	26 888	4 946	274 278	-223 759	9 192	353 927	-144 110	12 767	410 073	-87 964
23	26 888	4 579	278 857	-219 180	8 754	362 681	-135 356	12 342	422 414	-75 623
24	26 888	4 240	283 097	-214 940	8 337	371 018	-127 019	11 931	434 345	-63 692
25	26 888	3 926	287 023	-211 014	7 940	378 958	-119 079	11 534	445 879	-52 158
26	26 888	3 635	290 659	-207 378	7 562	386 520	-111 517	11 150	457 029	-41 008
27	26 888	3 366	294 025	-204 012	7 202	393 722	-104 315	10 778	467 807	-30 230
28	26 888	3 117	297 141	-200 896	6 859	400 581	-97 456	10 420	478 227	-19 810
29	26 888	2 886	300 027	-198 010	6 532	407 113	-90 924	10 073	488 300	-9 737
30	26 888	2 672	302 699	-195 338	6 221	413 334	-84 703	9 737	498 037	0

Tab. 6.1.4 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.4

Investiční náklady s amortizací	498 037 Kč
Prostá návratnost s amortizací	18,5 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	více než 30 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 195 338 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	- 84 703 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	3,4 %

6.1.5. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 5

Tab. 6.1.5 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 5 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 1 167 919								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0372		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	65 240	60 407	60 407	-1 107 512	62 133	62 133	-1 105 786	62 902	62 902	-1 105 017
2	65 240	55 933	116 340	-1 051 579	59 175	121 308	-1 046 611	60 648	123 549	-1 044 370
3	65 240	51 790	168 130	-999 789	56 357	177 665	-990 254	58 474	182 024	-985 895
4	65 240	47 953	216 083	-951 836	53 673	231 338	-936 581	56 378	238 402	-929 517
5	65 240	44 401	260 484	-907 435	51 117	282 455	-885 464	54 358	292 760	-875 159
6	65 240	41 112	301 597	-866 322	48 683	331 138	-836 781	52 410	345 170	-822 749
7	65 240	38 067	339 664	-828 255	46 365	377 503	-790 416	50 532	395 701	-772 218
8	65 240	35 247	374 911	-793 008	44 157	421 660	-746 259	48 721	444 422	-723 497
9	65 240	32 636	407 547	-760 372	42 054	463 714	-704 205	46 974	491 396	-676 523
10	65 240	30 219	437 766	-730 153	40 052	503 766	-664 153	45 291	536 687	-631 232
11	65 240	27 980	465 746	-702 173	38 144	541 910	-626 009	43 668	580 355	-587 564
12	65 240	25 908	491 654	-676 265	36 328	578 239	-589 680	42 103	622 458	-545 461
13	65 240	23 989	515 642	-652 277	34 598	612 837	-555 082	40 594	663 052	-504 867
14	65 240	22 212	537 854	-630 065	32 951	645 787	-522 132	39 139	702 191	-465 728
15	65 240	20 566	558 420	-609 499	31 382	677 169	-490 750	37 736	739 927	-427 992
16	65 240	19 043	577 463	-590 456	29 887	707 056	-460 863	36 384	776 311	-391 608
17	65 240	17 632	595 096	-572 823	28 464	735 520	-432 399	35 080	811 391	-356 528
18	65 240	16 326	611 422	-556 497	27 109	762 629	-405 290	33 823	845 214	-322 705
19	65 240	15 117	626 539	-541 380	25 818	788 446	-379 473	32 611	877 825	-290 094
20	65 240	13 997	640 536	-527 383	24 588	813 035	-354 884	31 442	909 267	-258 652
21	65 240	12 960	653 496	-514 423	23 417	836 452	-331 467	30 315	939 582	-228 337
22	65 240	12 000	665 497	-502 422	22 302	858 754	-309 165	29 229	968 810	-199 109
23	65 240	11 111	676 608	-491 311	21 240	879 995	-287 924	28 181	996 991	-170 928
24	65 240	10 288	686 896	-481 023	20 229	900 223	-267 696	27 171	1 024 163	-143 756
25	65 240	9 526	696 422	-471 497	19 266	919 489	-248 430	26 197	1 050 360	-117 559
26	65 240	8 821	705 243	-462 676	18 348	937 837	-230 082	25 259	1 075 619	-92 300
27	65 240	8 167	713 410	-454 509	17 474	955 312	-212 607	24 353	1 099 972	-67 947
28	65 240	7 562	720 972	-446 947	16 642	971 954	-195 965	23 481	1 123 452	-44 467
29	65 240	7 002	727 974	-439 945	15 850	987 804	-180 115	22 639	1 146 091	-21 828
30	65 240	6 483	734 458	-433 461	15 095	1 002 899	-165 020	21 828	1 167 919	0

Tab. 6.1.5 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.5

Investiční náklady s amortizací	1 167 919 Kč
Prostá návratnost s amortizací	17,9 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	více než 30 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 433 461 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	- 165 020 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	3,7 %

