

ZPRÁVA O ENERGETICKÉM AUDITU

č. 25/04/2009

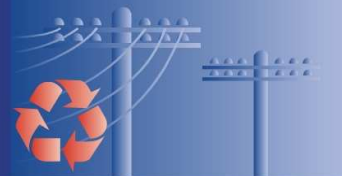


PŘEDMĚT: Střední škola zemědělská a lesnická,
Frýdek-Místek, příspěvková organizace

ZADAVATEL : Moravskoslezský kraj

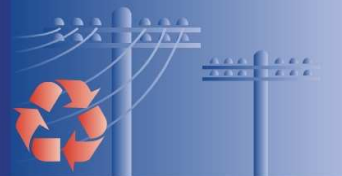
ZPRACOVATEL: C.E.I.S. CZ s.r.o.

DATUM: Květen 2009



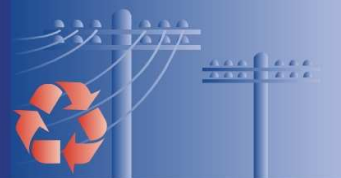
O B S A H

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	1
1.1 Identifikační údaje zadavatele auditu	1
1.2 Identifikační údaje provozovatele objektu	1
1.3 Identifikační údaje zpracovatele auditu	1
1.4 Cíl a účel energetického auditu	2
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	3
2.1 Základní údaje o předmětu EA	3
2.1.1 Předmět auditu	3
2.1.2 Projektová dokumentace a podklady pro zpracování EA	3
2.1.3 Základní popis objektu	4
2.1.4 Situační plán.....	4
2.1.5 Popis stavebních konstrukcí.....	5
2.1.6 Fotodokumentace	11
2.1.7 Otopná soustava a příprava teplé vody.....	17
2.1.8 Elektroinstalace.....	19
2.1.9 Provozní režim.....	20
2.1.10 Smluvní vztahy.....	20
2.2 Energetické vstupy	21
2.2.1 Spotřeba elektrické energie.....	21
2.2.2 Spotřeba tepla na vytápění a přípravu TV	21
2.2.3 Spotřeba vody.....	22
2.2.4 Roční výše energetických vstupů.....	23
2.3 Vlastní energetické zdroje	24
2.4 Významné spotřebiče energie.....	26
3. HODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	28
3.1 Výpočet tepelných ztrát	28
3.2 Potřeba tepla na vytápění.....	35
3.3 Tepelně izolační vlastnosti konstrukcí	38
3.4 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy	41
3.5 Hodnocení spotřeby elektrické energie	43
3.6 Hodnocení spotřeby tepelné energie na vytápění.....	43
3.7 Hodnocení spotřeby tepelné energie na přípravu TV	44
3.8 Rozvody energie	45
3.9 Hodnocení úrovně regulace	46
3.10 Hodnocení osvětlení	46
3.11 Energetická bilance výchozího stavu	48
4. NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE	49
4.1 Beznákladová opatření	49



4.2	Energetická opatření	49
4.3	Potenciál energetických úspor jednotlivých opatření.....	61
5.	EKONOMICKE HODNOCENÍ	63
5.1	Posuzovaná kritéria.....	63
5.2	Ekonomické ukazatele jednotlivých opatření.....	65
6.	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	70
6.1	Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy pro jednotlivé varianty	73
6.2	Energetické bilance po realizaci navržených úprav	75
6.3	Celkový potenciál úspor variant	76
6.4	Ekonomický ukazatel variant	78
7.	ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ	79
8.	ZÁVAZNÉ VÝSTUPY EA	81
8.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	81
8.2	Dosažitelný technický potenciál úspor	82
8.3	Výběr optimální varianty	82
8.4	Alternativní zdroje energie	83
8.4.1	<i>Solární systém pro přípravu TV</i>	<i>83</i>
8.5	Závěrečná doporučení.....	84

Přílohy:	č.1 Evidenční list
	č.2 Energetický štítek
	č.3 Seznam použitých značení



1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZADAVATELE AUDITU

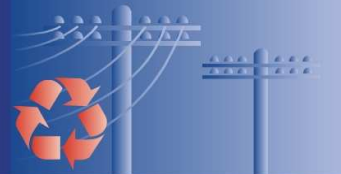
Zadavatel	: MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ
Odpovědný zástupce	: JUDr. Eva Kafková, ředitelka krajského úřadu
Kontaktní adresa	: 28. října 117/2771, 702 18 Ostrava
IČ	: 00408 999
Telefon	: 595 622 222

1.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROVOZOVATELE OBJEKTU

Provozovatel	: Střední škola zemědělská a lesnická
Odpovědný zástupce	: Ing. Pavel Řezníček
Kontaktní adresa	: Na Hrázi 1449, 738 01 Frýdek-Místek
IČ	: 00408 999
Telefon	: 558 432 525

1.3 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZPRACOVATELE AUDITU

Zpracovatel	: C.E.I.S.CZ s.r.o.
Zastoupen	: Ing. Milanem Szotkowskim - jednatelem
Ulice, číslo orientační/ popisné	: Masarykovy sady 51/27
Město/PSČ	: Český Těšín, 737 01
IČ	: 25843931
DIČ	: CZ 25843931
Zodpovědná osoba	: Ing. Vladimír Baginský, auditor
Číslo oprávnění EA	: 091
Datum vydání oprávnění	: 14. 8. 2002
Telefon/fax	: 558 740 250



1.4 CÍL A ÚČEL ENERGETICKÉHO AUDITU

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

Energetický audit byl zpracován v souladu se zákonem č. 406/2000 Sb. V platném znění, o hospodaření energií, a související Vyhláškou č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitosti energetického auditu ve znění Vyhlášky č. 425/2004 Sb. Audit je zpracován v souladu s podmínkami Operačního programu Životního prostředí.



2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU EA

2.1.1 Předmět auditu

Objekt : Střední škola zemědělská a lesnická, Na Hrázi 1449, Frýdek-Místek

Majitel : MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ

2.1.2 Projektová dokumentace a podklady pro zpracování EA

Jako podklad pro zpracování auditu byla použita projektová dokumentace:

„Přístavba kuchyně“ z roku 1990, kterou vypracoval ATELIÉR ALFA, Havířov – zodpovědný projektant Ing. Arch. M. Hartl.

„Projekt objektu garáží a dílen a cvičné haly“ z roku 1974, kterou vypracoval OSP Frýdek-Místek - zodpovědný projektant Ing. Arch. Loučka.

„Projekt dostavby areálu SOU Frýdek-Místek“ z roku 1983, kterou vypracoval Stavoprojekt Ostrava - zodpovědný projektant Ing. Arch. J. Petrusiak.

Místní šetření a měření v průběhu zpracování EA.

Vyhláška č.425/2004 Sb. - Metodika zpracování energetického auditu

ČSN EN ISO 13790 - Tepelné chování budov

ČSN 73 05 40, část 1– 4 - Tepelná ochrana budov

ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách

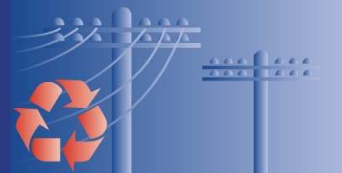
ČSN 06 03 10 - Ústřední vytápění

ČSN 06 03 20 - Tepelné soustavy v budovách- Příprava TV

ČSN EN 12464-1 - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů Část1

Vyhláška č. 193/2007 Sb. - Pro kontrolu stavu izolace potrubí

Vyhláška č.195/2007 Sb. - Pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody a měrné ukazatele spotřeby



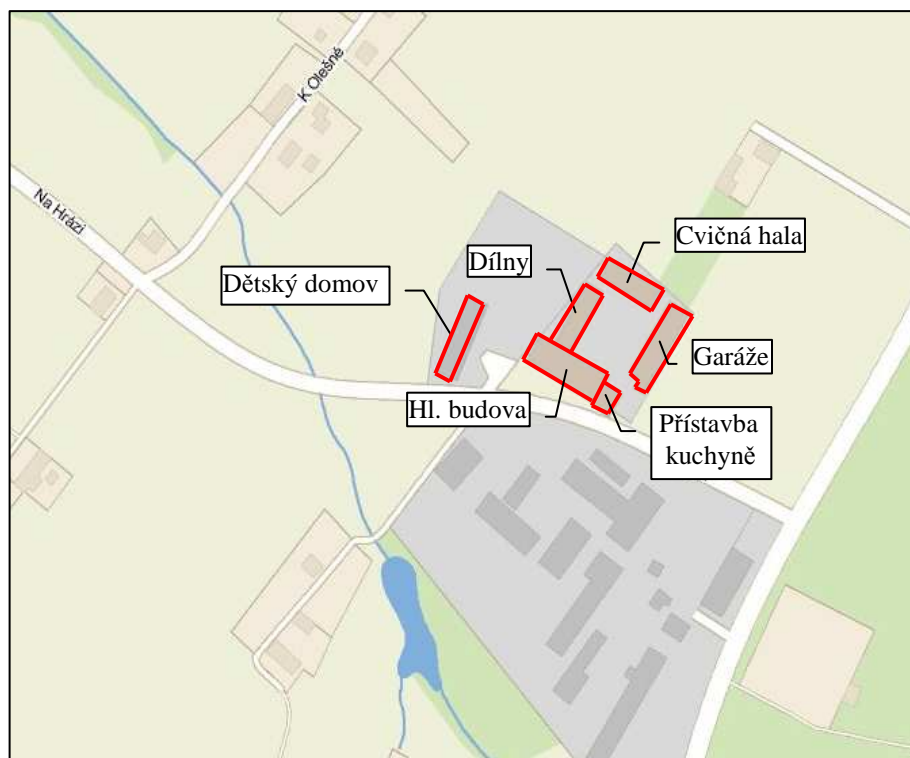
2.1.3 Základní popis objektu

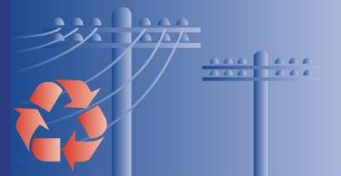
Jedná se o areál zemědělského a lesnické střední školy postavený postupně v letech 1980-1994. Areál obsahuje hlavní školní budovu, ve které probíhá teoretická výuka. K hlavní budově je přistavěna kuchyně. V areálu jsou dále umístěny dvě montované haly. Jedna slouží jako dílny a druhá jako cvičná hala. Dalším objektem je budova garáží, která z části slouží k výuce a z části parkování vozidel a jiných zařízení. Poslední budovou v areálu je budova dětského domova, který však tvoří samostatný subjekt. V tomto energetickém auditu je s touto budovou počítáno, z důvodu dodávky tepla vyrobené v hlavní budově školy.

Budovy v areálu jsou vlivem postupné výstavby i vlivem různého použití stavěny v různých konstrukčních soustavách a nebyly od ukončení výstavby rekonstruovány, pouze některé části byly zatepleny.

Zdrojem tepla pro celý areál je kotelna na tuhá paliva umístěná v suterénu hlavní budovy. Palivem je koks, hnědé uhlí a palivové dřevo.

2.1.4 Situační plán





2.1.5 Popis stavebních konstrukcí

Jedná se o komplex budov z roku 1980-1994 tvořen těmito samostatnými budovami:

„A“-**hlavní budova** - budova se třemi nadzemními podlažími a jedním podzemním podlažím.

„B“-**přístavba kuchyně** - budova se dvěma nadzemními podlažími a jedním podzemním podlažím. Budova je přistavěna k hlavní budově na straně kotelny.

„C“-**dílny** - jednopodlažní ocelová hala.

„D“-**cvičná hala** - jednopodlažní ocelová hala.

„E“-**garáže** - jednopodlažní nepodsklepená hala rozdělená na tři dilatační celky.

„F“-**dětský domov** – budova se třemi nadzemními podlažími.

„A“-HLAVNÍ BUDOVA:

Základové konstrukce:

Objekt je založen na monolitických železobetonových patkách, které jsou mezi sebou propojeny táhly. Podlahy na úrovni terénu jsou bez výraznější tepelné izolace.

Svislé konstrukce:

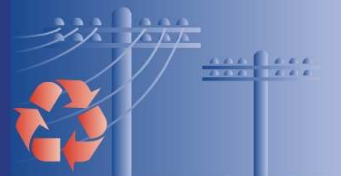
Budova je postavena panelovou technologií v soustavě MS-OB. Svislou nosnou konstrukci tvoří betonové sloupy 40x40 cm a 45x45 cm a ztužující monolitické železobetonové stěny. **Obvodový plášť** je tvořen prefabrikovanými panely tloušťky 25 cm se součinitelem prostupu tepla $U = 0,855 \text{ W/m}^2\text{K}$. V 1.NP se jedná o zdivo z cihel CDm tloušťky 50 cm, se součinitelem prostupu tepla $U = 1,233 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Střecha a vodorovné nosné konstrukce:

Střecha je plochá, dvouplášťová. Na původní jednoplášťový střešní plášť, který je zateplen pěnovým polystyrenem tloušťky 10 cm byl vytvořen odvětrávaný plášť s plechovou krytinou. Součinitel prostupu tepla $U = 0,406 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropní konstrukce je tvořena prefabrikovanými průvlaky a panely použitého konstrukčního systému.

Nášlapná vrstva **podlahy** v 1.PP je tvořena cementovým potěrem a dlažbou. V jednotlivých podlažích jsou nášlapné vrstvy podlah nanášeny na stropní desky a rozlišeny podle účelu místnosti. Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu $U = 0,788 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Výplně otvorů:

V 1.PP jsou jako výplně stavebních otvorů použity okna v kovových rámech s jednoduchým zasklením ($U = 5,50 \text{ W/m}^2\text{K}$) a Copilitové stěny ($U = 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$). V nadzemních podlažích jsou použita dřevěná zdvojená okna s jednoduchým zasklením a součinitel prostupu tepla $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vstupní dveře jsou kovové, prosklené s jednoduchým zasklením a součinitel prostupu tepla $U = 6,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.

„B“-PŘÍSTAVBA KUCHYNĚ:

Základové konstrukce:

Objekt je založen na monolitických železobetonových pásech. Podlahy na úrovni terénu jsou betonové, armované sítí 100 x 100 mm, bez tepelné izolace.

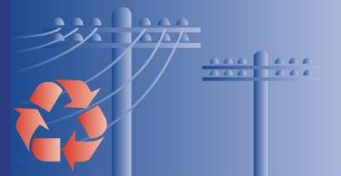
Svislé konstrukce:

Veškeré zdivo budovy je provedeno z klasických cihel plných pálených klasického formátu na vápenocementovou maltu. V 1.NP-2.NP je zvýšen tepelný odpor zdiva sendvičovou skladbou s vložením pěnového polystyrénu tloušťky 50 mm (součinitel prostupu tepla $U = 0,599 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Střecha a vodorovné nosné konstrukce:

Střecha je plochá, dvouplášťová. Na střešních panelech Spirol tloušťky 25 cm je vyrovnávací vrstva struskopísku tloušťky 30 mm, tepelná izolace z pěnového polystyrénu tloušťky 50 mm a Polsid tloušťky 50 mm s cementovým potěrem tloušťky 30 mm. Nad tímto složením je odvětrávaná vzduchová mezera přes otvory v atice. Nad ní jsou střešní panely SZD s hydroizolací. Součinitel prostupu tepla $U = 0,437 \text{ W/m}^2\text{K}$. **Stropní konstrukce** je tvořena stropními panely PZD a Spirol.

Nášlapná vrstva **podlahy** v 1.PP je tvořena cementovým potěrem a dlažbou. V jednotlivých podlažích jsou nášlapné vrstvy podlah nanášeny na stropní desky a rozlišeny podle účelu místnosti. Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu $U = 1,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Výplně otvorů:

Otvorové výplně v jednotlivých podlažích jsou dřevěné zdvojené s jednoduchým zasklením a součinitelem prostupu tepla $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Spojovací krček a prostor schodiště jsou opatřeny Copilitovou výplní ($U = 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Vstupní dveře jsou kovové, prosklené s jednoduchým zasklením a součinitel prostupu tepla $U = 6,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.

„C“-DÍLNY:

Základové konstrukce:

Objekt je založen na monolitických betonových pásech. Podlahy na úrovni terénu jsou betonové, bez tepelné izolace.

Svislé konstrukce:

Štítové stěny haly jsou provedené z plynosilikátových tvárnic s břízolitovou omítkou na vnější straně, tloušťky 375 mm (součinitel prostupu tepla $U = 0,755 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Podélné stěny mají provedenou podezdívku z plynosilikátových tvárnic s keramickým obkladem na vnější straně tl. 375 mm do výšky 1100 mm (součinitel prostupu tepla $U = 0,755 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vnitřní omítky vápenocementové.