6.1.6. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 6

Tab. 6.1.6 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 6 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 187 070								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0643		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	14 226	13 172	13 172	-173 898	13 549	13 549	-173 521	13 366	13 366	-173 704
2	14 226	12 197	25 369	-161 701	12 903	26 452	-160 618	12 558	25 924	-161 146
3	14 226	11 293	36 662	-150 408	12 289	38 741	-148 329	11 799	37 724	-149 346
4	14 226	10 457	47 118	-139 952	11 704	50 445	-136 625	11 086	48 810	-138 260
5	14 226	9 682	56 800	-130 270	11 146	61 591	-125 479	10 416	59 226	-127 844
6	14 226	8 965	65 765	-121 305	10 616	72 207	-114 863	9 786	69 012	-118 058
7	14 226	8 301	74 066	-113 004	10 110	82 317	-104 753	9 195	78 207	-108 863
8	14 226	7 686	81 752	-105 318	9 629	91 946	-95 124	8 639	86 846	-100 224
9	14 226	7 117	88 868	-98 202	9 170	101 116	-85 954	8 117	94 963	-92 107
10	14 226	6 589	95 458	-91 612	8 734	109 849	-77 221	7 626	102 590	-84 480
11	14 226	6 101	101 559	-85 511	8 318	118 167	-68 903	7 165	109 755	-77 315
12	14 226	5 649	107 208	-79 862	7 922	126 089	-60 981	6 732	116 487	-70 583
13	14 226	5 231	112 439	-74 631	7 544	133 633	-53 437	6 325	122 813	-64 257
14	14 226	4 843	117 283	-69 787	7 185	140 818	-46 252	5 943	128 756	-58 314
15	14 226	4 485	121 767	-65 303	6 843	147 661	-39 409	5 584	134 340	-52 730
16	14 226	4 152	125 920	-61 150	6 517	154 178	-32 892	5 246	139 586	-47 484
17	14 226	3 845	129 764	-57 306	6 207	160 385	-26 685	4 929	144 516	-42 554
18	14 226	3 560	133 324	-53 746	5 911	166 296	-20 774	4 631	149 147	-37 923
19	14 226	3 296	136 621	-50 449	5 630	171 926	-15 144	4 351	153 498	-33 572
20	14 226	3 052	139 673	-47 397	5 362	177 287	-9 783	4 088	157 587	-29 483
21	14 226	2 826	142 499	-44 571	5 106	182 394	-4 676	3 841	161 428	-25 642
22	14 226	2 617	145 116	-41 954	4 863	187 257	187	3 609	165 037	-22 033
23	14 226	2 423	147 539	-39 531	4 632	191 888	4 818	3 391	168 428	-18 642
24	14 226	2 243	149 782	-37 288	4 411	196 299	9 229	3 186	171 614	-15 456
25	14 226	2 077	151 859	-35 211	4 201	200 500	13 430	2 993	174 608	-12 462
26	14 226	1 923	153 783	-33 287	4 001	204 501	17 431	2 813	177 420	-9 650
27	14 226	1 781	155 564	-31 506	3 810	208 312	21 242	2 643	180 063	-7 007
28	14 226	1 649	157 213	-29 857	3 629	211 941	24 871	2 483	182 546	-4 524
29	14 226	1 527	158 739	-28 331	3 456	215 397	28 327	2 333	184 878	-2 192
30	14 226	1 414	160 153	-26 917	3 292	218 688	31 618	2 192	187 070	0

Tab. 6.1.6 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.6

Investiční náklady s amortizací	187 070 Kč
Prostá návratnost s amortizací	13,1 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 22 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 26 917 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	31 618 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	6,4 %

6.1.7. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 7

Tab. 6.1.7 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 7 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 606 345								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0547		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	41 596	38 515	38 515	-567 830	39 615	39 615	-566 730	39 438	39 438	-566 907
2	41 596	35 662	74 177	-532 168	37 729	77 344	-529 001	37 391	76 829	-529 516
3	41 596	33 020	107 197	-499 148	35 932	113 276	-493 069	35 451	112 279	-494 066
4	41 596	30 574	137 771	-468 574	34 221	147 497	-458 848	33 611	145 891	-460 454
5	41 596	28 310	166 081	-440 264	32 592	180 089	-426 256	31 867	177 758	-428 587
6	41 596	26 213	192 293	-414 052	31 040	211 128	-395 217	30 213	207 971	-398 374
7	41 596	24 271	216 564	-389 781	29 562	240 690	-365 655	28 646	236 617	-369 728
8	41 596	22 473	239 037	-367 308	28 154	268 844	-337 501	27 159	263 776	-342 569
9	41 596	20 808	259 846	-346 499	26 813	295 657	-310 688	25 750	289 526	-316 819
10	41 596	19 267	279 113	-327 232	25 536	321 193	-285 152	24 414	313 940	-292 405
11	41 596	17 840	296 952	-309 393	24 320	345 514	-260 831	23 147	337 087	-269 258
12	41 596	16 518	313 471	-292 874	23 162	368 676	-237 669	21 946	359 032	-247 313
13	41 596	15 295	328 765	-277 580	22 059	390 735	-215 610	20 807	379 839	-226 506
14	41 596	14 162	342 927	-263 418	21 009	411 744	-194 601	19 727	399 567	-206 778
15	41 596	13 113	356 040	-250 305	20 008	431 752	-174 593	18 704	418 270	-188 075
16	41 596	12 141	368 182	-238 163	19 056	450 808	-155 537	17 733	436 003	-170 342
17	41 596	11 242	379 424	-226 921	18 148	468 956	-137 389	16 813	452 816	-153 529
18	41 596	10 409	389 833	-216 512	17 284	486 240	-120 105	15 940	468 757	-137 588
19	41 596	9 638	399 471	-206 874	16 461	502 701	-103 644	15 113	483 870	-122 475
20	41 596	8 924	408 396	-197 949	15 677	518 378	-87 967	14 329	498 199	-108 146
21	41 596	8 263	416 659	-189 686	14 931	533 309	-73 036	13 585	511 784	-94 561
22	41 596	7 651	424 310	-182 035	14 220	547 528	-58 817	12 880	524 665	-81 680
23	41 596	7 084	431 395	-174 950	13 542	561 071	-45 274	12 212	536 877	-69 468
24	41 596	6 560	437 954	-168 391	12 898	573 968	-32 377	11 578	548 455	-57 890
25	41 596	6 074	444 028	-162 317	12 283	586 252	-20 093	10 978	559 433	-46 912
26	41 596	5 624	449 652	-156 693	11 698	597 950	-8 395	10 408	569 841	-36 504
27	41 596	5 207	454 859	-151 486	11 141	609 092	2 747	9 868	579 709	-26 636
28	41 596	4 822	459 681	-146 664	10 611	619 703	13 358	9 356	589 065	-17 280
29	41 596	4 464	464 145	-142 200	10 106	629 808	23 463	8 870	597 935	-8 410
30	41 596	4 134	468 279	-138 066	9 624	639 432	33 087	8 410	606 345	0

Tab. 6.1.7 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.7

Investiční náklady s amortizací	606 345 Kč
Prostá návratnost s amortizací	14,6 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 27 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 138 066 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	33 087 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	5,5 %

6.1.8. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 8

Tab. 6.1.8 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 8 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		$IN_{AM} = 836\,381$								
		$r = 0,08$			$r = 0,05$			$IRR = 0,0364$		
n	CF	$CF \times q_r^n$	$\Sigma CF \times q_r^n$	NPV	$CF \times q_r^n$	$\Sigma CF \times q_r^n$	NPV	$CF \times q_{IRR}^n$	$\Sigma CF \times q_{IRR}^n$	NPV
1	46 259	42 832	42 832	-793 549	44 056	44 056	-792 325	44 636	44 636	-791 745
2	46 259	39 660	82 492	-753 889	41 958	86 014	-750 367	43 069	87 705	-748 676
3	46 259	36 722	119 214	-717 167	39 960	125 975	-710 406	41 558	129 263	-707 118
4	46 259	34 002	153 216	-683 165	38 057	164 032	-672 349	40 099	169 362	-667 019
5	46 259	31 483	184 699	-651 682	36 245	200 277	-636 104	38 692	208 054	-628 327
6	46 259	29 151	213 850	-622 531	34 519	234 796	-601 585	37 334	245 388	-590 993
7	46 259	26 992	240 841	-595 540	32 875	267 672	-568 709	36 024	281 412	-554 969
8	46 259	24 992	265 834	-570 547	31 310	298 982	-537 399	34 760	316 172	-520 209
9	46 259	23 141	288 975	-547 406	29 819	328 801	-507 580	33 540	349 712	-486 669
10	46 259	21 427	310 402	-525 979	28 399	357 200	-479 181	32 363	382 075	-454 306
11	46 259	19 840	330 241	-506 140	27 047	384 246	-452 135	31 227	413 302	-423 079
12	46 259	18 370	348 611	-487 770	25 759	410 005	-426 376	30 131	443 434	-392 947
13	46 259	17 009	365 621	-470 760	24 532	434 537	-401 844	29 074	472 508	-363 873
14	46 259	15 749	381 370	-455 011	23 364	457 901	-378 480	28 054	500 561	-335 820
15	46 259	14 583	395 953	-440 428	22 251	480 153	-356 228	27 069	527 630	-308 751
16	46 259	13 503	409 455	-426 926	21 192	501 344	-335 037	26 119	553 750	-282 631
17	46 259	12 502	421 958	-414 423	20 183	521 527	-314 854	25 203	578 952	-257 429
18	46 259	11 576	433 534	-402 847	19 222	540 749	-295 632	24 318	603 270	-233 111
19	46 259	10 719	444 253	-392 128	18 306	559 055	-277 326	23 465	626 735	-209 646
20	46 259	9 925	454 178	-382 203	17 435	576 489	-259 892	22 641	649 376	-187 005
21	46 259	9 190	463 367	-373 014	16 604	593 094	-243 287	21 847	671 223	-165 158
22	46 259	8 509	471 876	-364 505	15 814	608 907	-227 474	21 080	692 303	-144 078
23	46 259	7 879	479 755	-356 626	15 061	623 968	-212 413	20 340	712 643	-123 738
24	46 259	7 295	487 050	-349 331	14 343	638 311	-198 070	19 626	732 270	-104 111
25	46 259	6 755	493 804	-342 577	13 660	651 972	-184 409	18 938	751 207	-85 174
26	46 259	6 254	500 059	-336 322	13 010	664 982	-171 399	18 273	769 480	-66 901
27	46 259	5 791	505 850	-330 531	12 390	677 372	-159 009	17 632	787 112	-49 269
28	46 259	5 362	511 212	-325 169	11 800	689 172	-147 209	17 013	804 125	-32 256
29	46 259	4 965	516 177	-320 204	11 238	700 411	-135 970	16 416	820 541	-15 840
30	46 259	4 597	520 774	-315 607	10 703	711 114	-125 267	15 840	836 381	0

Tab. 6.1.8 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.8

Investiční náklady s amortizací	836 381 Kč
Prostá návratnost s amortizací	18,1 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	více než 30 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 315 607 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	- 125 267 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	3,6 %

6.1.9. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 9

Tab. 6.1.9 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 9 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 86 475								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,1212		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	10 830	10 028	10 028	-76 447	10 314	10 314	-76 161	9 659	9 659	-76 816
2	10 830	9 285	19 313	-67 162	9 823	20 137	-66 338	8 615	18 275	-68 200
3	10 830	8 597	27 910	-58 565	9 355	29 493	-56 982	7 684	25 959	-60 516
4	10 830	7 960	35 870	-50 605	8 910	38 403	-48 072	6 854	32 812	-53 663
5	10 830	7 371	43 241	-43 234	8 486	46 888	-39 587	6 113	38 925	-47 550
6	10 830	6 825	50 066	-36 409	8 082	54 970	-31 505	5 452	44 377	-42 098
7	10 830	6 319	56 385	-30 090	7 697	62 666	-23 809	4 863	49 240	-37 235
8	10 830	5 851	62 236	-24 239	7 330	69 997	-16 478	4 337	53 577	-32 898
9	10 830	5 418	67 654	-18 821	6 981	76 978	-9 497	3 868	57 445	-29 030
10	10 830	5 016	72 670	-13 805	6 649	83 626	-2 849	3 450	60 895	-25 580
11	10 830	4 645	77 315	-9 160	6 332	89 958	3 483	3 077	63 972	-22 503
12	10 830	4 301	81 616	-4 859	6 031	95 989	9 514	2 745	66 717	-19 758
13	10 830	3 982	85 598	-877	5 743	101 732	15 257	2 448	69 165	-17 310
14	10 830	3 687	89 285	2 810	5 470	107 202	20 727	2 183	71 348	-15 127
15	10 830	3 414	92 699	6 224	5 209	112 412	25 937	1 947	73 296	-13 179
16	10 830	3 161	95 860	9 385	4 961	117 373	30 898	1 737	75 033	-11 442
17	10 830	2 927	98 787	12 312	4 725	122 098	35 623	1 549	76 582	-9 893
18	10 830	2 710	101 498	15 023	4 500	126 598	40 123	1 382	77 963	-8 512
19	10 830	2 509	104 007	17 532	4 286	130 884	44 409	1 232	79 196	-7 279
20	10 830	2 324	106 331	19 856	4 082	134 966	48 491	1 099	80 295	-6 180
21	10 830	2 151	108 482	22 007	3 887	138 853	52 378	980	81 275	-5 200
22	10 830	1 992	110 474	23 999	3 702	142 555	56 080	874	82 149	-4 326
23	10 830	1 845	112 319	25 844	3 526	146 081	59 606	780	82 929	-3 546
24	10 830	1 708	114 026	27 551	3 358	149 439	62 964	696	83 625	-2 850
25	10 830	1 581	115 608	29 133	3 198	152 637	66 162	620	84 245	-2 230
26	10 830	1 464	117 072	30 597	3 046	155 683	69 208	553	84 799	-1 676
27	10 830	1 356	118 428	31 953	2 901	158 584	72 109	494	85 292	-1 183
28	10 830	1 255	119 683	33 208	2 763	161 347	74 872	440	85 732	-743
29	10 830	1 162	120 846	34 371	2 631	163 978	77 503	393	86 125	-350
30	10 830	1 076	121 922	35 447	2 506	166 484	80 009	350	86 475	0

Tab. 6.1.9 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.9

Investiční náklady s amortizací	86 475 Kč
Prostá návratnost s amortizací	8,0 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	max. 14 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 11 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	35 447 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	80 009 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	12,1 %