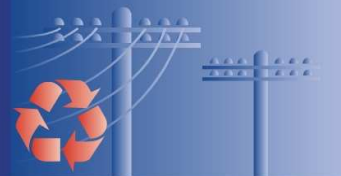
Nad podezdívkou je obvodový plášť podélných stěn tvořen lakovanými zinkovanými železnými plechy s tepelnou izolací minerální vlnou tloušťky 180 mm (součinitel prostupu tepla $U = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Střecha a vodorovné nosné konstrukce:

Střecha je sedlová, se sklonem 8° s krytinou z trapézových plechů. Střešní konstrukce je tvořena ocelovými vazníky uložených na ocelových sloupech s roztečí 4500 mm a v rozponu 12 000 mm.

Stropní konstrukce haly je tvořena podhledem zavěšeným na vaznících střechy. Na podhledu je umístěna foukaná tepelná izolace Climatizer Plus tloušťky 10 cm a EPS tloušťky 3 cm. Součinitel prostupu tepla $U = 0,314 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Nášlapná vrstva **podlahy** je tvořena cementovým potěrem. Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu $U = 1,490 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Výplně otvorů:

Otvorové výplně jsou ocelové jednoduché zasklené dvojsklem (součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vrata a dveře haly mají ocelové rámy s plechovou výplní se zateplením a součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

„D“-CVIČNÁ HALA:

Základové konstrukce:

Objekt je založen na monolitických betonových pásech. Podlahy na úrovni terénu jsou betonové, bez tepelné izolace.

Svislé konstrukce:

Štítové i podélné stěny haly mají podezdívku z plných cihel tloušťky 30 cm do výšky 55 cm

Nad podezdívkou je obvodový plášť podélných stěn tvořen lakovanými zinkovanými železnými plechy s tepelnou izolací minerální vlnou tloušťky 180 cm (součinitel prostupu tepla $U = 0,275 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Střecha a vodorovné nosné konstrukce:

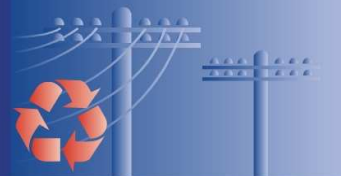
Střecha je sedlová, se sklonem 8° s krytinou z trapézových plechů. Střešní konstrukce je tvořena ocelovými vazníky uložených na ocelových sloupech s roztečí 4500 mm a v rozponu 15 000 mm.

Stropní konstrukce haly je tvořena podhledem zavěšeným na vaznicích střechy. Na podhledu je umístěna foukaná tepelná izolace Climatizer Plus tloušťky 10 cm. Součinitel prostupu tepla $U = 0,312 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Nášlapná vrstva **podlahy** je tvořena cementovým potěrem. Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu $U = 1,490 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výplně otvorů:

Otvorové výplně jsou ocelové jednoduché zasklené dvojsklem (součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vrata a dveře haly mají ocelové rámy s plechovou výplní se zateplením a součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.



„E“-GARÁŽE:

Základové konstrukce:

Objekt je založen na monolitických betonových pásech. Podlahy na úrovni terénu jsou betonové, armované sítí, bez tepelné izolace.

Svislé konstrukce:

Veškeré zdivo budovy je provedeno z blokopanelů ze struskobetonu tloušťky 350 mm (součinitel prostupu tepla $U = 1,223 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Střecha a vodorovné nosné konstrukce:

Střecha je plochá, dvouplášťová. Na stropních panelech tloušťky 215 mm je vyrovnávací vrstva škváry tloušťky 100 - 150 mm. Nad tímto složením je odvětrávaná vzduchová mezera tvořená dřevěným krovem opláštěným plechovou krytinou. Součinitel prostupu tepla $U = 0,972 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropní konstrukce je tvořena stropními panely Prefa.

Nášlapná vrstva **podlahy** je tvořena cementovým potěrem. Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu $U = 1,490 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výplně otvorů:

Otvorové výplně jsou dřevěné zdvojené s jednoduchým zasklením a součinitel prostupu tepla $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vrata kovová, plná, zateplená se součinitel prostupu tepla $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.



„F“-DĚTSKÝ DOMOV:

Základové konstrukce:

Objekt je založen na monolitických železobetonových pásech. Podlahy na úrovni terénu jsou betonové, armované sítí, s tepelnou izolací.

Svislé konstrukce:

Štítové zdi budovy jsou vyzděny v 1.NP-2.NP z pálených děrovaných cihel CD-IVA tloušťky 45 cm. Podélné venkovní zdivo ve všech podlažích a štítové zdivo v 3.NP je tvořeno plynosilkátovými tvárnicemi tloušťky 40 cm. V roce 2005 bylo provedeno komplexní zateplení budovy pěnovým polystyrenem tloušťky 80 mm. Součinitel prostupu tepla obvodových konstrukcí je $U = 0,343 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Střecha a vodorovné nosné konstrukce:

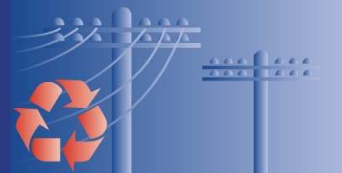
Střecha je šikmá-mansardová, dvouplášťová. Nosnou konstrukci střešního pláště tvoří dřevěné krokve s tepelnou izolací tloušťky 190 mm, na kterých je dřevěné podbití s krytinou. Součinitel prostupu tepla $U = 0,224 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stropní konstrukce je tvořena stropními železobetonovými panely.

Nášlapná vrstva **podlahy** je v jednotlivých místnostech dána účelem místnosti. Součinitel prostupu tepla podlahy na terénu $U = 1,000 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Výplně otvorů:

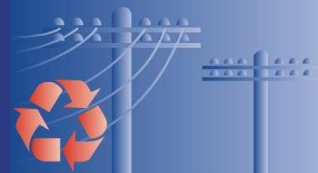
Otvorové výplně jsou plastové zdvojené s izolačním dvojsklem a součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.



2.1.6 Fotodokumentace

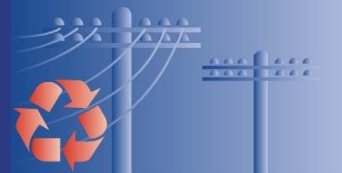
Hlavní budova





Přístavba kuchyně





Garáže



Cvičná hala



C.E.I.S. CZ s.r.o.

Držitel certifikátu jakosti ČSN EN ISO 9001:2001

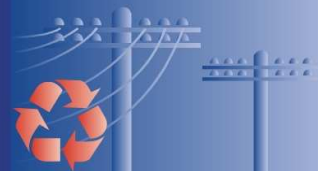
www.ceis.cz

Masarykovy sady 51/27
737 01 Český Těšín

IČO : 258 43 931
DIČ : CZ25843931

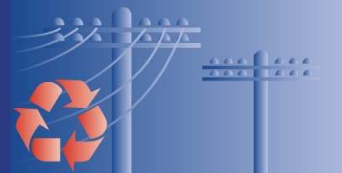
Bankovní spojení : ČSOB, a.s., pob. Č. Těšín
Číslo účtu : 159 448 165 / 0300

Tel/fax +420 558 740 250
Email : info@ceis.cz



Dílny





Dětský domov



C.E.I.S. CZ s.r.o.

Držitel certifikátu jakosti ČSN EN ISO 9001:2001

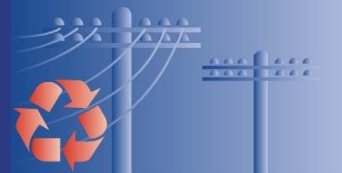
www.ceis.cz

Masarykovy sady 51/27
737 01 Český Těšín

IČO : 258 43 931
DIČ : CZ25843931

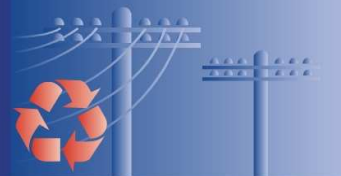
Bankovní spojení : ČSOB, a.s., pob. Č. Těšín
Číslo účtu : 159 448 165 / 0300

Tel/fax +420 558 740 250
Email : info@ceis.cz



Pohledy na zdroje tepla:



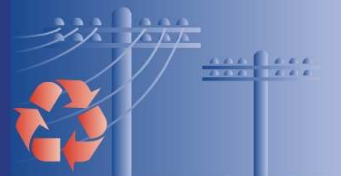


2.1.7 Otopná soustava a příprava teplé vody

Areál je zásobován teplem z kotelny na tuhá paliva umístěné v hlavní budově v 1.PP. Tepelný spád topného média činí 92,5/67,5°C. Používaným palivem je koks, hnědé uhlí a dřevo pro zátop. Do oblasti areálu není přiveden zemní plyn. Kotelna je vybavena třemi kotli ŽB Bohumín typu 2xVSB4 a 1xVSB1 o jmenovitých výkonech: 2x386 kW a 1x139 kW, s účinností 79%. Kotle nejsou vybaveny nuceným přívodem vzduchu ani odtažením spalín. Provoz je zajišťován pouze přirozeným komínovým tahem. Dva větší kotle jsou propojeny na výstupu a vstupu a společným vedením napojeny do rozdělovače a sběrače. Menší kotel je napojen do systému ohřevu TV. Pro možnost ohřevu TV z dvou větších kotlů v průběhu topné sezóny je v kotelně provedena propojka mezi předlohami kotlů VSB 4 a přívody kotle VSB 1. Výstup z kotlů je napojen na rozdělovač i sběrač bez hydraulického oddělovače. Provoz kotelny je nepřetržitý. Řízení výkonu kotelny provádí obsluha intenzitou přikládání a seřizováním vzduchových klapek dle údaje teploměrů v referenčních místnostech. V nepracovních dnech provádí obsluha stejným způsobem i útlum topení. Na jižní straně budovy školy jsou radiátory vybaveny termoregulačními ventily. Všechny místnosti budov jsou vytápěny teplovodním ústředním topením, některé parapetními fancoily v současné době nepoužívanými. Topení v areálu je zajišťováno litinovými radiátory a registry z hladkých ocelových trub rozdělenými do následujících větví:

- Hlavní budova – učebny, kuchyně, prádelny, šatny
- Hlavní budova – kabinety, kanceláře, sborovna, ředitelna
- Hlavní budova – WC, chodby, vstupní hala, schodiště
- Hlavní budova – byt školníka
- Hlavní budova – podokenní ventilační soupravy – nepoužíváno
- Přístavba kuchyně
- Vytápění dílny a cvičné haly
- Vytápění garáží
- Boiler TV
- Vytápění domova mládeže

Členění větví je provedeno s ohledem na různý provozní režim jednotlivých prostor areálu.



Příprava TV probíhá v bojleru ohříváním teplou vodou z kotelny, teplota je regulována přímým regulátorem. Při výpadku kotelny není možno provádět ohřev vody. V období mimo topnou sezónu je kotelná provozována nepřetržitě pouze pro ohřev TV. Okruh vody pro ohřev TV je vybaven samostatnými cirkulačními čerpadly. Okruh vlastní TV je v celém areálu pouze jeden s jedním společným cirkulačním čerpadlem. Chod obou čerpadel ovládá ručně obsluha kotelny.

- objem boileru: 2500 l
- typ: stojatý s trubkovou topnou vložkou bez el. topné vložky
- vložka: 6,3 m²

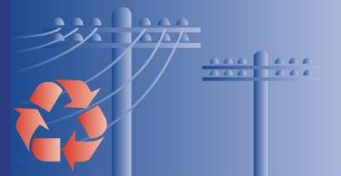
Kotelna je provozována nepřetržitě v topném období mimo topné období je provozována nepřetržitě v pracovních dnech mimo měsíce července a srpna. V období školních prázdnin kotelná není v provozu. Mimo centrálního ohřevu TV jsou v areálu dva boilery zajišťující ohřev TV pro potřeby kuchyně (objem 120 a 125 l, příkon 2 kW a 1,35 kW) napojení boilerů umožňuje ohřev i v období vysokého tarifu.

Dětský domov má samostatný ohřev TV:

- 3x akumulční el. ohřívač vody o objemu 400 l, příkon 6 kW
- 2x akumulční el. ohřívač vody o objemu 200 l, příkon 2,2 kW
- 1x akumulční el. ohřívač vody o objemu 50 l, příkon 2,0 kW

Spotřeba paliva v kotelně je vyhodnocována pro jednotlivé kotle. Účinnosti jednotlivých zdrojů je možné přibližně stanovit z provozních údajů, neboť vzhledem k výkonu jednotlivých zdrojů je prováděno měření emisí. Spotřeby paliva, účinnosti kotlů, emise byly dodány pro rok 2008.

V areálu není umístěn náhradní zdroj el. energie a není využívána obnovitelná ani odpadní energie.



2.1.8 Elektroinstalace

V jednotlivých objektech je provedena rozvodná soustava 3 x 400/230V. Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí provedena izolací a ochranou kryty. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí provedena samočinným odpojením od zdroje dle ČSN 33 2000-4-41.

Objekt školy (bez dětského domova) představuje z hlediska spotřeby elektrické energie jedno odběrné místo, tato spotřeba je měřena hlavním – fakturačním elektroměrem.

Zdrojem el. energie v areálu je sloupová transformátorová stanice umístěná vedle hlavní příjezdové komunikace. Stanice je osazena olejovým transformátorem 630 kVA, napětí 22/04/02 kV. Přívodní kabely z transformátorové stanice jsou přivedeny do HDS u hlavního vstupu do domova mládeže. Z HDS je napojen domov mládeže a hlavní budova. V hlavní budově je umístěna hlavní rozvodna NN pro celý areál. Je zde měření spotřeby a kompenzace jalového výkonu s automatickou regulací účinníku.

Elektrická energie je využívána pro osvětlení, vzduchotechniku, elektrické spotřebiče apod.

Osvětlení je provedeno zářivkovými svítidly, kompaktními zářivkami, výbojkami a žárovkami o celkovém instalovaném příkonu 85,24 kW.

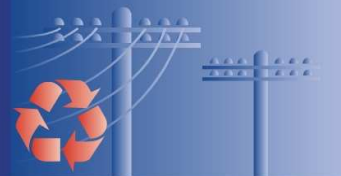
Instalovaný výkon tepelných spotřebičů je 44,65 kW.

Instalovaný výkon elektrických spotřebičů je cca 52 kW.

Instalovaný elektrický výkon – současný – je zřejmý z následující tabulky:

INSTALOVANÝ VÝKON (kW)	INSTALOVANÝ VÝKON (kW)			
	osvětlení	el.spotřebiče	tepelné spotřebiče	celkem
Dílny	10,9	62,68	0	73,58
Garáže	7,19	8,05	6,1	21,34
Cvičná hala	7,673	14,75	0	21,72
Přístavba kuchyně	12,52	6,615	35,00	54,52
Hlavní budova	46,96	8,362	3,55	58,87
CELKEM	85,24	100,46	44,65	230,03

POZN: instalované příkony byly převzaty z aktuálních revizních zpráv.



2.1.9 Provozní režim

Provozní režim v jednotlivých budovách se odvíjí od jejich využívání takto:

Budovy „A,B,C,D,E“ - 10 měsíců od 7⁰⁰ do 16³⁰

Dětský domov „F“ - nepřetržitý provoz

Počet žáků: cca 270

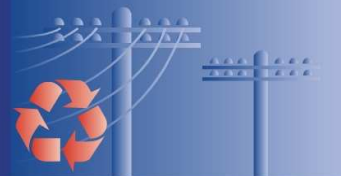
Počet pracovníků: cca 60

Celkem: cca 330 osob, z toho cca 100 strážníků

2.1.10 Smluvní vztahy

Dodávka el. energie: ČEZ, a.s.

Dodávka pitné vody: SmVaK Ostrava a.s.