6.1.10. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 10

Tab. 6.1.10 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 10 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 548 690								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,1722		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	95 289	88 231	88 231	-460 459	90 751	90 751	-457 939	81 292	81 292	-467 398
2	95 289	81 695	169 926	-378 764	86 430	177 181	-371 509	69 350	150 642	-398 048
3	95 289	75 643	245 569	-303 121	82 314	259 496	-289 194	59 163	209 805	-338 885
4	95 289	70 040	315 609	-233 081	78 394	337 890	-210 800	50 472	260 277	-288 413
5	95 289	64 852	380 461	-168 229	74 661	412 552	-136 138	43 058	303 336	-245 354
6	95 289	60 048	440 510	-108 180	71 106	483 658	-65 032	36 733	340 069	-208 621
7	95 289	55 600	496 110	-52 580	67 720	551 378	2 688	31 337	371 406	-177 284
8	95 289	51 482	547 591	-1 099	64 495	615 873	67 183	26 734	398 140	-150 550
9	95 289	47 668	595 260	46 570	61 424	677 297	128 607	22 807	420 947	-127 743
10	95 289	44 137	639 397	90 707	58 499	735 796	187 106	19 457	440 404	-108 286
11	95 289	40 868	680 265	131 575	55 714	791 510	242 820	16 599	457 003	-91 687
12	95 289	37 841	718 105	169 415	53 060	844 570	295 880	14 160	471 163	-77 527
13	95 289	35 038	753 143	204 453	50 534	895 104	346 414	12 080	483 243	-65 447
14	95 289	32 442	785 585	236 895	48 127	943 232	394 542	10 306	493 549	-55 141
15	95 289	30 039	815 624	266 934	45 836	989 067	440 377	8 792	502 341	-46 349
16	95 289	27 814	843 438	294 748	43 653	1 032 720	484 030	7 500	509 841	-38 849
17	95 289	25 754	869 192	320 502	41 574	1 074 294	525 604	6 399	516 240	-32 450
18	95 289	23 846	893 038	344 348	39 595	1 113 889	565 199	5 459	521 699	-26 991
19	95 289	22 080	915 117	366 427	37 709	1 151 598	602 908	4 657	526 356	-22 334
20	95 289	20 444	935 561	386 871	35 913	1 187 512	638 822	3 973	530 329	-18 361
21	95 289	18 930	954 491	405 801	34 203	1 221 715	673 025	3 389	533 718	-14 972
22	95 289	17 528	972 019	423 329	32 575	1 254 289	705 599	2 891	536 609	-12 081
23	95 289	16 229	988 248	439 558	31 023	1 285 313	736 623	2 467	539 076	-9 614
24	95 289	15 027	1 003 275	454 585	29 546	1 314 859	766 169	2 104	541 180	-7 510
25	95 289	13 914	1 017 189	468 499	28 139	1 342 998	794 308	1 795	542 975	-5 715
26	95 289	12 883	1 030 072	481 382	26 799	1 369 797	821 107	1 531	544 507	-4 183
27	95 289	11 929	1 042 001	493 311	25 523	1 395 320	846 630	1 307	545 813	-2 877
28	95 289	11 045	1 053 046	504 356	24 308	1 419 628	870 938	1 115	546 928	-1 762
29	95 289	10 227	1 063 273	514 583	23 150	1 442 778	894 088	951	547 879	-811
30	95 289	9 470	1 072 743	524 053	22 048	1 464 825	916 135	811	548 690	0

Tab. 6.1.10 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.10

Investiční náklady s amortizací	548 690 Kč
Prostá návratnost s amortizací	5,8 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	max. 9 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 7 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	524 053 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	916 135 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	17,2 %

6.1.11. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 11

Tab. 6.1.11 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 11 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 200 000								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,1054		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	22 178	20 535	20 535	-179 465	21 122	21 122	-178 878	20 063	20 063	-179 937
2	22 178	19 014	39 549	-160 451	20 116	41 238	-158 762	18 150	38 213	-161 787
3	22 178	17 606	57 155	-142 845	19 158	60 396	-139 604	16 419	54 633	-145 367
4	22 178	16 301	73 456	-126 544	18 246	78 642	-121 358	14 854	69 487	-130 513
5	22 178	15 094	88 550	-111 450	17 377	96 019	-103 981	13 437	82 924	-117 076
6	22 178	13 976	102 526	-97 474	16 550	112 569	-87 431	12 156	95 080	-104 920
7	22 178	12 941	115 467	-84 533	15 761	128 330	-71 670	10 997	106 077	-93 923
8	22 178	11 982	127 449	-72 551	15 011	143 341	-56 659	9 948	116 026	-83 974
9	22 178	11 095	138 543	-61 457	14 296	157 637	-42 363	9 000	125 026	-74 974
10	22 178	10 273	148 816	-51 184	13 615	171 253	-28 747	8 142	133 167	-66 833
11	22 178	9 512	158 328	-41 672	12 967	184 220	-15 780	7 365	140 533	-59 467
12	22 178	8 807	167 135	-32 865	12 350	196 569	-3 431	6 663	147 196	-52 804
13	22 178	8 155	175 290	-24 710	11 761	208 331	8 331	6 028	153 223	-46 777
14	22 178	7 551	182 841	-17 159	11 201	219 532	19 532	5 453	158 676	-41 324
15	22 178	6 991	189 832	-10 168	10 668	230 200	30 200	4 933	163 609	-36 391
16	22 178	6 474	196 306	-3 694	10 160	240 360	40 360	4 463	168 072	-31 928
17	22 178	5 994	202 300	2 300	9 676	250 036	50 036	4 037	172 109	-27 891
18	22 178	5 550	207 850	7 850	9 215	259 252	59 252	3 652	175 761	-24 239
19	22 178	5 139	212 989	12 989	8 777	268 028	68 028	3 304	179 065	-20 935
20	22 178	4 758	217 747	17 747	8 359	276 387	76 387	2 989	182 054	-17 946
21	22 178	4 406	222 153	22 153	7 961	284 348	84 348	2 704	184 757	-15 243
22	22 178	4 079	226 232	26 232	7 582	291 929	91 929	2 446	187 203	-12 797
23	22 178	3 777	230 009	30 009	7 221	299 150	99 150	2 213	189 416	-10 584
24	22 178	3 497	233 507	33 507	6 877	306 026	106 026	2 002	191 418	-8 582
25	22 178	3 238	236 745	36 745	6 549	312 576	112 576	1 811	193 229	-6 771
26	22 178	2 999	239 744	39 744	6 237	318 813	118 813	1 638	194 867	-5 133
27	22 178	2 776	242 520	42 520	5 940	324 753	124 753	1 482	196 349	-3 651
28	22 178	2 571	245 091	45 091	5 657	330 411	130 411	1 341	197 690	-2 310
29	22 178	2 380	247 471	47 471	5 388	335 799	135 799	1 213	198 903	-1 097
30	22 178	2 204	249 675	49 675	5 131	340 930	140 930	1 097	200 000	0

Tab. 6.1.11 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.11

Investiční náklady s amortizací	200 000 Kč
Prostá návratnost s amortizací	9,0 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	max. 17 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 13 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	49 675 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	140 930 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	10,5 %

6.1.12. Reálná doba návratnosti pro variantu č. 12

Tab. 6.1.12 – 1. Ekonomické hodnocení varianty č. 12 pro diskontní sazbu 8% a 5% a výpočet IRR

		IN _{AM} = 3 943 697								
		r = 0,08			r = 0,05			IRR = 0,0541		
n	CF	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _r ⁿ	Σ CF x q _r ⁿ	NPV	CF x q _{IRR} ⁿ	Σ CF x q _{IRR} ⁿ	NPV
1	268 552	248 659	248 659	-3 695 038	255 764	255 764	-3 687 933	254 777	254 777	-3 688 920
2	268 552	230 240	478 899	-3 464 798	243 585	499 348	-3 444 349	241 709	496 487	-3 447 210
3	268 552	213 185	692 085	-3 251 612	231 985	731 334	-3 212 363	229 312	725 798	-3 217 899
4	268 552	197 394	889 478	-3 054 219	220 938	952 272	-2 991 425	217 550	943 348	-3 000 349
5	268 552	182 772	1 072 250	-2 871 447	210 418	1 162 690	-2 781 007	206 391	1 149 740	-2 793 957
6	268 552	169 233	1 241 484	-2 702 213	200 398	1 363 087	-2 580 610	195 805	1 345 545	-2 598 152
7	268 552	156 698	1 398 181	-2 545 516	190 855	1 553 942	-2 389 755	185 762	1 531 306	-2 412 391
8	268 552	145 090	1 543 271	-2 400 426	181 767	1 735 709	-2 207 988	176 234	1 707 540	-2 236 157
9	268 552	134 343	1 677 614	-2 266 083	173 111	1 908 820	-2 034 877	167 194	1 874 734	-2 068 963
10	268 552	124 392	1 802 006	-2 141 691	164 868	2 073 687	-1 870 010	158 619	2 033 353	-1 910 344
11	268 552	115 177	1 917 183	-2 026 514	157 017	2 230 704	-1 712 993	150 483	2 183 836	-1 759 861
12	268 552	106 646	2 023 829	-1 919 868	149 540	2 380 244	-1 563 453	142 764	2 326 600	-1 617 097
13	268 552	98 746	2 122 575	-1 821 122	142 419	2 522 663	-1 421 034	135 442	2 462 042	-1 481 655
14	268 552	91 431	2 214 006	-1 729 691	135 637	2 658 300	-1 285 397	128 494	2 590 536	-1 353 161
15	268 552	84 659	2 298 665	-1 645 032	129 178	2 787 478	-1 156 219	121 904	2 712 440	-1 231 257
16	268 552	78 388	2 377 053	-1 566 644	123 027	2 910 505	-1 033 192	115 651	2 828 091	-1 115 606
17	268 552	72 581	2 449 634	-1 494 063	117 168	3 027 673	-916 024	109 719	2 937 810	-1 005 887
18	268 552	67 205	2 516 839	-1 426 858	111 589	3 139 262	-804 435	104 091	3 041 901	-901 796
19	268 552	62 227	2 579 066	-1 364 631	106 275	3 245 537	-698 160	98 752	3 140 654	-803 043
20	268 552	57 617	2 636 683	-1 307 014	101 214	3 346 752	-596 945	93 687	3 234 341	-709 356
21	268 552	53 349	2 690 033	-1 253 664	96 395	3 443 146	-500 551	88 882	3 323 223	-620 474
22	268 552	49 398	2 739 430	-1 204 267	91 804	3 534 951	-408 746	84 323	3 407 545	-536 152
23	268 552	45 739	2 785 169	-1 158 528	87 433	3 622 383	-321 314	79 998	3 487 543	-456 154
24	268 552	42 350	2 827 519	-1 116 178	83 269	3 705 653	-238 044	75 894	3 563 438	-380 259
25	268 552	39 213	2 866 732	-1 076 965	79 304	3 784 957	-158 740	72 002	3 635 439	-308 258
26	268 552	36 309	2 903 041	-1 040 656	75 528	3 860 485	-83 212	68 309	3 703 748	-239 949
27	268 552	33 619	2 936 660	-1 007 037	71 931	3 932 416	-11 281	64 805	3 768 553	-175 144
28	268 552	31 129	2 967 789	-975 908	68 506	4 000 922	57 225	61 481	3 830 034	-113 663
29	268 552	28 823	2 996 612	-947 085	65 244	4 066 166	122 469	58 327	3 888 361	-55 336
30	268 552	26 688	3 023 300	-920 397	62 137	4 128 302	184 605	55 336	3 943 697	0

Tab. 6.1.12 – 2. Souhrnné ekonomické výsledky varianty č.12

Investiční náklady s amortizací	3 943 697 Kč
Prostá návratnost s amortizací	14,7 roku
Reálná návratnost při diskontu 8%	více než 30 let
Reálná návratnost při diskontu 5%	max. 28 let
NPV při n=30 let a diskontu 8%	- 920 397 Kč
NPV při n=30 let a diskontu 5%	184 605 Kč
IRR při n=30 let (NPV=0)	5,4 %

7. POSOUZENÍ VLIVU NAVRŽENÝCH VARIANT KOMBINACÍ OPATŘENÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Kvalifikuje se snížení zátěže životního prostředí vyplývající z navržených variant.

Pro celkovou úsporu GJ/rok se určuje snížení zatížení životního prostředí. Zásobování areálu školy teplem je zajištěno spalováním zemního plynu. Emisní faktory škodlivin při spalování zemního plynu odečítáme z literatury [10].