2.2 ENERGETICKÉ VSTUPY

Pro optimalizaci hodnocení energetické náročnosti objektu jsou použity následující vstupy z let 2006, 2007, 2008:

- roční spotřeby elektrické energie (osvětlení, spotřebiče)
- roční spotřeby tepla (vytápění, příprava TV)
- roční spotřeby TV, SV (mytí osob, úklid, vaření)

Spotřeby jsou seřazeny do následujících tabulek (ceny jsou uvedeny s DPH):

2.2.1 Spotřeba elektrické energie

Spotřeba elektrické energie – elektroměr				
	2006	2007	2008	průměr
MWh	119,70	157,08	83,79	120,19
Kč	447 689	552 932	454 980	485 200

2.2.2 Spotřeba tepla na vytápění a přípravu TV

Spotřeba paliva - koks				
	2006	2007	2008	průměr
t	96,46	96,74	79,00	90,73
tis.Kč	407,04	437,74	549,60	464,79

Spotřeba paliva - hnědé uhlí				
	2006	2007	2008	průměr
t	7,01	13,02	7,00	9,01
tis.Kč	17	32	21	24



Spotřeba paliva - palivové dříví				
	2006	2007	2008	průměr
t	3,60	2,10	8,00	4,57
tis.Kč	2,88	1,75	6,66	3,76

Spotřeba tepla celkem				
	2006	2007	2008	průměr
t	107	112	94	104
tis.Kč	427,382	471,948	577,206	492,179

2.2.3 Spotřeba vody

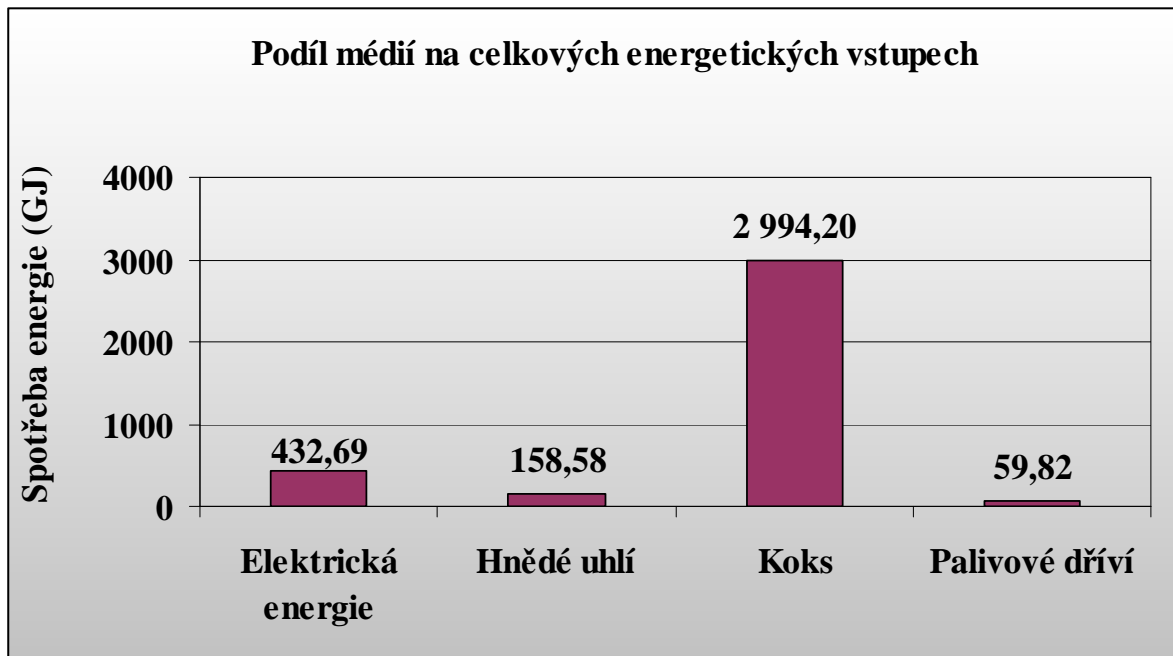
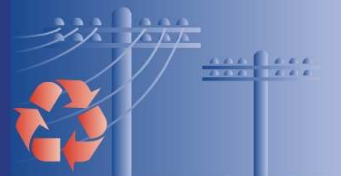
Spotřeba SV				
SV	2006	2007	2008	průměr
m ³	1 612	1 497	1 154	1 421
tis.Kč	68,911	68,482	56,906	64,766

**2.2.4 Roční výše energetických vstupů**

Následující tabulka vyjadřuje výši energetických vstupů (ceny jsou s DPH).

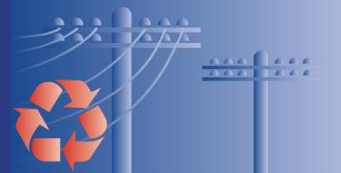
Energetické vstupy – průměr za období 2006 – 2008					
Vstupy paliv a energií	jednotka	výhřevnost	množství	přepočet na GJ	roční náklady v tis. Kč
Elektrická energie	MWh	3,60	120,19	432,69	652,64
Teplo	GJ	1,00	0,00	0,00	0,00
Zemní plyn	MWh		0,00	0,00	0,00
Hnědé uhlí	t	17,60	9,01	158,58	26,95
Černé uhlí	t	0	0	0	0
Koks	t	33,00	90,73	2 994,20	631,23
Jiná pevná paliva – palivové dříví	MWh	13,10	4,57	59,82	3,80
TTO	t		0	0	0
LTO	t		0	0	0
Nafta	t		0	0	0
Jiné plyny	m ³		0	0	0
Druhotná energie	GJ		0	0	0
Obnovitelné zdroje	GJ (MWh)		0	0	0
Jiná paliva	GJ		0	0	0
Celkem vstupy paliv a energie				3 645,29	1 314,63
Změna stavu zásob - inventarizace				0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie				3 645,29	1 314,63

Pozn.: Roční náklady jsou vypočteny z nákupní ceny surovin a energie za poslední období.



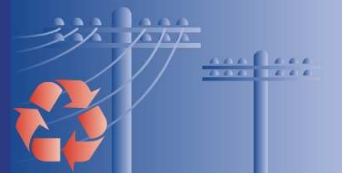
2.3 VLASTNÍ ENERGETICKÉ ZDROJE

Areál je zásobován teplem z kotelny na tuhá paliva umístěné v hlavní budově v 1.PP. Tepelný spád topného média činí 92,5/67,5°C. Používaným palivem je koks, hnědé uhlí a dřevo pro zátop. Do oblasti areálu není přiveden zemní plyn. Kotelna je vybavena třemi kotli ŽB Bohumín typu 2xVSB4 a 1xVSB1 o jmenovitých výkonech: 2x386 kW a 1x139 kW, s účinností 79 %. Provoz je zajišťován pouze přirozeným komínovým tahem. Dva větší kotle jsou propojeny na výstupu a vstupu a společným vedením napojeny do rozdělovače a sběrače. Menší kotel je napojen do systému ohřevu TV. Pro možnost ohřevu TV z dvou větších kotlů v průběhu topné sezóny je v kotelně provedena propojka mezi předlohami kotlů VSB 4 a přívody kotle VSB 1. Výstup z kotlů je napojen na rozdělovač i sběrač bez hydraulického oddělovače.



Balance výroby energie z vlastních zdrojů			
ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW	0,911
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	-
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	2 537,960
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	-
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	3 212,600
12	Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	3 212,600

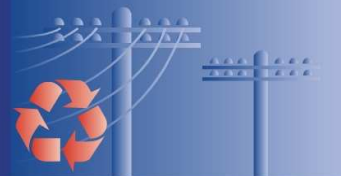
Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje		
ř.	Název ukazatele	vypočtená hodnota
1	Roční energetická účinnost zdroje (ř.5 x 3,6 + ř.9) : ř.12	0,79 %
2	Roční energetická účinnost výroby elektrické energie (ř.5 x 3,6 : ř.8)	- %
3	Roční energetická účinnost výroby tepla (ř.9 : ř.11)	0,79 %
4	Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny (ř.8 : ř.5)	- GJ/MWh
5	Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla (ř.11 : ř.9)	1,27 GJ/GJ
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu (ř.5 : ř.1)	- hod/rok
7	Roční využití pohotového elektrického výkonu (ř.5 : ř.3)	- hod/rok
8	Roční využití dosažitelného elektrického výkonu (ř.5 : ř.4)	- hod/rok
9	Roční využití pohotového elektrického výkonu (ř.9 : 3,6) : ř.2	773,9 hod/rok



2.4 VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE

Nejvýznamnější technologickým spotřebičem energie je školní kuchyně. Menší spotřeba el. energie je potom pro pohony strojního vybavení dílen. Soupis hlavních spotřebičů, které spotřebovávají el. energii jsou uvedeny v následující tabulce.

Budova (místnost)	Název spotřebiče	počet ks	Instalovaný příkon kW	Průměrný příkon kW	časové využití hod/rok	spotřeba kWh/rok
dílna	soustruh	3,0	4,0; 5,5; 12	15,0	1 100,0	16 500,0
	frézka	1,0	4,4	3,5	960,0	3 360,0
	bruska	9,0	0,7-3	0,0	0,0	0,0
	vrtačka pevná	2,0	2,2	0,0	0,0	0,0
	lis	1,0	2,2	0,0	0,0	0,0
	hoblovka	1,0	3,5	3,0	450,0	1 440,0
	buchar	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kotelna	výtah na popel	1,0	1,9	1,5	40,0	60,0
	odsávací ventilátory	2,0	0,8	0,8	5 600,0	3 920,0
	vodárna-čerpadlo	2,0	3,0	2,2	5 600,0	12 320,0
	čerpadla	3,0	3,0	1,5	5 600,0	8 400,0
	okružní pila	1,0	8,9	0,0	0,0	0,0
cvičná hala	svářečky	3,0	10,0	7,0	650,0	4 550,0
	kompresor	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0
	rozbrušovačka	1,0	3,2	0,0	0,0	0,0
kuchyně	bojler	2,0	2,0; 1,35	3,4	600,0	2 010,0
	myčka	1,0	13,1	8,0	800,0	6 400,0
	el. stolička	2,0	6,0	3,0	200,0	600,0
	ohřívací stůl	2,0	3,6	2,0	1 600,0	3 200,0
	el. pánev	1,0	15,0	9,0	240,0	2 160,0
	el. trouba	1,0	12,0	8,0	160,0	1 280,0
	kotel levý a pravý	2,0	12,0	10,0	200,0	2 000,0
	kotel č. 141	1,0	24,0	15,0	160,0	2 400,0
	pec levá a pravá	1,0	14,0	8,0	1 000,0	8 000,0
	fritéza	1,0	9,0	6,0	80,0	480,0
	sporák	6,0	7,0	20,0	180,0	3 600,0



garáž	bojler	1,0	1,6	1,6	0,0	0,0
	destilační přístroj	1,0	2,8	2,5	400,0	1 000,0
	kompresor	1,0	4,0	0,0	0,0	0,0
dětský domov	mandl	1,0	12,0	0,0	0,0	0,0
	automatická pračka	1,0	3,1	2,0	600,0	1 200,0
součet						84 880,0

Pozn. U spotřebičů u kterých není vyznačen provozní čas se jedná o sporadické využití několik hodin až desítek hodin v roce.



3. HODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

3.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

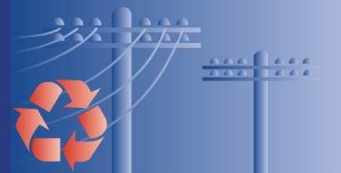
Pro výpočet tepelných ztrát byl použit PC software PROTECH, vycházející z metodiky ČSN EN 12831. Pro vyhodnocení požadavku dle ČSN 73 0540 -2 tepla obálkou budovy byl stanoven tzv. **“průměrný součinitel prostupu tepla”** $U_{em,N}$, jehož hodnota musí být $U_{em} < U_{em,N}$ což je tzv. požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.

Výpočet tepelných ztrát je proveden za těchto okrajových podmínek:

- | | |
|------------------------------|---|
| - venkovní výpočtová teplota | $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$ dle ČSN 7305 40-3 |
| - vnitřní výpočtová teplota | $\theta_i = 20^{\circ}\text{C}$ dle vyhlášky 194/2007 Sb. |
| - venkovní relativní vlhkost | $\varphi_e = 84\%$ dle ČSN 7305 40-3 |
| - vnitřní relativní vlhkost | $\varphi_i = 50\%$ dle vyhlášky 194/2007 Sb. |
| - intenzita výměny vzduchu | $n = 0,5$ dle ČSN 7305 40-3 |

Materiálové hodnoty stavebních materiálů byly stanoveny z ČSN 73 0540-3, stavebních tabulek a další literatury.

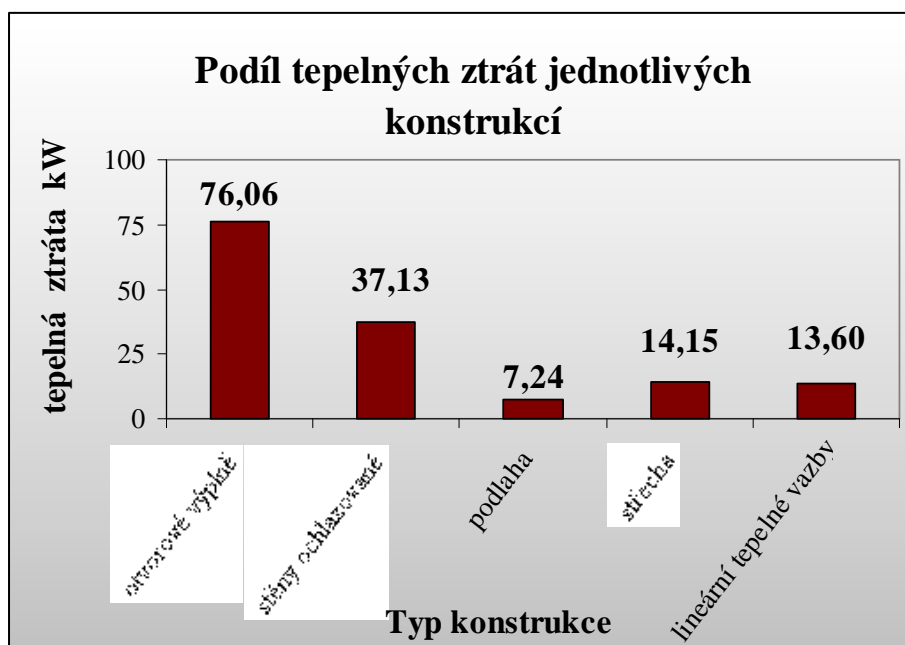
Výsledky jsou seřazeny do následujících tabulek:

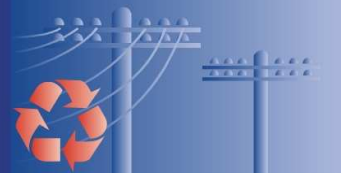


Tepelné ztráty budovy

Výpočet tepelných ztrát – „A“ hlavní budova			
Úsek	tepelná ztráta dle ČSN EN 12 831		
	prostupem	větráním	CELKEM
tep. ztráta	148,17 kW	54,72 kW	202,89 kW

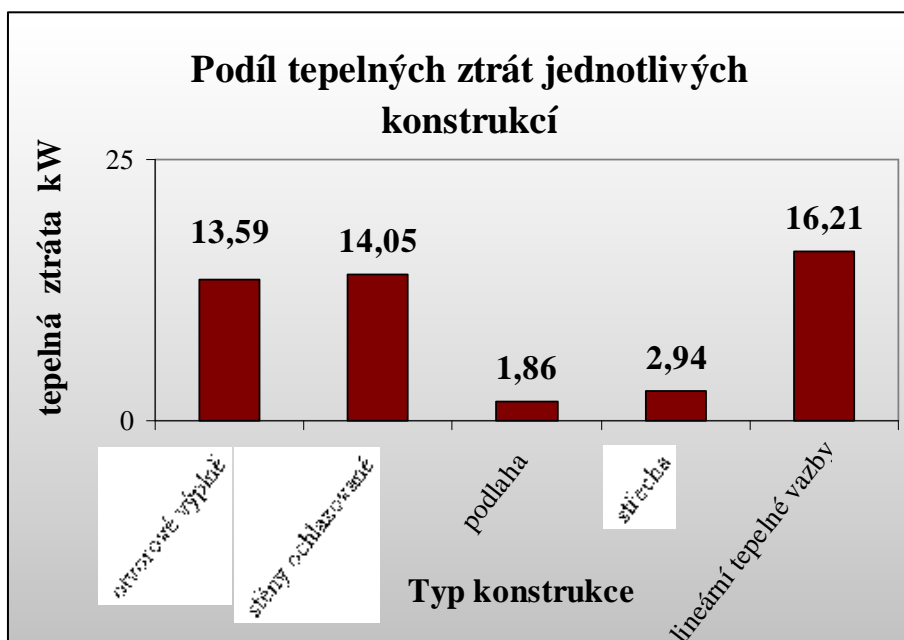
Rozdělení tepelných ztrát prostupem – „A“ hlavní budova			
značka	konstrukce	kW	%
OV	Otvorové výplně	76,06	51,3
SO	Stěny ochlazované	37,13	25,1
PDL	Podlaha	7,24	4,9
SCH	Střecha	14,15	9,6
LTV	Lineární tepelné vazby	13,60	9,2
CELKEM		148,17	100,0

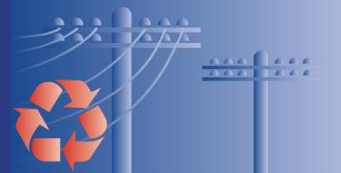




Výpočet tepelných ztrát – „B“ přístavba kuchyně			
Úsek	tepelná ztráta dle ČSN EN 12 831		
	prostupem	větráním	CELKEM
tep. ztráta	38,55 kW	10,09 kW	48,64 kW

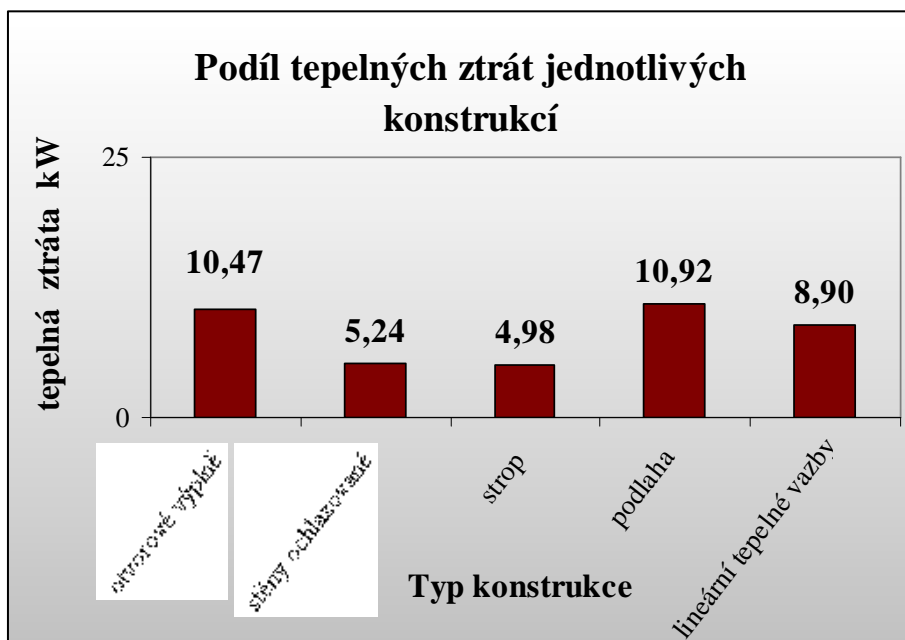
Rozdělení tepelných ztrát prostupem – „B“ přístavba kuchyně			
značka	konstrukce	kW	%
OV	Otvorové výplně	76,06	51,3
SO	Stěny ochlazované	37,13	25,1
PDL	Podlaha	7,24	4,9
SCH	Střecha	14,15	9,6
LTV	Lineární tepelné vazby	13,60	9,2
CELKEM		148,17	100,0

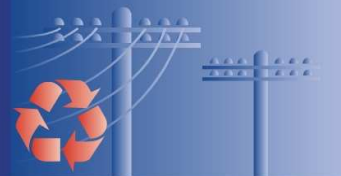




Výpočet tepelných ztrát – „C“ dílna			
Úsek	tepelná ztráta dle ČSN EN 12 831		
	prostupem	větráním	CELKEM
tep. ztráta	40,51 kW	7,97 kW	48,47 kW

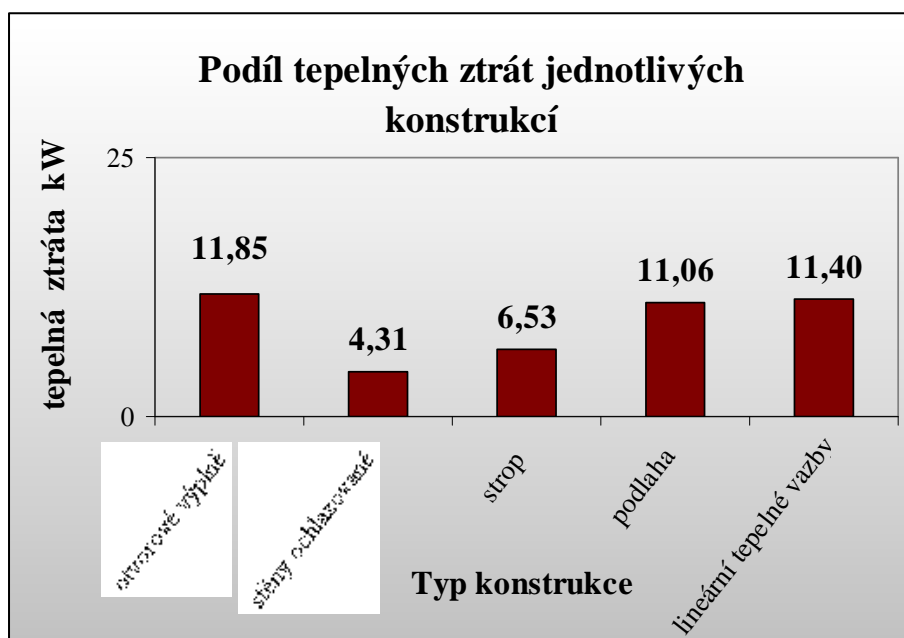
Rozdělení tepelných ztrát prostupem – „C“ dílna			
značka	konstrukce	kW	%
OV	Otvorové výplně	10,47	25,9
SO	Stěny ochlazované	5,24	12,9
PDL	Podlaha	10,92	26,9
STR	Strop	4,98	12,3
LTV	Lineární tepelné vazby	8,90	22,0
CELKEM		40,51	100,0

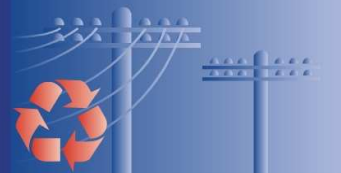




Výpočet tepelných ztrát – „D“ cvičná hala			
Úsek	tepelná ztráta dle ČSN EN 12 831		
	prostupem	větráním	CELKEM
tep. ztráta	45,15 kW	11,63 kW	56,78 kW

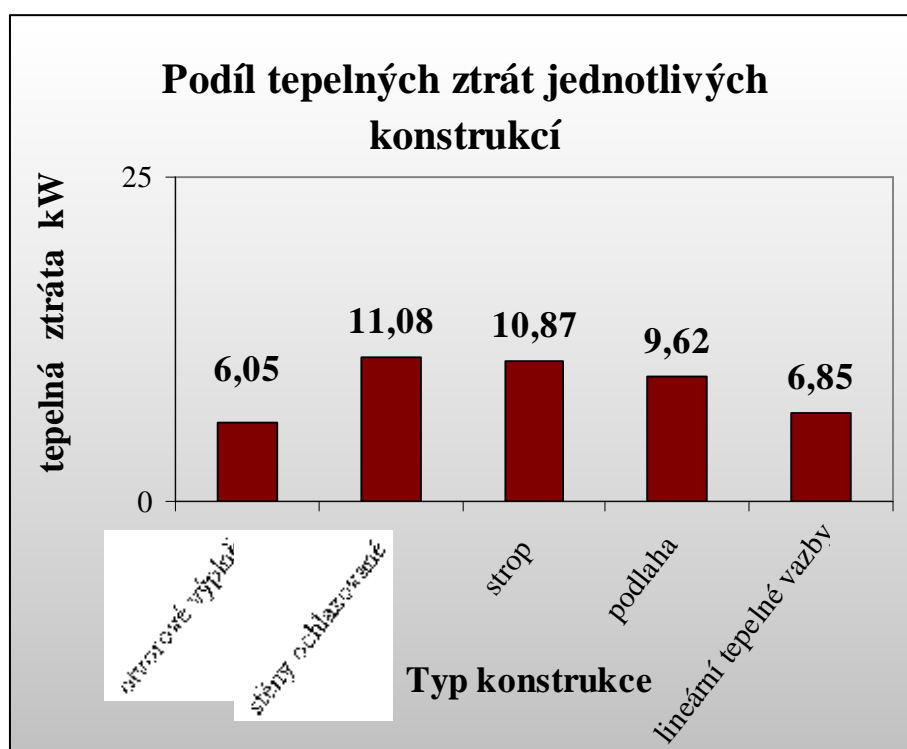
Rozdělení tepelných ztrát prostupem – „D“ cvičná hala			
značka	konstrukce	kW	%
OV	Otvorové výplně	11,85	26,3
SO	Stěny ochlazované	4,31	9,5
PDL	Podlaha	11,06	24,5
STR	Strop	6,53	14,5
LTV	Lineární tepelné vazby	11,40	25,2
CELKEM		45,14	100,0





Výpočet tepelných ztrát – „E“ garáže			
Úsek	tepelná ztráta dle ČSN EN 12 831		
	prostupem	větráním	CELKEM
tep. ztráta	44,47 kW	5,35 kW	49,82 kW

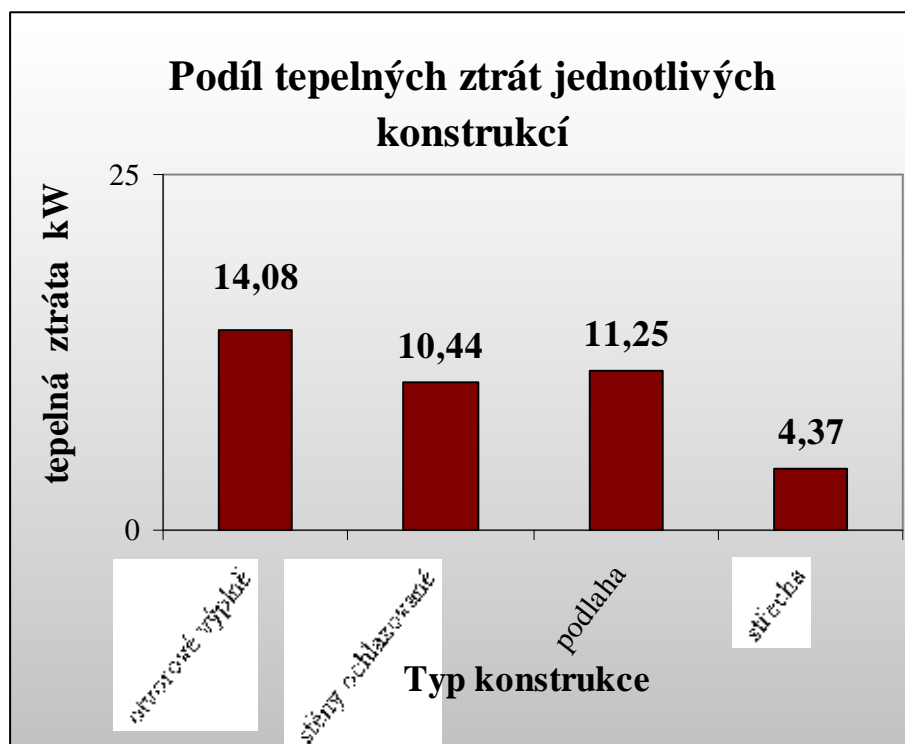
Rozdělení tepelných ztrát prostupem – „E“ garáže			
značka	konstrukce	kW	%
OV	Otvorové výplně	6,05	13,6
SO	Stěny ochlazované	11,08	24,9
PDL	Podlaha	9,62	21,6
STR	Strop	10,87	24,4
LTV	Lineární tepelné vazby	6,85	15,4
CELKEM		44,47	100,0

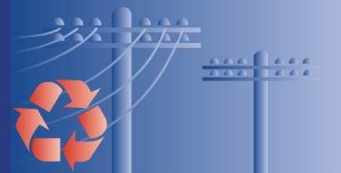




Výpočet tepelných ztrát – „F“ dětský domov			
Úsek	tepelná ztráta dle ČSN EN 12 831		
	prostupem	větráním	CELKEM
tep. ztráta	40,13 kW	21,64 kW	61,77 kW

Rozdělení tepelných ztrát prostupem – „F“ dětský domov			
značka	konstrukce	kW	%
OV	Otvorové výplně	14,08	35,1
SO	Stěny ochlazované	10,44	26,0
PDL	Podlaha	11,25	28,0
SCH	Střecha	4,37	10,9
CELKEM		40,13	100,0

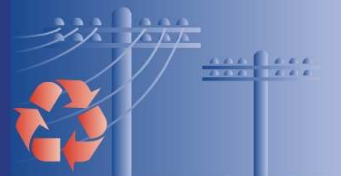




3.2 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

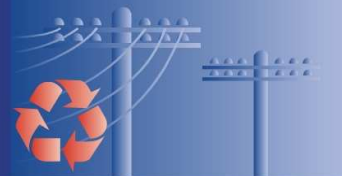
„A“ hlavní budova			
		Jednotka	Výpočet
Celková tepelná ztráta	Qc	kW	202,89
Koeficient vlivu nesoučasnosti	f1	1	0,80
Koeficient režimu vytápění	f2	1	0,82
Koeficient zvýšení teploty	f3	1	1,00
Koeficient regulace	f4	1	0,98
Dny v otopném období	d	den	240
Průměrná denní teplota venkovního vzduchu	θ _{dm}	°C	4,0
Teplota venkovního vzduchu	θ _{ae}	°C	-15
Potřeba tepla na vytápění	Ev _{yt}	GJ	1158,3
		kWh	321737,4

„B“ přístavba kuchyně			
		Jednotka	Výpočet
Celková tepelná ztráta	Qc	kW	48,64
Koeficient vlivu nesoučasnosti	f1	1	0,75
Koeficient režimu vytápění	f2	1	0,65
Koeficient zvýšení teploty	f3	1	1,00
Koeficient regulace	f4	1	0,98
Dny v otopném období	d	den	240
Průměrná denní teplota venkovního vzduchu	θ _{dm}	°C	4,0
Teplota venkovního vzduchu	θ _{ae}	°C	-15
Potřeba tepla na vytápění	Ev _{yt}	GJ	206,4
		kWh	6781,4



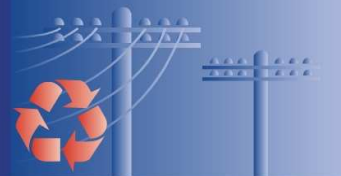
„C“ dílna			
		Jednotka	Výpočet
Celková tepelná ztráta	Qc	kW	48,47
Koeficient vlivu nesoučasnosti	f1	1	0,80
Koeficient režimu vytápění	f2	1	0,80
Koeficient zvýšení teploty	f3	1	1,00
Koeficient regulace	f4	1	1,00
Dny v otopném období	d	den	240
Průměrná denní teplota venkovního vzduchu	θ _{dm}	°C	4,0
Teplota venkovního vzduchu	θ _{ae}	°C	-15
Potřeba tepla na vytápění	Ev _{yt}	GJ	258,6
		kWh	8499,1

„D“ cvičná hala			
		Jednotka	Výpočet
Celková tepelná ztráta	Qc	kW	56,78
Koeficient vlivu nesoučasnosti	f1	1	0,70
Koeficient režimu vytápění	f2	1	0,65
Koeficient zvýšení teploty	f3	1	1,00
Koeficient regulace	f4	1	1,00
Dny v otopném období	d	den	240
Průměrná denní teplota venkovního vzduchu	θ _{dm}	°C	4,0
Teplota venkovního vzduchu	θ _{ae}	°C	-15
Potřeba tepla na vytápění	Ev _{yt}	GJ	200,0
		kWh	55549,5



„E“ garáže			
		Jednotka	Výpočet
Celková tepelná ztráta	Qc	kW	49,82
Koeficient vlivu nesoučasnosti	f1	1	0,70
Koeficient režimu vytápění	f2	1	0,65
Koeficient zvýšení teploty	f3	1	1,00
Koeficient regulace	f4	1	1,00
Dny v otopném období	d	den	240
Průměrná denní teplota venkovního vzduchu	θ _{dm}	°C	4,0
Teplota venkovního vzduchu	θ _{ae}	°C	-15
Potřeba tepla na vytápění	Ev _{yt}	GJ	193,2
		kWh	53668,7

„F“ dětský domov			
		Jednotka	Výpočet
Celková tepelná ztráta	Qc	kW	61,77
Koeficient vlivu nesoučasnosti	f1	1	0,75
Koeficient režimu vytápění	f2	1	0,84
Koeficient zvýšení teploty	f3	1	1,00
Koeficient regulace	f4	1	0,98
Dny v otopném období	d	den	240
Průměrná denní teplota venkovního vzduchu	θ _{dm}	°C	4,0
Teplota venkovního vzduchu	θ _{ae}	°C	-15
Potřeba tepla na vytápění	Ev _{yt}	GJ	338,7
		kWh	94078,4



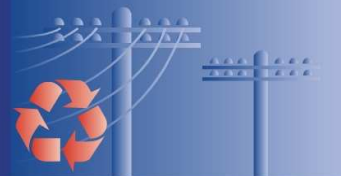
Potřeba tepla na vytápění celkem pro celý areál: **Ev_{yt} = 2 355,3 GJ**

- | | |
|--|-----------|
| - Využitelné tepelné zisky od oslunění za vytápěné období činí | 51,3 GJ. |
| - Využitelné vnitřní tepelné zisky za vytápěné období činí | 185,0 GJ. |
| - Ztráty v rozvodech ÚT činí | 293,4 GJ. |
| - Ztráty v rozvodech TV činí | 25,9 GJ. |
| - Potřeba tepla pro teplou vodu je | 99,7 GJ |
| - Skutečně vyrobené teplo na vytápění je 2 538,0 GJ. | |

Vypočtená potřeba tepla odpovídá skutečně vyrobenému teplu.