Tab. 7. – 1. Vliv varianty č. 1 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	259,5	56,8
CO	138,4	113,5	24,9
CO ₂	181 873,8	149 205,1	32 668,7

Tab. 7. – 2. Vliv varianty č. 2 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	304,9	11,4
CO	138,4	133,4	5,0
CO ₂	181 873,8	175 303,6	6 570,2

Tab. 7. – 3. Vliv varianty č. 3 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	301,0	15,4
CO	138,4	131,7	6,7
CO ₂	181 873,8	173 047,3	8 826,5

Tab. 7. – 4. Vliv varianty č. 4 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	304,2	12,2
CO	138,4	133,0	5,3
CO ₂	181 873,8	174 865,3	7 008,5

Tab. 7. – 5. Vliv varianty č. 5 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	286,8	29,6
CO	138,4	125,4	12,9
CO ₂	181 873,8	164 869,0	17 004,8

Tab. 7. – 6. Vliv varianty č. 6 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	309,9	6,5
CO	138,4	135,5	2,8
CO ₂	181 873,8	178 165,8	3 708,0

Tab. 7. – 7. Vliv varianty č. 7 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	297,5	18,9
CO	138,4	130,1	8,2
CO ₂	181 873,8	171 031,7	10 842,1

Tab. 7. – 8. Vliv varianty č. 8 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	295,4	21,0
CO	138,4	129,2	9,2
CO ₂	181 873,8	169 816,4	12 057,4

Tab. 7. – 9. Vliv varianty č. 9 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	311,5	4,9
CO	138,4	136,2	2,1
CO ₂	181 873,8	179 050,9	2 822,9

Tab. 7. – 10. Vliv varianty č. 10 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	273,2	43,2
CO	138,4	119,5	18,9
CO ₂	181 873,8	157 037,1	24 836,7

Tab. 7. – 11. Vliv varianty č. 11 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	306,3	10,1
CO	138,4	134,0	4,4
CO ₂	181 873,8	176 093,1	5 780,7

Tab. 7. – 12. Vliv varianty č. 12 na životní prostředí

Znečišťující látka	Výchozí stav [kg/rok]	Stav po realizaci [kg/rok]	Rozdíl [kg/rok]
Tuhé látky	0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,0	0,0	0,0
NO _x	316,4	194,6	121,8
CO	138,4	85,1	53,3
CO ₂	181 873,8	111 875,7	69 998,1

8. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY KOMBINACÍ OPATŘENÍ

Jako nejvhodnější byla doporučena varianta č.12. Jedná se o tato opatření:

- výměna stávajících zdvojených a dvojitých dřevěných oken s dvěma skly u hlavní budovy školy za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- výměna stávajících kovových oken s dvěma skly v tělocvičném sálu budovy tělocvičny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí budovy laboratoří kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy služebních bytů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy služebních bytů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí budovy Domova mládeže kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy Domova mládeže za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí vytápěné části budovy dílen a skladů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- výměna stávajících kovových oken s jedním sklem u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí budovy praxe kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy praxe za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy školní jídelny kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy školní jídelny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v hlavní budově školy
- instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově tělocvičny
- instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově školní jídelny
- instalace ekvitermní regulace teploty topné vody pomocí třicestného směšovacího ventilu u topných okruhů pro vytápění hlavní budovy školy, budovy tělocvičny, budovy Domova mládeže, administrativní části hlavní školní budovy a budovy služebních bytů

9. ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

9.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Areál Střední zemědělské školy a Středního odborného učiliště zemědělského je situován v Novém Jičíně na ulici U Jezu. Je tvořen komplexem devíti většinou samostatně stojících budov. Jedná se o hlavní školní budovu, budovu tělocvičny, budovu laboratoří, budovu služebních bytů, budovu Domova mládeže, budovu dílen a skladů, budovu praxe, budovu školní jídelny a nevytápěnou budovu skladů a garáží.

Po konstrukční stránce jsou budovy řešeny jako zděné z plných cihel pálených, pouze část obvodových zdí budovy tělocvičny je zděná z tvárnic YTONG. Střechy budov jsou jak

sedlové, tak ploché. Střešní krytina je tvořena střešními taškami, azbestocementovou hladkou nebo vlnitou krytinou, hladkým nebo vlnitým plechem, nebo živičnou krytinou. Okna jsou většinou dřevěná zdvojená nebo dvojitá s dvěma skly, pouze malá část oken je kovová s jedním nebo dvěma skly.

Dodávka tepla do areálu školy je zajištěna ze tří vlastních plynových kotlen a také lokálními plynovými topidly.

Hlavní budova školy (mimo administrativní část), budova tělocvičny a budova Domova mládeže jsou vytápěny z plynové kotelný, která je umístěna v suterénu hlavní školní budovy. V plynové kotelně jsou instalovány 2 ks plynových kotlů Wecca IV o výkonu 2 x 214 kW, které jsou osazeny plynovými hořáky DZ 500 o výkonu 2 x 350 kW. Topná voda z plynových kotlů je přivedena do rozdělovače topné vody, z kterého jsou pak vyvedeny jednotlivé topné okruhy. Jedná se o:

- topný okruh hlavní školní budovy
- topný okruh tělocvičny
- topný okruh Domova mládeže

Teplota topné vody je regulována ekvitermně v závislosti na venkovní teplotě pro všechny topné okruhy společně.

Administrativní část hlavní školní budovy a přízemí budovy služebních bytů jsou vytápěny z plynové kotelný, která je umístěna v administrativní části hlavní školní budovy. V plynové kotelně jsou instalovány 2 ks plynových kotlů, a to Termotéka 60 S o výkonu 70 kW a ÉTI-75 o výkonu 75 kW. Topná voda z plynových kotlů je rozvedena do dvou topných okruhů, a to:

- topný okruh administrativní části hlavní školní budovy
- topný okruh budovy služebních bytů

Teplota topné vody je regulována pomocí termostatu umístěného v referenční místnosti v 2.NP administrativní části hlavní školní budovy. Na základě teploty v této referenční místnosti je řízeno spínání kotlů v plynové kotelně. Teplota topné vody je regulována pro oba topné okruhy společně.

Budova školní jídelny je vytápěna samostatnou plynovou kotelnou, která je umístěna v jejím suterénu. Jsou zde instalovány 2 ks plynových kotlů, a to VIADRUS G 27 EKO o výkonu 49,5 kW a ÉTI-60 E o výkonu 70 kW. Budova školní jídelny je vytápěna jediným topným okruhem. Teplota topné vody je regulována ekvitermně pomocí čtyřcestného směšovacího ventilu KOMEXTHERM.

Služební byty v 2.NP budovy služebních bytů jsou vytápěny vlastními plynovými kotli.

Jako otopná tělesa jsou v případě teplovodního vytápění použity především litinové a ocelové článkové radiátory, v menší míře také deskové radiátory a minimálně registry z hladkých trubek. Otopná tělesa jsou většinou osazena dvoupolohovými uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno. Termostatickými ventily jsou osazena otopná tělesa v těchto budovách:

- spojovací krček hlavní školní budovy
- část budovy tělocvičny (učebny a kabinety v 2.NP)
- přízemí budovy služebních bytů
- budova Domova mládeže

Budova laboratoří, budova praxe a budova dílen a skladů jsou vytápěny lokálními plynovými topidly, většinou typu GAMAT 461 o výkonu 5,0 kW. Tato lokální plynová topidla jsou umístěny přímo ve vytápěné místnosti a jsou napojena na rozvody zemního plynu.