3.3 TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ

„A“ hlavní budova				
Druh konstrukce	Součinitel prost. tepla U (W/m ² K)			požadavky ČSN 73 0540-2
	normovaná hodnota U _n		hodnota U	
	požadovaná	doporučená	stávající	
Obvodové zdivo tl. 250 mm	0,38	0,25	0,855	nesplňuje
Obvodové zdivo tl. 500 mm	0,38	0,25	1,233	nesplňuje
Meziokenní vložky	0,38	0,25	1,100	nesplňuje
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,788	nesplňuje
Suterénní stěna	0,38	0,25	0,825	nesplňuje
Střecha	0,24	0,16	0,406	nesplňuje
Otvorové výplně - dřevěné	1,70	1,20	2,800	nesplňuje
Otvorové výplně - kovové	1,70	1,20	6,000	nesplňuje
Copilitové výplně	1,70	1,20	3,500	nesplňuje



„B“ přístavba kuchyně				
Druh konstrukce	Součinitel prost. tepla U (W/m ² K)			požadavky ČSN 73 0540-2
	normovaná hodnota U _n		hodnota U	
	požadovaná	doporučená	stávající	
Obvodové zdivo 1.PP tl. 450 mm	0,38	0,25	1,317	nesplňuje
Obvodové zdivo 1.NP-2.NP tl. 500 mm	0,38	0,25	0,599	nesplňuje
Suterén stěna ve styku s terénem	0,38	0,25	1,311	nesplňuje
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	1,490	nesplňuje
Střecha dvouplášťová	0,24	0,16	0,437	nesplňuje
Vrata – kovová	1,70	1,20	6,000	nesplňuje
Otvorové výplně - dřevěné	1,70	1,20	2,800	nesplňuje
Coplitové výplně	1,70	1,20	3,500	nesplňuje
Dveře venkovní vstupní kovové prosklené	1,70	1,20	6,000	nesplňuje

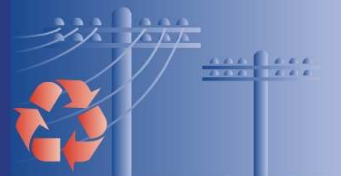
„C“ dílna				
Druh konstrukce	Součinitel prost. tepla U (W/m ² K)			požadavky ČSN 73 0540-2
	normovaná hodnota U _n		hodnota U	
	požadovaná	doporučená	stávající	
Obvodové zdivo tl. 180 mm	0,38	0,25	0,275	splňuje
Obvodové zdivo-štitové tl. 350 mm	0,38	0,25	0,755	nesplňuje
Podezdívka tl.300 mm	0,38	0,25	0,785	nesplňuje
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	1,490	nesplňuje
Strop	0,30	0,20	0,312	nesplňuje
Otvorové výplně	1,70	1,20	1,700	splňuje



„D“ cvičná hala				
Druh konstrukce	Součinitel prost. tepla U (W/m ² K)			požadavky ČSN 73 0540-2
	normovaná hodnota U _n		hodnota U	
	požadovaná	doporučená	stávající	
Obvodové zdivo tl. 180 mm	0,38	0,25	0,275	splňuje
Strop	0,30	0,20	0,312	nesplňuje
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	1,490	nesplňuje
Otvorové výplně	1,70	1,20	1,700	splňuje

„E“ garáže				
Druh konstrukce	Součinitel prost. tepla U (W/m²K)			požadavky ČSN 73 0540-2
	normovaná hodnota U _n		hodnota U	
	požadovaná	doporučená	stávající	
Obvodové zdivo tl. 375 mm	0,38	0,25	1,223	nesplňuje
Stěna vnitřní – do nevytápěného prostoru	0,60	0,40	2,110	nesplňuje
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	1,490	nesplňuje
Strop	0,30	0,20	0,972	nesplňuje
Vrata kovová	1,70	1,20	2,000	nesplňuje
Okna dřevěná	1,70	1,20	2,800	nesplňuje

„F“ dětský domov				
Druh konstrukce	Součinitel prost. tepla U (W/m ² K)			požadavky ČSN 73 0540-2
	normovaná hodnota U _n		hodnota U	
	požadovaná	doporučená	stávající	
Obvodové zdivo	0,38	0,25	0,343	splňuje
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	1,000	nesplňuje
Střecha	0,24	0,16	0,224	splňuje
Otvorové výplně	1,70	1,20	1,700	splňuje



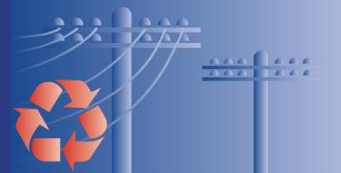
3.4 KLASIFIKACE PROSTUPU TEPLA OBÁLKOU BUDOVY

Hodnocení budovy bude provedeno dle ČSN 730540-2: 2007 pomocí:

- průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy U_{em} [W/(m².K)]
- požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla $U_{em,N,rq}$ [W/(m².K)]
- Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy

„A“ hlavní budova						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,27	202,89	1,23	0,86	1,62	E	Nehospodárná

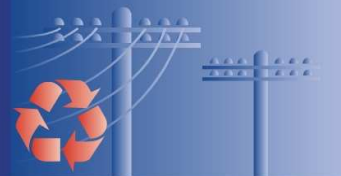
„B“ přístavba kuchyně						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,47	48,64	1,15	0,80	1,59	E	Nehospodárná



„C“ dílna						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,63	48,50	0,78	0,69	1,14	D	Nevyhovující

„D“ cvičná hala						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,51	56,78	0,73	0,84	0,87	C2	Vyhovující požadované úrovni

„E“ garáže						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,69	49,82	1,07	0,52	1,93	D	Nehospodárná



„F“ dětský domov						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Q _c [kW]	U _{em} [W/m ² K]	U _{em,N} [W/m ² K]	CI		
0,42	61,77	0,53	0,66	0,80	C2	Vyhovující požadované úrovni

3.5 HODNOCENÍ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Osvětlení je provedeno zářivkovými svítidly, kompaktními zářivkami, výbojkami a žárovkami o celkovém instalovaném příkonu 85,24 kW. Automatická regulace osvětlení není instalovaná.

Instalovaný výkon tepelných spotřebičů je 44,65 kW.
Instalovaný výkon elektrických spotřebičů je cca 52 kW.

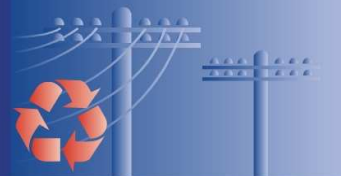
Cena za dodávku elektřiny areálu školy (bez budovy dětského domova) je smluvně sjednávána. Jedná se o vícetarifní ceny – vysoký tarif a nízký tarif se sezónním rozlišením ceny v zimní období a letním období, což je vzhledem ke spotřebě optimální.

3.6 HODNOCENÍ SPOTŘEBY TEPELNÉ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Měrný ukazatel spotřeby tepelné energie na vytápění:

$$1,2 \cdot (Q_{\text{fuel,H}} / A_{\text{gross}}) = 1,2 \cdot (2438,32 / 8637,1) = 0,34 \text{ GJ/m}^2$$

Kde $Q_{\text{fuel,H}}$ je dodaná energie na vytápění na systémové hranici budovy (GJ/rok) a A_{gross} je celková podlahová plocha (m²).



3.7 HODNOCENÍ SPOTŘEBY TEPELNÉ ENERGIE NA PŘÍPRAVU TV

Měrný ukazatel spotřeby tepelné energie na přípravu teplé vody:

$$1,2 \cdot (Q_{\text{fuel,DHH}} / A_{\text{gross}}) = 1,2 \cdot (270,0 / 8637,1) = 0,04 \text{ GJ/m}^2$$

Kde $Q_{\text{fuel,DHH}}$ je dodaná energie na přípravu teplé vody na systémové hranici budovy (GJ/rok) a A_{gross} je celková podlahová plocha (m^2).

Bilance odebrané vody je provedena dle normy ČSN 060320. Při výpočtu se vycházelo z provozního režimu objektů s předpokládaným počtem osob působícím v něm v průběhu roku. Následující tabulka vyjadřuje výpočet spotřeby TV.

Potřeba SV + TV						
Kategorie	jedn.	žáci + personál	úklid	příprava jidel	celkem	
Vstupy						
počet (os., 100 m^2 , jídel)		272	42,5	100		
dávka na odběr 55°C	litr	20	20	1,5		
dávka na odběr	kWh	0,8	0,8	0,15		
dávka na den		0,45	1	0,7		
počet dnů v roce		210	210	210		
Výstupy						
Potřeba tepla	kWh	20 563	7 140	2 205	29 908,20	kWh
Potřeba TV 55°C	litr	514 080	178 500	22 050	714,63	m^3
Potřeba TV 40°C	litr	771 120	267 750	33 075	1 071,95	m^3
Potřeba SV na WC	litr	342 720			342,72	m^3
Potřeba celkem (vypočtená)	litr	1 113 840	267 750	33 075	1 414,67	m^3
Spotřeba skutečná (prům.)	litr				1 421,00	m^3

Na základě uvedeného rozboru je patrné, že skutečná spotřeba vody odpovídá teoretickým předpokladům ČSN 060320.

Vypočtená potřeba tepla na přípravu TV je **29,9 MWh/rok (107,67 GJ)**.



3.8 ROZVODY ENERGIE

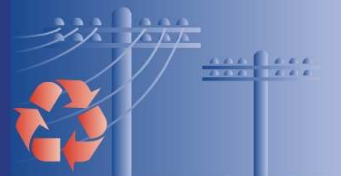
Hodnocení izolace

V budově se nachází rozvody teplé a topné vody. Místy je tepelná izolace na potrubí vynechána a vybavení tepelnou izolací neodpovídá Vyhlášce č. 193/2007 Sb. z hlediska součinitele prostupu tepla vztaženého na jednotku délky potrubí. Vyhláška č. 193/2007 stanovuje povinnost opatřit rozvody pro vytápění a TV tepelnou izolací a definuje tzv. "Určující součinitele prostupu tepla" v závislosti na DN izolovaných rozvodů. Část tepelné sítě, která prochází netemperovanými prostory, s teplonosnou látkou o teplotě vyšší než 40°C nesloužící temperování prostorů, kterými prochází, se vybaví tepelnou izolací.

Určující součinitele prostupu tepla pro vnitřní rozvody:

DN [mm]	U _o [W/m K]
DN 10 - DN 15	0,15
DN 20 - DN 32	0,18
DN 40 - DN 65	0,27
DN 80 - DN 125	0,34
DN 150 – DN 200	0,40

Vzhledem k tomu, že rozvod potrubí byl proveden před nabytím platnosti Vyhlášky č.193/2007 Sb., není nutno bezprostředně provádět úpravy, ale je nutno s nimi počítat pro případnou rekonstrukci či plánovanou úpravu.



3.9 HODNOCENÍ ÚROVNĚ REGULACE

V areálu jsou nainstalovány termostatické ventily, které ovšem z důvodu stáří a z důvodu zakrytování otopných těles neplní svoji funkci na 100%. Dochází ke zhoršení proudění ohřátého vzduchu do místnosti a pro dosažení stejného topného účinku je nutné pracovat s teplejší vodou. Dále dochází k ohřívání vzduchu pod kryty na vyšší teplotu než je teplota v místnosti, to má za následek zvýšení ztrát prostupem tepla přezdivo vystavené této vyšší teplotě.

Vzhledem k proměnným nárokům na dodávku tepla v různých obdobích dne by bylo vhodné ovládat výkon oběhových čerpadel, aby nedocházelo k nedostatečnému nebo naopak přílišnému ochlazení topné vody. S tím je spojena nutnost hydraulického vyvážení systému, aby dodávka do areálu byla rovnoměrná i při sníženém výkonu čerpadel.

3.10 HODNOCENÍ OSVĚTLENÍ

Na základě vyhlášky č.425/2004 Sb. se provádí provozní informativní měření intenzity osvětlení v prostorách chodby.

Použitá legislativa

Standardní metodika pro měření a hodnocení světelných podmínek pracovišť a jiných vnitřních prostorů, příloha AHEM č.7, Praha 1975.

ČSN 36 0010 Měření světla

ČSN 36 0011 - 1 Měření osvětlení vnitřních prostorů - základních ustanovení

ČSN 36 0011 - 3 Měření osvětlení vnitřních prostorů - měření umělého osvětlení

ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení

ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení

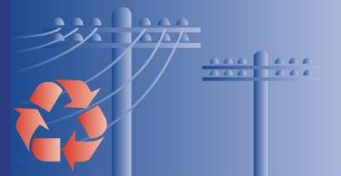
Popis měření

V době měření jsou všechna svítidla rozsvícena. Srovnávací rovina na chodbách je na úrovni podlahy.

Stanovení limitních hodnot

Limitní hodnoty pro umělé osvětlení jsou uvedeny v EN 12 464-1 "Světlo a osvětlení - osvětlení pracovních prostor".

Při hodnocení je nutno uvažovat s nejistotou měření. Celková rozšířená nejistota měření $u = 10\%$.



Měřicí přístroje

Luxmetr: LX - 103

Rozsah: 0 - 50 000 lux ve 3 rozsazích

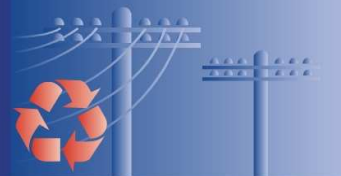
Výrobce: Lutron

Specifikace: +/- 5% +2

Nejnižší naměřené hodnoty:

Místnost	Požadované hodnoty	Naměřené hodnoty	Klasifikace
	$E_{pk}(lx)$	E (lx)	
Učebny	300	321	vyhovuje
Chodby	100	113	vyhovuje
Kabinety	300	285	vyhovuje
Dílny	500	437	vyhovuje
Jídelna	200	233	vyhovuje
Tabule	500	395	vyhovuje
Kuchyně	500	290	vyhovuje

Z výsledků měření a prohlídky osvětlovacích soustav lze vyvodit závěr, že osvětlovací soustavy jsou v dobrém stavu. Při porovnávání zjištěných hodnot osvětlenosti vyplývá, že soustavy umělého osvětlení odpovídají požadovaným hodnotám.

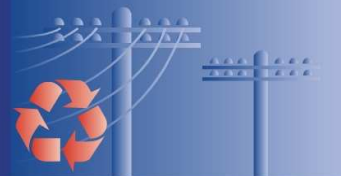


3.11 ENERGETICKÁ BILANCE VÝCHOZÍHO STAVU

Pro stanovení bilance výchozího stavu bylo zapotřebí zahrnout do ceny paliva i mzdové náklady obsluhy, odvoz popela, případné roční revize a opravy, které byly v roce 2008 cca 306 000 Kč. Výsledná cena energie v palivu činí 346,82 Kč/GJ bez započítání ztrátou zdroje, která je uvažována v řádku 5 následující tabulky.

ř.	Ukazatel	GJ/r	tis.Kč/r
1	Vstupy paliv a energie	3 645,29	1 766,83
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie	3 645,29	1 766,83
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu(ř. 3- ř. 4)	3 645,29	1 766,83
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	993,95	344,72
7	Spotřeba energie na vytápění a přípravu TV (z ř.5)	2 226,67	781,55
8	Spotřeba energie na ostatní procesy (z ř.5)	424,69	640,58

Tato bilance bude použita pro hodnocení jednotlivých úsporných opatření a závěrečné doporučené varianty.



4. NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

4.1 BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

Prohlídkou objektu nebyly zjištěny žádné závady způsobené zanedbanou údržbou nebo neodbornou obsluhou.

4.2 INVESTIČNÍ OPATŘENÍ

U investičních opatření jsou zvoleny taková opatření na zlepšení tepelně technických vlastností konstrukcí, aby pro jednotlivé konstrukce bylo dosaženo hodnot součinitele prostupu tepla označených v ČSN 73 0540-2 jako „**doporučené hodnoty**“ s ohledem na technické řešení opatření. Navržené tepelně-izolační materiály lze nahradit jinými, ale je nutno zachovat výpočtový součinitel prostupu tepla, který je uveden u dané konstrukce. Vzhledem k tomu, že má audit sloužit pro účely Operačního programu Životního prostředí, byly pro jednotlivé opatření použity plochy dle PD.

„A“-HLAVNÍ BUDOVA

Opatření: Zateplení obvodového pláště

Toto opatření se zabývá zateplením obvodového pláště budovy. Současný součinitel prostupu tepla obvodového pláště je $U = 0,855 \text{ W/m}^2\text{K}$. Součinitel prostupu tepla nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Jako tepelná izolace je navržen expandovaný pěnový polystyrén fasádní EPS. Do výpočtu byl dosazen pěnový polystyrén EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory a příslušná tloušťka izolace konstrukce jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	vypočítaný U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Obvodové zdivo nosné	EPS 140 mm	0,25	0,234	splňuje



Zateplení obvodového pláště		
Parametr	jednot.	hodnota
plocha	m ²	1005,2
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	21,67
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	123,7

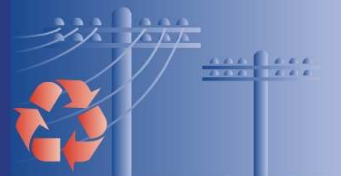
Opatření: Výměna otvorových výplní

Auditor se zabýval možností úspory energie výměnou současných z hlediska tepelné techniky nevyhovujících otvorových výplní. Navržena jsou okna a dveře se součinitelem prostupu tepla splňující požadavky ČSN 73 0540-2 pro „doporučené“ hodnoty součinitele prostupu tepla otvorových výplní $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se stavem po realizaci opatření a s tím spojené energetické úspory jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	navržený U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Otvorové výplně	nové	1,20(1,70)	1,20(1,70)	splňuje

Výměna oken a dveří		
Parametr	jednot.	hodnota
Plocha oken a dveří	m ²	803,4
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	45,15
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	257,7

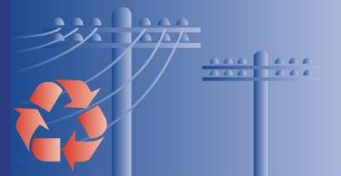
**Opatření: Výměna meziokenních výplní**

Toto opatření se zabývá náhradou meziokenních panelů, jejichž součinitel prostupu tepla $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$ nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro požadované hodnoty součinitele prostupu tepla. Výměna je navržena pomocí výplňového zdiva z plynosilikátu tloušťky 300 mm a následné provedení zateplení. Jako tepelná izolace je navržen expandovaný pěnový polystyrén fasádní EPS. Do výpočtu byl dosazen pěnový polystyrén EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se stavem po realizaci opatření a s tím spojené energetické úspory jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	vypočítaný U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Výplňové zdivo	plynosilikát 300 mm + EPS 50 mm	0,25	0,25	splňuje

Výměna meziokenních výplní		
Parametr	jednot.	hodnota
Plocha vyzděných meziokenních výplní	m ²	263,3
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	6,69
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	38,1

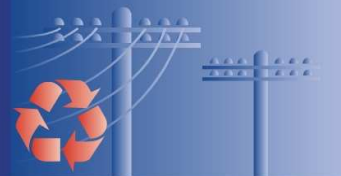
**„B“-PŘÍSTAVBA KUCHYNĚ:****Opatření: Zateplení obvodového pláště**

Toto opatření se zabývá zateplením obvodového pláště budovy. Současný součinitel prostupu tepla obvodového pláště je $U = 0,599 \text{ W/m}^2\text{K}$. Součinitel prostupu tepla nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Jako tepelná izolace je navržen expandovaný pěnový polystyrén fasádní EPS. Do výpočtu byl dosazen pěnový polystyrén EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory a příslušná tloušťka izolace konstrukce jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	vypočítaný U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Obvodové zdivo nosné	EPS 120 mm	0,25	0,234	splňuje

Zateplení obvodového pláště		
Parametr	jednot.	hodnota
plocha	m ²	541,9
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	8,74
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	40,8

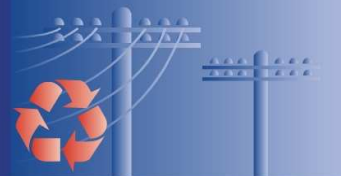
**Opatření: Výměna otvorových výplní**

Auditor se zabýval možností úspory energie výměnou současných z hlediska tepelné techniky nevyhovujících otvorových výplní. Navržena jsou okna a dveře se součinitelem prostupu tepla splňující požadavky ČSN 73 0540-2 pro „doporučené“ hodnoty součinitele prostupu tepla otvorových výplní $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se stavem po realizaci opatření a s tím spojené energetické úspory jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U ($\text{W/m}^2\text{K}$)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U_n	navržený U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Otvorové výplně	nové	1,20(1,70)	1,20(1,70)	splňuje

Výměna oken a dveří		
Parametr	jednot.	hodnota
Plocha oken a dveří	m^2	128,1
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	10,74
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	45,6

**„C“-DÍLNY:****Opatření: Zateplení obvodového pláště**

Toto opatření se zabývá zateplením obvodového pláště budovy. Současný součinitel prostupu tepla obvodového pláště (stítová stěna, soklová část) je $U = 0,755 \text{ W/m}^2\text{K}$. Součinitel prostupu tepla nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Jako tepelná izolace je navržen expandovaný pěnový polystyrén fasádní EPS. Do výpočtu byl dosazen pěnový polystyrén EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory a příslušná tloušťka izolace konstrukce jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U ($\text{W/m}^2\text{K}$)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U_n	vypočítaný U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Štítová stěna + soklová část	EPS 120 mm	0,25	0,240	splňuje

Zateplení obvodového pláště		
Parametr	jednot.	hodnota
plocha	m^2	214,6
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	4,73
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	25,1

**Opatření: Zateplení stropní konstrukce**

Toto opatření se zabývá zateplením stropní konstrukce. Současný součinitel prostupu tepla $U = 0,314 \text{ W/m}^2\text{K}$ nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Zateplení je navrženo tepelnou izolací Climatizer Plus součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory jsou vyjádřeny v následující tabulce.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	navržený U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Stropní konstrukce	Climatizer Plus 100 mm	0,20	0,191	splňuje

Stropní konstrukce		
Parametr	jednot.	hodnota
Plocha stropu	m ²	632,6
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	1,97
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	10,4

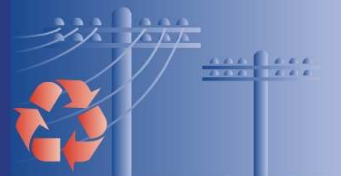
**„E“-GARÁŽE:****Opatření: Zateplení obvodového pláště**

Toto opatření se zabývá zateplením obvodového pláště budovy. Současný součinitel prostupu tepla obvodového pláště je $U = 1,223 \text{ W/m}^2\text{K}$. Součinitel prostupu tepla nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Jako tepelná izolace je navržen expandovaný pěnový polystyrén fasádní EPS. Do výpočtu byl dosazen pěnový polystyrén EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory a příslušná tloušťka izolace konstrukce jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	vypočítaný U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Obvodová stěna	EPS 140 mm	0,25	0,241	splňuje

Zateplení obvodového pláště		
Parametr	jednot.	hodnota
plocha	m ²	333,52
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	11,6
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	45,0

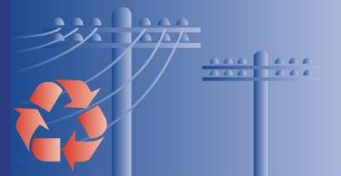
**Opatření: Zateplení stropní konstrukce**

Toto opatření se zabývá zateplením stropní konstrukce. Současný součinitel prostupu tepla $U = 0,972 \text{ W/m}^2\text{K}$ nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Zateplení je navrženo tepelnou izolací Climatizer Plus součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory jsou vyjádřeny v následující tabulce.

		Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U _n	navržený U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Stropní konstrukce	Climatizer Plus 150 mm	0,20	0,195	splňuje

Stropní konstrukce		
Parametr	jednot.	hodnota
Plocha stropu	m ²	452,4
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	9,75
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	37,1

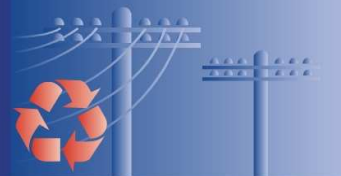
**Opatření: Výměna otvorových výplní**

Auditor se zabýval možností úspory energie výměnou současných z hlediska tepelné techniky nevyhovujících otvorových výplní. Navržena jsou okna a dveře se součinitelem prostupu tepla splňující požadavky ČSN 73 0540-2 pro „doporučené“ hodnoty součinitele prostupu tepla otvorových výplní $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se stavem po realizaci opatření a s tím spojené energetické úspory jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U ($\text{W/m}^2\text{K}$)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U_n	navržený U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Otvorové výplně	nové	1,20(1,70)	1,20(1,70)	splňuje

Výměna oken a dveří		
Parametr	jednot.	hodnota
Plocha oken a dveří	m^2	22,5
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	2,38
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	9,20

**Opatření: Zateplení vnitřní stěny**

Toto opatření se zabývá zateplením vnitřní stěny oddělující vytápěný a nevytápěný prostor. Současný součinitel prostupu tepla vnitřní stěny je $U = 2,110 \text{ W/m}^2\text{K}$. Součinitel prostupu tepla nesplňuje požadavek ČSN 73 0540-2 pro doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Jako tepelná izolace je navržen expandovaný pěnový polystyrén fasádní EPS. Do výpočtu byl dosazen pěnový polystyrén EPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$.

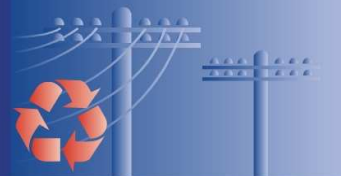
Porovnání tepelných ztrát stávajícího stavu se zatepleným a s tím spojené energetické úspory a příslušná tloušťka izolace konstrukce jsou vyjádřeny v následujících tabulkách.

		Součinitel prostupu tepla U ($\text{W/m}^2\text{K}$)		požadavky
Druh konstrukce	opatření	normovaný U_n	vypočítaný U	ČSN 73 0540-2
<i>Doporučená hodnota</i>				
Obvodová stěna	EPS 80 mm	0,40	0,375	splňuje

Zateplení obvodového pláště		
Parametr	jednot.	hodnota
plocha	m^2	54,66
Celková úspora - doporučené U konstrukce	kW	1,0
Celková úspora - doporučené U konstrukce	GJ	3,9

„F“-DĚTSKÝ DOMOV, „D“CVIČNÁ HALA:

Z hodnocení dle průměrného součinitele prostupu tepla vyplývá, že budova splňuje požadavek normy 73 0540-2 (2007) pro požadovaný součinitel prostupu tepla. Klasifikace tepelné náročnosti budovy je vyhovující. Z prvního pohledu je zřejmé, že zateplením obvodových konstrukcí a případně výměnou tvorových výplní, bychom dosáhli minimální úspory energie na vytápění při neúměrně vysoké vstupní investici. Auditor nenalezl žádné vhodné energeticky úsporné opatření.

**„ZMĚNA ZDROJE“:****Opatření: Změna zdroje vytápění**

Energetický auditor zvažoval možnost změny způsobu vytápění v areálu. Pro změnu vytápění byla navržena kotelna na biomasu. Ve výpočtech je uvažováno se spalováním obilí s možností spalování dřevních pelet. Pro současný stav je navržena sestava 5 kotlů s automatickým podáváním paliv. Tímto se sníží fixní náklady na obsluhu kotelny. Při deklarované ceně 3800 Kč/t paliva, výhřevnosti 19 GJ/t a fixních ročních nákladech 40 tis.Kč je stanovena cena energie v palivu 214,3 Kč/GJ při současné potřebě výroby tepla.

Dále je uvažováno s účinností kotle 91 %.

V následující tabulce je úspora energie za současného stavu, u sestavené varianty II se procentuálně sníží o úspory, které jsou dosaženy jednotlivými opatřeními. V této variantě je navržena sestava 4 kotlů. Výsledná cena energie v palivu je výpočtem stanovena na 219,1 Kč/GJ při dané potřebě výroby tepla.

V případě použití jiných opatření na úsporu tepla, je zapotřebí vstupní parametry přepočítat.

Uvedený rozbor finančních přínosů a vstupních investic je pouze orientační. Konkrétní návrh technického řešení kotelny, včetně regulace bude předmětem samostatného projektu.

Skutečný finanční přínos bude záviset na rozsahu nutných úprav stávajícího systému vytápění a ohřevu TV.

Kotelna na biomasu		
Parametr	jednot.	hodnota
Celková úspora	GJ	423,6



4.3 POTENCIÁL ENERGETICKÝCH ÚSPOR JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ

Náklady na realizaci opatření: protože má audit sloužit také pro účely Operačního programu Životního prostředí, byly pro realizaci jednotlivých variant použity rozpočtové investiční náklady dle PD. Vzhledem k tomu, že vlastník ani provozovatel objektu není plátcem DPH, a neuplatní tak její odpočet, jsou do výpočtů zahrnuty konečné ceny včetně DPH.

„A“-hlavní budova

„A“-hlavní budova		úspora za rok		Energetické náklady	
	plocha m ²	energie GJ	finanční tis.Kč	Kč/m ²	tis. Kč
zateplení obvodového pláště	1005,2	123,7	42,9	5000	5026,0
výměna otvorových výplní	803,4	257,7	89,4	8560	6877,1
výměna meziokenních vložek	263,3	38,1	13,2	7982	2101,7

„B“-přístavba kuchyně:

„B“-přístavba kuchyně		úspora za rok		Energetické náklady	
	plocha m ²	energie GJ	finanční tis.Kč	Kč/m ²	tis. Kč
zateplení obvodového pláště	541,9	40,8	14,2	4980	2698,7
výměna otvorových výplní	128,1	45,6	15,8	8560	1096,5



„C“-dílny:

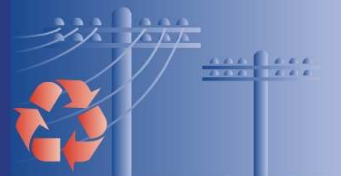
„C“-dílny	plocha m ²	úspora za rok		Investiční náklady	
		energie GJ	finanční tis.Kč	Kč/m ²	tis. Kč
zateplení štítové stěny a soklu	214,6	25,1	8,7	5386	1155,8
zateplení stropní konstrukce	632,6	10,4	3,6	200	126,5

„E“-garáže:

„E“-garáže:	plocha m ²	úspora za rok		Investiční náklady	
		energie GJ	finanční tis.Kč	Kč/m ²	tis. Kč
zateplení obvodového pláště	333,52	45,0	15,6	5116	1706,3
zateplení stropní konstrukce	452,4	37,1	12,9	234	105,9
výměna otvorových výplní	22,5	9,2	3,2	8560	192,6
zateplení vnitřní stěny	54,7	3,9	1,4	4500	246,0

„Změna zdroje“:

změna zdroje	úspora za rok		Investiční náklady
	energie GJ	finanční tis.Kč	tis. Kč
navržené hodnoty	423,64	516,64	6300,00



5. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Pro uvedená investiční opatření je zapotřebí stanovit tyto ekonomické ukazatele:

5.1 POSUZOVANÁ KRITÉRIA

Prostá doba návratnosti investice - T_s

Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz. Kritérium určuje, za jak dlouho pokryjí finanční úspory z projektu jeho investiční náklady. Prostou dobu návratnosti lze počítat jako rovnovážný bod kumulovaných příjmů a výdajů dle vztahu,

$$T_s = IN/CF$$

IN – investiční náklady*

CF – roční Cash - Flow projektu

Čistá současná hodnota - NPV

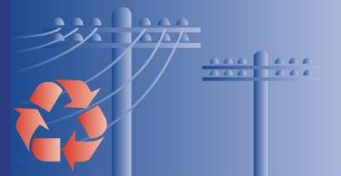
Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toku hotovosti. Toky hotovosti (Cash-Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují všechny hodnotové změny během života projektu. Pro hodnocení toku hotovosti se tyto upravují převodem z budoucích hodnot do současnosti. Hodnoty jsou zpravidla převedeny do období, kdy dochází k vynaložení největších investic. Takto převedená hodnota se nazývá současná hodnota. Průběžné pokrytí investic a dalších výdajů a příjmů vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají a představují skutečný stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo k tomuto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy. Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje NPV. Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření je za daných podmínek ekonomicky nevýnosné.