Teplá užitková voda je v areálu školy připravována v místě její spotřeby v elektrických boilerech a elektrických průtokových ohřívácích.

Zemní plyn je v areálu školy využíván pouze k ohřevu topné vody ústředního vytápění v plynových kotlích, k vytápění místností lokálními plynovými topidly a v minimální míře také k laboratorním účelům v budově laboratoří.

Elektrická energie je v areálu školy využívána pro osvětlení, provoz instalovaných elektrických spotřebičů (především v dílnách a kuchyni) a k přípravě teplé užitkové vody v elektrických boilerech a průtokových ohřívačích.

9.2. Závěrečná doporučení

Současný stav předmětu auditu a způsob využívání objektu nabízí několik možností k uplatnění energeticky úsporných a ekologicky uvědomělých opatření. Tato opatření můžeme rozdělit do těchto hlavních skupin:

a) Beznákladová opatření

Tato opatření mohou být realizována okamžitě a patří mezi ně zejména energeticky uvědomělé chování a opatření navržená v bodech 4.2., 4.4. a 4.8. tedy:

- pravidelně čistit všechny zářivky a odrazné plochy 2 krát ročně
- pravidelně kontrolovat funkčnost ventilů otopných těles 2 krát ročně
- energeticky úsporné nakládání s elektrickou energií při vaření a osvětlení místností
- úsporné nakládání s teplou užitkovou vodou
- pečlivé dovírání oken (otevírání vybraných oken)
- úsporné větrání
- důsledné snižování teploty v nočních hodinách a o víkendu pomocí termostatu u lokálních plynových topidel

b) Nízkonákladová opatření

Mezi nízkonákladová opatření řadíme zejména:

- včasná výměna starých zářivek, jelikož zářivky mají sice teoretickou životnost 8 000 hodin, avšak jejich světelný výkon značně klesá s časem
- výměna vadných zářivek za nové
- postupná náhrada klasických žárovek kompaktními zářivkami
- postupná náhrada některých elektrických spotřebičů spotřebiči s třídou účinnosti A
- postupná náhrada klasických vodovodních baterií jednopákovými bateriemi
- zmapování tepelných úniků obvodovými konstrukcemi budovy termovizním snímkováním

c) Vysokonákladová opatření

Do této skupiny patří opatření navržená v doporučené variantě bodu 5, tedy zejména:

- výměna stávajících zdvojených a dvojitých dřevěných oken s dvěma skly u hlavní budovy školy za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- výměna stávajících kovových oken s dvěma skly v tělocvičném sálu budovy tělocvičny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí budovy laboratoří kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm

- zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy služebních bytů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy služebních bytů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí budovy Domova mládeže kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy Domova mládeže za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí vytápěné části budovy dílen a skladů kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- výměna stávajících kovových oken s jedním sklem u budovy dílen a skladů za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí budovy praxe kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávající kovové prosklené vstupní stěny s jedním sklem do budovy praxe za novou plastovou s izolačním dvojsklem plněným argonem
- zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží budovy školní jídelny kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- výměna stávajících zdvojených dřevěných oken s dvěma skly u budovy školní jídelny za nová plastová s izolačním dvojsklem plněným argonem
- instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v hlavní budově školy
- instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově tělocvičny
- instalace termostatických ventilů na otopných tělesech v budově školní jídelny
- instalace ekvitermní regulace teploty topné vody pomocí třicestného směšovacího ventilu u topných okruhů pro vytápění hlavní budovy školy, budovy tělocvičny, budovy Domova mládeže, administrativní části hlavní školní budovy a budovy služebních bytů

Další opatření, o kterých by se mělo reálně uvažovat, jsou:

- zateplení obvodových zdí nadzemních podlaží hlavní budovy školy kontaktním zateplovacím systémem s polystyrénovými deskami tloušťky 100 mm
- instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění v hlavní budově školy a v budově tělocvičny
- instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění v budově Domova mládeže
- instalace systému dynamické regulace ústředního vytápění v budově školní jídelny

9.3. Závěrečný posudek energetického auditors

Areál Střední zemědělské školy a Středního odborného učiliště zemědělského se nachází v Novém Jičíně na ulici U Jezu v blízkosti soutoku říček Jičínka a Zrzávka, jimiž je celý areál obtékán. Umístění areálu je po energetické stránce vhodné, protože budovy nejsou vystaveny příliš vlivu náporových větrů. Také zvolená orientace budov je z energetického hlediska vhodná, protože velké plochy s okny nejsou většinou orientovány k severu. Jedinou výjimku tvoří severní stěna hlavní budovy školy.

Zdrojem tepla pro budovy školy jsou tři vlastní plynové kotelny a lokální plynová topidla, která jsou umístěna přímo ve vytápěných místnostech. Každá z budov, u kterých je dodávka tepla zajištěna z vlastní plynové kotelny, je vytápěna jedním topným okruhem, pouze hlavní budova školy je vytápěna ze dvou plynových kotlen a tedy dvěma topnými okruhy.

Z plynových kotlen jsou vytápěny tyto budovy: hlavní budovy školy, budova tělocvičny, budova služebních bytů, budova Domova mládeže a budova školní jídelny. Teplota topné vody je regulována v plynové kotelně vždy společně pro všechny topné okruhy vyvedené z dané plynové kotelny. Tento způsob regulace způsobuje zbytečné přetápění některých prostor, protože nelze přizpůsobit teplotu topné vody potřebám a režimu využití jednotlivých budov. Z tohoto důvodu navrhujeme instalaci dalších ekvitermních regulací teploty topné vody pomocí třicestných směšovacích ventilů.

Vytápění budov je zajištěno především článkovými litinovými a ocelovými radiátory, v menší míře jsou použity také deskové radiátory a registry z hladkých trubek. Větší polovina otopných těles je osazena dvoupolohovými uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno. Tyto ventily neumožňují jednoduchou regulaci teploty v každé jednotlivé místnosti. V případě instalace termostatických ventilů na otopných tělesech tak, jak je doporučeno v energetickém auditu, je možno dosáhnout nemalých úspor energie na vytápění individuální regulací teploty v každé místnosti.

Tepelně-izolační vlastnosti stávajícího obvodového zdiva budov již nevyhovují současným požadavkům na tepelný odpor obvodových konstrukcí. Jejich zateplením pomocí kontaktního zateplovacího systému lze dosáhnout velkých úspor tepla na vytápění. Značná část tepla uniká z budov také stávajícími tvorovými výplněmi. Jejich výměnou za nové plastové (případně hliníkové s přerušeným tepelným mostem) s izolačním dvojsklem plněným argonem tak, jak je doporučováno v energetickém auditu, lze dosáhnout značných úspor tepla na vytápění.