$$NPV = \left(\sum_{t=1}^{T_z} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \right) - IN$$

CF_t – Cash - Flow projektu v roce t

r – diskont

T_z – doba životnosti (hodnocení)



Vnitřní výnosové procento - IRR

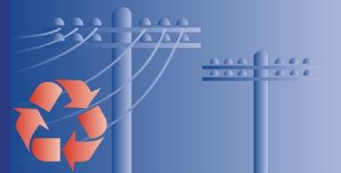
Vnitřní výnosové procento představuje hodnotu úrokové míry v procentech, při které hodnota NPV = 0. Tento ukazatel je užitečný jako měřítko efektivnosti investic. Stačí jej porovnat s úrovní úrokových měr na finančním trhu a investor vidí, zda je vhodné do příslušné varianty investovat.

$$0 = \left(\sum_{t=1}^{T_z} \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} \right) - IN$$

Reálná doba návratnosti - T_{ds}

Při uvažování současné hodnoty toků hotovosti lze určit dobu, ve které v daném projektu nastane rovnováha mezi příjmy a výdaji. Tato doba se označuje jako reálná doba návratnosti prostředků a lze ji považovat za kritérium se srovnatelnou vypovídající schopností jako NPV. Obecně lze reálnou dobu návratnosti stanovit z podmínky NPV = 0

$$\left(\sum_{t=1}^{T_{ds}} \frac{CF_t}{(1 + r)^t} \right) - IN = 0$$



5.2 EKONOMICKÉ UKAZATELE JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ

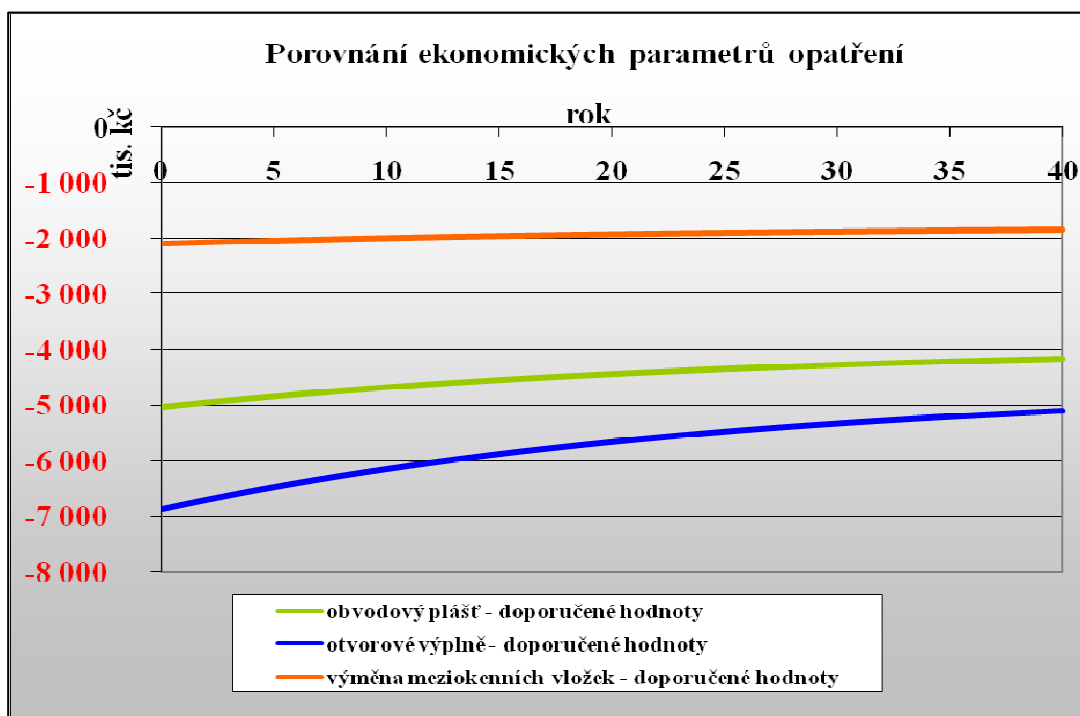
Pro následující výpočty bylo uvažováno s financováním investice z vlastních zdrojů při stanovené době životnosti 40 let (u změny zdroje tepla 15 let), danou diskontní sazbou 4% a stálém roční CF.

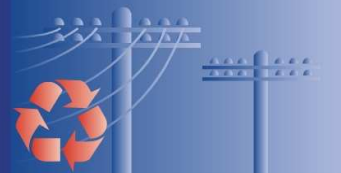
„A“-hlavní budova:

„A“-hlavní budova	Ts (roky)	NPV (tis.Kč)	IRR (%)	Tds (roky)
zateplení obvodového pláště	117,2	-4176,9	-4,48	x
výměna otvorových výplní	76,9	-5108,1	-2,88	x
výměna meziokenních vložek	159,0	-1840,1	-5,56	x

Poznámky:

x – reálná doba návratnosti přesahuje danou dobu životnosti



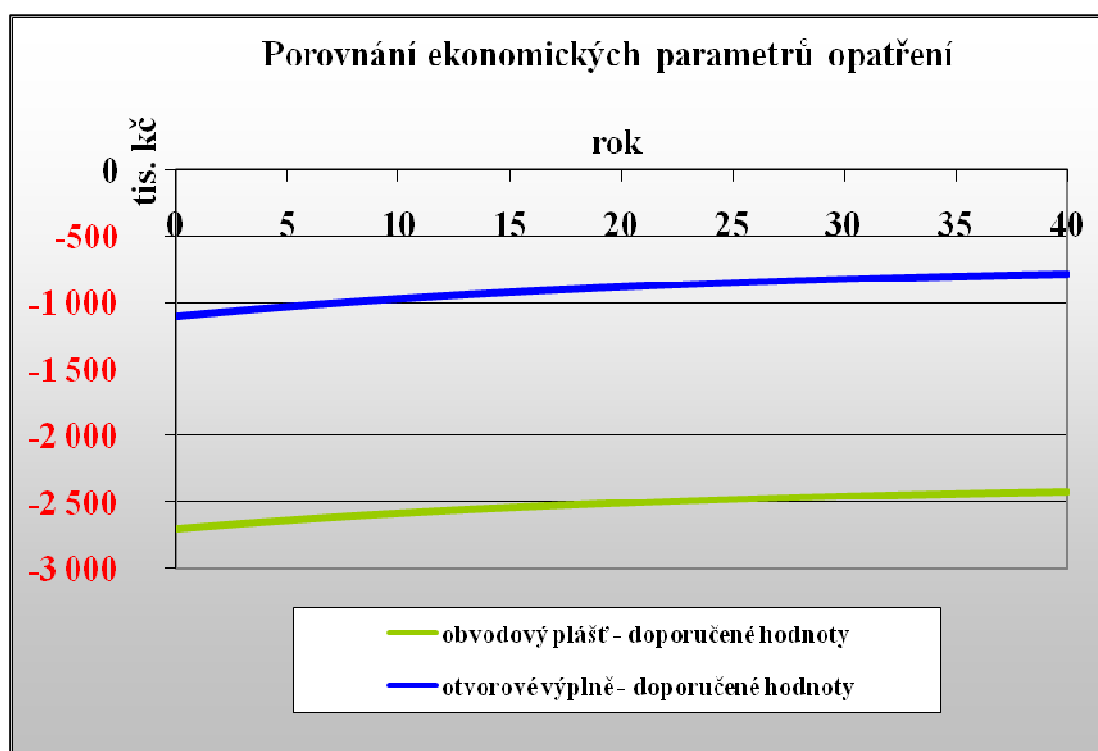


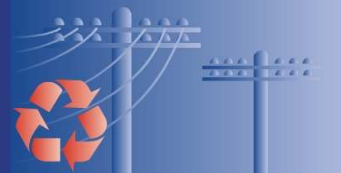
„B“-přístavba kuchyně:

„B“-přístavba kuchyně	Ts (roky)	NPV (tis.Kč)	IRR (%)	Tds (roky)
zateplení obvodového pláště	190,7	-2418,6	-6,17	x
výměna otvorových výplní	69,3	-783,5	-2,46	x

Poznámky:

x –reálná doba návratnosti přesahuje danou dobu životnosti



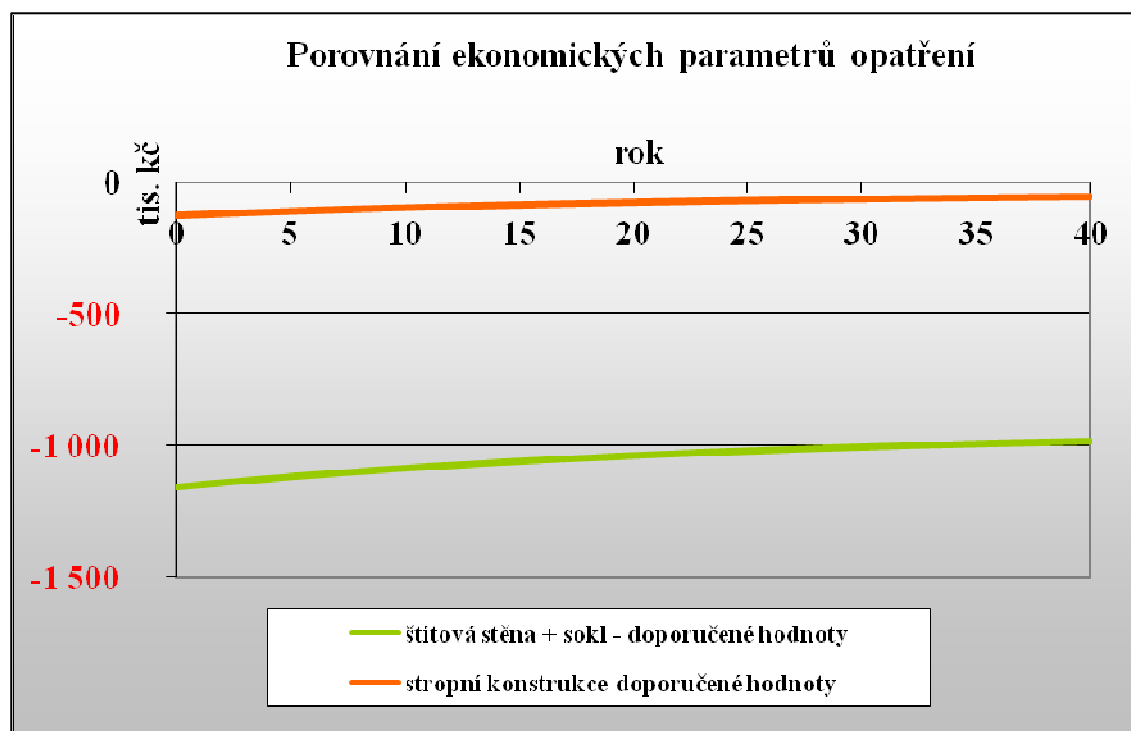


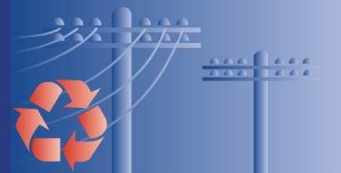
„C“-dílny:

„C“-dílny	Ts (roky)	NPV (tis.Kč)	IRR (%)	Tds (roky)
zateplení štítové stěny a soklu	132,8	-983,5	-4,93	x
zateplení stropní konstrukce	35,1	-55,1	0,65	x

Poznámky:

x – reálná doba návratnosti přesahuje danou dobu životnosti



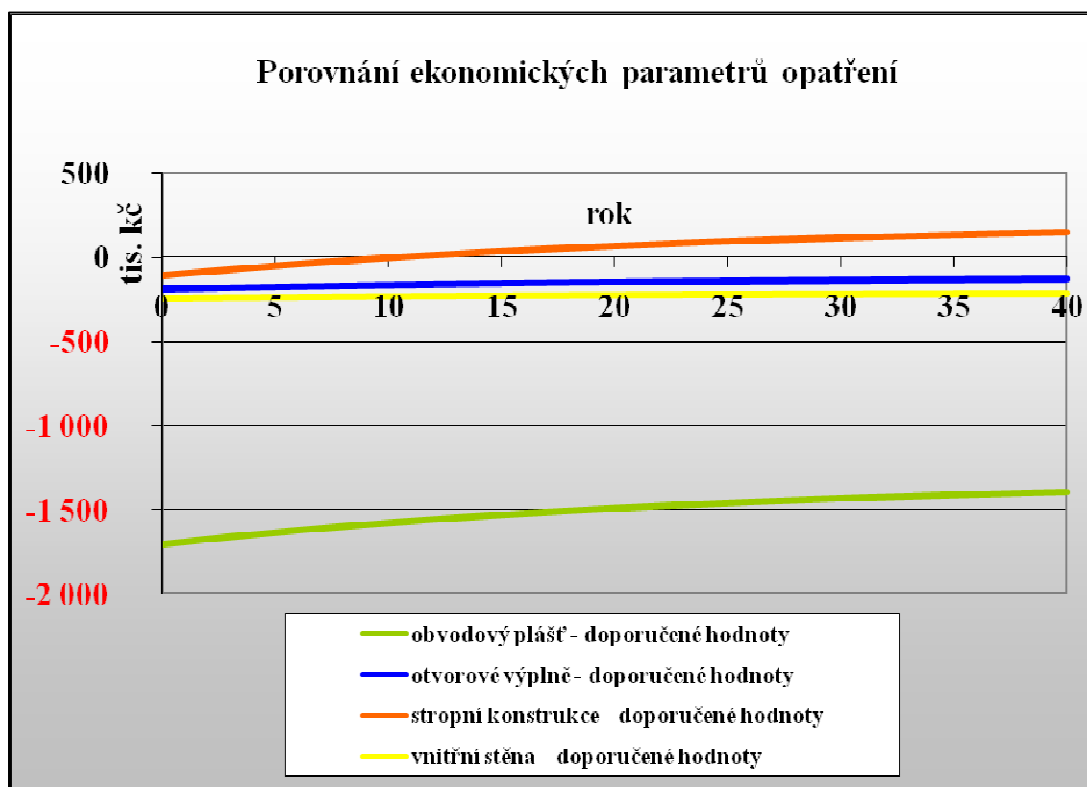


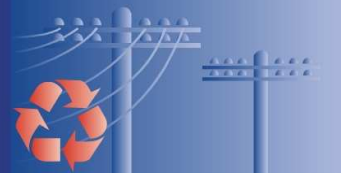
„E“-garáže:

„E“-garáže	Ts (roky)	NPV (tis.Kč)	IRR (%)	Tds (roky)
zateplení obvodového pláště	109,3	-1397,4	-4,23	x
zateplení stropní konstrukce	8,2	148,8	12,00	11
výměna otvorových výplní	60,4	-129,4	-1,89	x
zateplení vnitřní stěny	181,9	-219,2	-6,01	x

Poznámky:

x – reálná doba návratnosti přesahuje danou dobu životnosti



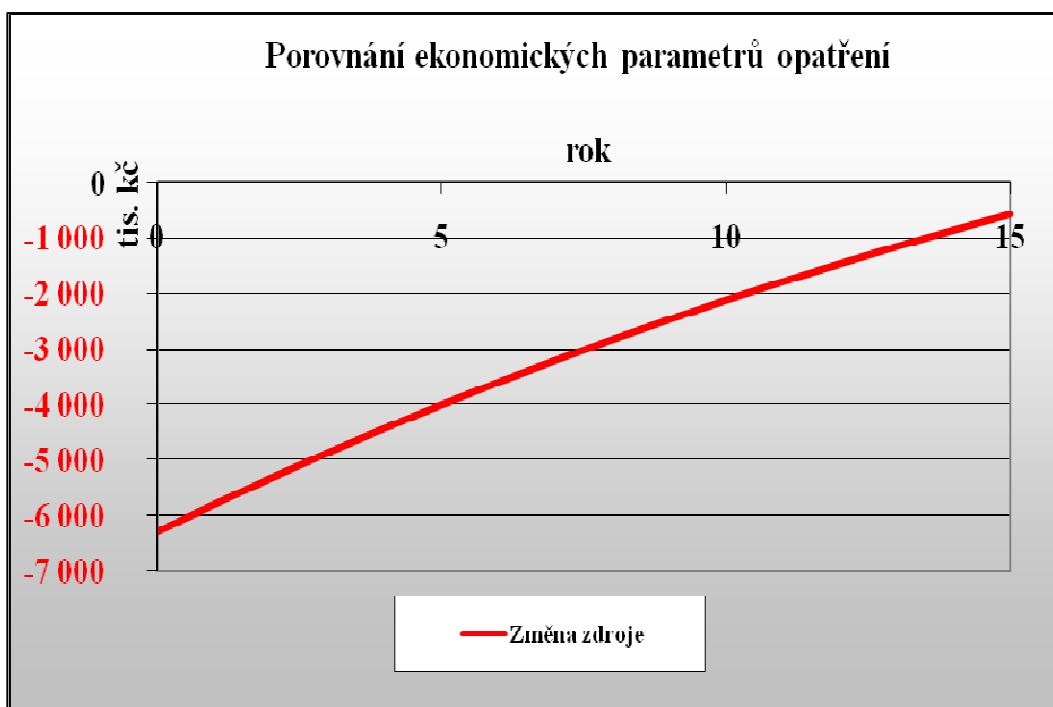


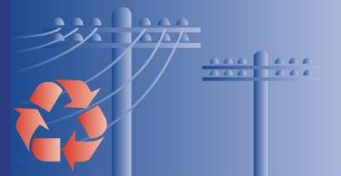
„Změna zdroje“:

změna zdroje	Ts (roky)	NPV (tis.Kč)	IRR (%)	Tds (roky)
Kotel na biomasu	12,2	-558,4	2,70	x

Poznámky:

x – reálná doba návratnosti přesahuje danou dobu životnosti





6. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Dle předchozích rozborů energetického, ekonomického potenciálu úspor a reálné návratnosti energetických investic jednotlivých opatření auditor navrhuje uspořádat opatření do dvou variant. Varianta I. obsahuje taková opatření, která souvisí se zateplením stavebních konstrukcí a výměnou otvorových výplní. Tyto opatření jsou v souladu s dosaženými tepelně technickými vlastnostmi konstrukcí dle ČSN 73 05 40. Do Varianty II. jsou zařazena jak stavební, tak technologická opatření.