Mezi další opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti provozu budovy by měla patřit výměna vadných světelných trubíc v zářivkách a včasná výměna starých zářivek za nové.

V současné době žádná z budov nevyhovuje požadavkům závazné vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb., protože měrná spotřeba tepelné energie za otopné období je vyšší než maximální přípustná. Po realizaci námi navržené varianty kombinací opatření, která představuje komplexní řešení energetické náročnosti budov školy, dojde ke značné úspoře tepla na vytápění a všechny budovy již budou výše zmíněné vyhlášce vyhovovat.

9.4. Evidenční list energetického auditu

EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU					
Předmět EA		Střední zemědělská škola a Střední odborné učiliště zemědělské			
Adresa		U Jezu 7, 741 01 Nový Jičín			
Zadavatel		Střední zemědělská škola a Střední odborné učiliště zemědělské	Zástupce	RNDr. Jiří Trávníček, ředitel	
Adresa zadavatele		U Jezu 7, 741 01 Nový Jičín			
Telefon	556 763 002	Fax	556 706 302	E-mail	szes_nj@applet.cz
Charakteristika předmětu EA	<p>Předmětem energetického auditu je areál Střední zemědělské školy a Středního odborného učiliště zemědělského v Novém Jičíně. Areál školy je situován v Novém Jičíně na ulici U Jezu a je tvořen komplexem devíti většinou samostatně stojících budov. Jedná se o hlavní školní budovu, budovu tělocvičny, budovu laboratoří, budovu služebních bytů, budovu Domova mládeže, budovu dílen a skladů, budovu praxe, budovu školní jídelny a nevytápěnou budovu skladů a garáží.</p> <p>Po konstrukční stránce jsou budovy řešeny jako zděné z plných cihel pálených, pouze část obvodových zdí budovy tělocvičny je zděná z tvárníc YTONG. Střechy budov jsou jak sedlové, tak ploché. Střešní krytina je tvořena střešními taškami, azbestocementovou hladkou nebo vlnitou krytinou, hladkým nebo vlnitým plechem, nebo živičnou krytinou. Okna jsou většinou dřevěná zdvojená nebo dvojí s dvěma skly, pouze malá část oken je kovová s jedním nebo dvěma skly.</p>				
1. Výchozí stav					
Stručný popis energetického hospodářství	<p>Dodávka tepla do budov školy je zajištěna ze tří vlastních plynových kotlen a také pomocí lokálních plynových topidel instalovaných přímo ve vytápěných prostorách. Z plynových kotlen je vytápěna hlavní budova školy, budova tělocvičny, budova služebních bytů, budova Domova mládeže a budova školní jídelny. Pomocí lokálních plynových topidel je vytápěna budova laboratoří, budova dílen a skladů a budova praxe. Teplota topné vody je u budov vytápěných z plynových kotlen regulována v plynové kotelně vždy společně pro všechny topné okruhy vyvedené z dané plynové kotelny. Vytápění budov je zajištěno především článkovými litinovými a ocelovými radiátory, v menší míře jsou použity také deskové radiátory a registry z hladkých trubek. Větší polovina otopných těles je osazena dvoupolohovými uzavíracími ventily typu zavřeno-otevřeno, zbylá otopná tělesa jsou již osazena termostatickými ventily.</p> <p>Teplá užitková voda je v areálu školy připravována v místě její spotřeby v elektrických boilerech a elektrických průtokových ohřívačích.</p> <p>Elektrická energie je v areálu školy využívána pro osvětlení, provoz instalovaných elektrických spotřebičů (především v dílnách a kuchyni) a k přípravě teplé užitkové vody v elektrických boilerech a průtokových ohřívačích.</p>				
Vlastní energetický zdroj		Instal. tep. výkon [MW]		Instal. el. výkon [MW]	
		-		-	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor atd.)				-	

Teplo	Výroba ve vlastním zdroji [GJ/rok]		3 128,90			
	Nákup [GJ/rok]		-			
	Prodej [GJ/rok]		-			
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji [MWh/rok]		-			
	Nákup [MWh/rok]		79,86			
	Prodej [MWh/rok]		-			
Zemní plyn	Nákup [m ³]		102 101,67			
	Prodej [m ³]		-			
Spotřeba paliv a energie [GJ/rok]		3764,05	z toho přímá technologická spotřeba [GJ/rok]		-	
Spotřebič energie		Příkon (tep. ztráta) [kW]	Spotřeba energie [GJ/rok]		Nositel energie	
ÚT		-	3 128,90		Teplá voda	
Plynové spotřebiče (pro ÚT)		-	3 476,56		Zemní plyn	
Osvětlení a stroje, TUV		-	287,52		EE, 230/380 V	
2. Energeticky úsporný projekt						
Stručný popis doporučené varianty		Jako nejvhodnější se jeví varianta č.12, která představuje komplexní řešení energetické náročnosti budov školy. Opatření, která jsou součástí této varianty kombinací opatření, jsou podrobně popsána v bodě 8.				
Investiční náklady [Kč]		6 076 420		Z toho technologie [Kč]		-
Konečná spotřeba paliv a energie	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
	Energie [GJ/rok]		Náklady [Kč/rok]	Energie [GJ/rok]	Náklady [Kč/rok]	
	3 764,08		943 907,67	2 426,05	675 355,67	
Potenciál energetických úspor	[GJ/rok]			[MWh/rok]		
	1 338,03			371,68		
Environmentální přínosy						
	Výchozí stav [kg/rok]		Stav po realizaci [kg/rok]		Rozdíl [kg/rok]	
Tuhé látky	0,0		0,0		0,0	
SO ₂	0,0		0,0		0,0	
NO _x	316,4		194,6		121,8	
CO	138,4		85,1		53,3	
CO ₂	181 873,8		111 875,7		69 998,1	
Ekonomická efektivnost s respektováním amortizace						
Cash-Flow projektu [Kč/rok]		268 552	Doba hodnocení [roky]		30	
Prostá doba návratnosti [roky]		14,7	Diskont [%]		5	
Reálná doba návratnosti pro diskont 5% [roky]		max. 28 let	NPV pro 30 let a 5% diskont [Kč]	184 605	IRR pro 30 let [%]	5,4
Energetický auditor	Ing. Venanc Walder, DrSc.		Č. osvědčení		007 (ze dne 8.2.2002)	
Podpis			Datum provedení EA			