Varianta I.

Provede se zateplení obvodového pláště:

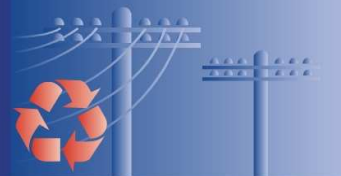
- „**A**“ **hlavní budova**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$. Náhrada meziokenních výplní za výplňové plynosilikátové zdivo tloušťky 300 mm s následným zateplením vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 50 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**B**“ **přístavba kuchyně**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**C**“ **dílň**: zateplení štitové stěny a soklu vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,240 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,241 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se zateplení stropního pláště:

- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 150 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**C**“ **dílň**: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 100 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.



Provede se zateplení vnitřní stěny mezi vytápěným a nevytápěným prostorem:

- „E“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 80 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$.
Takto upravená konstrukce bude splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se výměna stávajících oken a dveří:

Toto opatření se týká objektů:

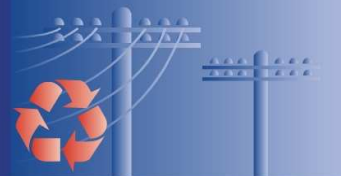
„A“ Hlavní budovy, „B“ přístavby kuchyně a „E“ garáže

Navrhované opatření zahrnuje výměnu případně zateplení stávajících oken a dveří a vrat, které nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2. Výplně otvorů budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ odpovídající "doporučené" hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 pro otvorové výplně. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Varianta II.

Provede se zateplení obvodového pláště:

- „A“ **hlavní budova**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$. Náhrada meziokenních výplní za výplňové plynosilikátové zdivo tloušťky 300 mm s následným zateplením vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 50 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „B“ **přístavba kuchyně**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „C“ **dílny**: zateplení štitové stěny a soklu vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,240 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „E“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,241 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se zateplení stropního pláště:

- „E“ garáže: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 150 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „C“ dílny: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 100 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se zateplení vnitřní stěny mezi vytápěným a nevytápěným prostorem:

- „E“ garáže: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 80 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravená konstrukce bude splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se výměna stávajících oken a dveří:

Toto opatření se týká objektů:

„A“ Hlavní budovy, „B“ přístavby kuchyně a „E“ garáže

Navrhované opatření zahrnuje výměnu případně zateplení stávajících oken, dveří a vrat, které nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2. Výplně otvorů budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ odpovídající "doporučené" hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 pro otvorové výplně. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Provede se změna zdroje na kotelnu na biomasu.



6.1 KLASIFIKACE PROSTUPU TEPLA OBÁLKOUBUDOVY PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY

Varianta I,II

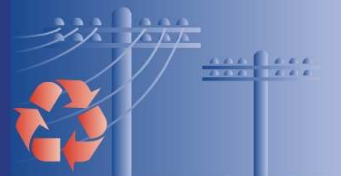
„A“ hlavní budova						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,27	128,78	0,63	0,86	0,74	C1	Vyhovující doporučené úrovni

„B“ přístavba kuchyně						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,47	31,96	0,69	0,80	0,87	C2	Vyhovující požadované úrovni



„C“ dílna						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,63	41,8	0,66	0,69	0,95	C2	Vyhovující požadované úrovni

„E“ garáže						
Objemový faktor tvaru budovy	Celkové vypočtené tepelné ztráty budovy	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Klasifikační ukazatel	Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A/V [m ² /m ³]	Qc [kW]	U_{em} [W/m ² K]	$U_{em,N}$ [W/m ² K]	CI		
0,69	26,16	0,50	0,52	0,98	C2	Vyhovující požadované úrovni



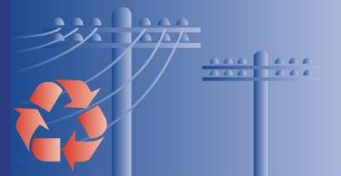
6.2 ENERGETICKÉ BILANCE PO REALIZACI NAVRŽENÝCH ÚPRAV

Variananta I.

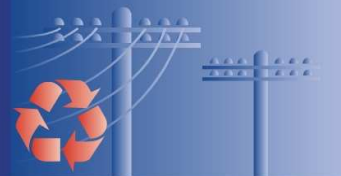
ř.	Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
		GJ/r	tis.Kč/r	GJ/r	tis.Kč/r
1	Vstupy paliv a energie	3 645,29	1 766,83	2 839,46	1 487,36
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie	3 645,29	1 766,83	2 839,46	1 487,36
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř. 3- ř. 4)	3 645,29	1 766,83	2 839,46	1 487,36
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	993,95	344,72	824,72	286,03
7	Spotřeba energie na vytápění + TV (z ř.5)	2 226,65	781,54	1 590,05	560,75
8	Spotřeba energie na ostatní procesy (z ř.5)	424,69	640,58	424,69	640,58

Variananta II.

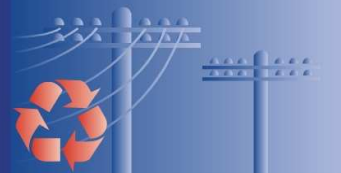
ř.	Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
		GJ/r	tis.Kč/r	GJ/r	tis.Kč/r
1	Vstupy paliv a energie	3 645,29	1 766,83	2 522,09	1 110,52
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie	3 645,29	1 766,83	2 522,09	1 110,52
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř. 3- ř. 4)	3 645,29	1 766,83	2 522,09	1 110,52
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	993,95	344,72	507,35	111,18
7	Spotřeba energie na vytápění + TV (z ř.5)	2 226,65	781,54	1 590,05	358,76
8	Spotřeba energie na ostatní procesy (z ř.5)	424,69	640,58	424,69	640,58

**6.3 CELKOVÝ POTENCIÁL ÚSPOR VARIANT****Varianta I.**

název opatření	pořizovací výdaje	Roční úspory					
		úspora energie		úspora osobních výdajů	úspora výdajů na opravy	úspora ostatních výdajů	úspora celkem
	tis. Kč	GJ/rok	tis. Kč/rok				
Navržená úsporná opatření							
zateplení plášťů	10 832,76	238,50	82,72	0,00	0,00	82,72	82,72
výměna meziokenních vložek	2 101,66	38,10	13,21	0,00	0,00	13,21	13,21
výměna, zateplení výplní otvorů	8 166,24	312,50	108,38	0,00	0,00	108,38	108,38
zateplení stopních konstrukcí	232,38	47,50	16,47	0,00	0,00	16,47	16,47
úspora v palivu	0,00	169,22	58,69	0,00	0,00	58,69	58,69
Celkem	21 333,04	805,82	279,48	0,00	0,00	279,48	279,48

**Varianta II.**

název opatření	pořizovací výdaje	Roční úspory					
		úspora energie		úspora osobních výdajů	úspora výdajů na opravy	úspora ostatních výdajů	úspora celkem
	tis. Kč	GJ/rok	tis. Kč/rok				
Navržená úsporná opatření							
zateplení pláštěů	10 832,76	238,50	158,39	0,00	0,00	158,39	158,39
výměna meziokenních vloček	2 101,66	38,10	25,30	0,00	0,00	25,30	25,30
výměna, zateplení výplní otvorů	8 166,24	312,50	207,54	0,00	0,00	207,54	207,54
zateplení střech	232,38	47,50	31,55	0,00	0,00	31,55	31,55
úspora v palivu a zdroji	5 900,00	486,60	233,54	0,00	0,00	233,54	233,54
Celkem	27 233,04	1 123,20	656,31	0,00	0,00	656,31	656,31



6.4 EKONOMICKÝ UKAZATEL VARIANT

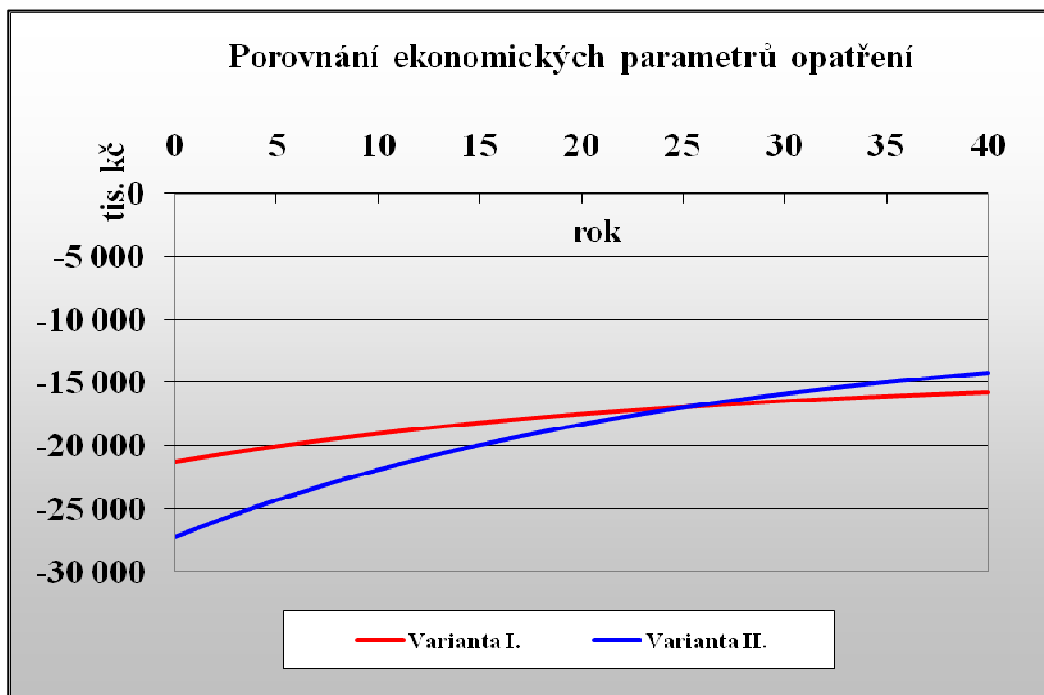
Pro následující výpočty bylo uvažováno s financováním investice z vlastních zdrojů při stanovené době životnosti 40 let, diskontní sazbou 4% a stálém ročním CF.

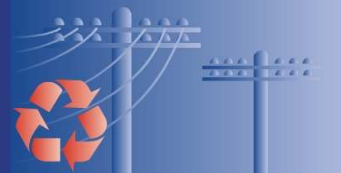
	úspora (GJ)	úspora (tis. Kč)	invest. náklady (tis. Kč)
Varianta I.	805,8	279,5	21 333,0
Varianta II.	1 123,2	656,3	27 233,0

	Ts (roky)	NPV (tis.Kč)	IRR (%)	Tds (roky)
Varianta I.	76,3	-15 801,4	-2,84	x
Varianta II.	41,5	-14 242,8	-0,18	x

Poznámky:

x – reálná doba návratnosti přesahuje danou dobu životnosti





7. ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ

Var I :

	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,77835	0,58593	0,19242
SO ₂	1,27614	1,00917	0,26698
NO _x	0,35136	0,30835	0,04301
CO	5,16174	3,87131	1,29043
CO ₂	477,95050	393,34150	84,60900
VOC	1,15663	0,86987	0,28676

Var II :

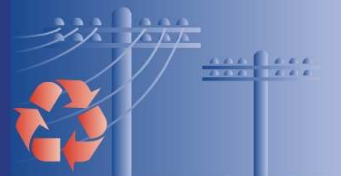
	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,77835	1,83761	-1,05926
SO ₂	1,27614	0,35786	0,91828
NO _x	0,35136	0,61821	-0,26684
CO	5,16174	0,16312	4,99862
CO ₂	477,95050	140,62750	337,32300
VOC	1,15663	0,15947	0,99716

Jelikož se jedná o zplyňovací kotle, u této technologie spalování jsou emise TZL na úrovni max. 20% a dále budou použity odlučovače pevných látek (cyklóny), kde je účinnost odlučování 85%, tímto dojde ke snížení emisí TZL viz. následující tabulka.



Var II :

	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,77835	0,05479	0,72356
SO ₂	1,27614	0,35786	0,91828
NO _x	0,35136	0,61821	-0,26684
CO	5,16174	0,16312	4,99862
CO ₂	477,95050	140,62750	337,32300
VOC	1,15663	0,15947	0,99716



8. ZÁVAZNÉ VÝSTUPY EA

8.1 HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

Posuzovaný objekt byl hodnocen jednak z hlediska kvality stavebních konstrukcí, jednak z hlediska rozvodů energií a také z hlediska výše jejich spotřeb. Po prozkoumání jejich současného stavu je možno konstatovat, že:

Spotřeba elektrické energie

– zvolená sazba odpovídá skutečné spotřebě.

Technický stav stavebních konstrukcí

- technický stav stavebních konstrukcí je dobrý. Tepelně technické vlastnosti některých konstrukcí nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2 ani pro "požadované" hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí.

Technický stav otopné soustavy

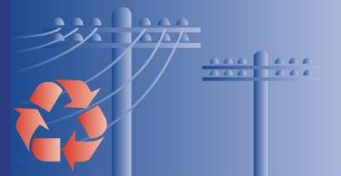
- otopná soustava nevykazuje závažné nedostatky.

Ohřev TV

- vypočítaná spotřeba odpovídá skutečné naměřené spotřebě SV. Ohřev teplé vody nevykazuje závažné nedostatky.

Osvětlení

- z výsledků informativního měření a prohlídky osvětlovacích soustav lze konstatovat, že osvětlovací soustavy jsou v dobrém stavu.



8.2 DOSAŽITELNÝ TECHNICKÝ POTENCIÁL ÚSPOR

Z dřívějšího rozboru je možno stanovit efektivně využitelný potenciál úspor, což vyjádřeno finančně představuje ročně částku až **656,31 tis.Kč** při úspoře energie **1 123,20 GJ**. Tyto úspory jsou vztaženy k současné ceně energie včetně DPH.

8.3 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Jako ekonomicky i enviromentálně výhodnější se jeví opatření obsaženy ve **variantě II**.

Provede se zateplení obvodového pláště:

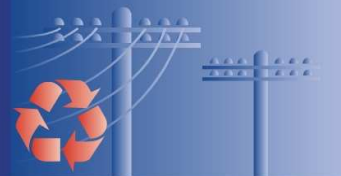
- „**A**“ **hlavní budova**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$. Náhrada meziokenních výplní za výplňové plynosilikátové zdivo tloušťky 300 mm s následným zateplením vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 50 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**B**“ **přístavba kuchyně**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**C**“ **dílny**: zateplení štítové stěny a soklu vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,240 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,241 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se zateplení stropního pláště:

- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 150 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**C**“ **dílny**: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 100 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.



Provede se zateplení vnitřní stěny mezi vytápěným a nevytápěným prostorem:

- „E“ garáže: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 80 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$. Takto upravená konstrukce bude splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se výměna stávajících oken a dveří:

Toto opatření se týká objektů:

„A“ Hlavní budovy, „B“ přístavby kuchyně a „E“ garáže

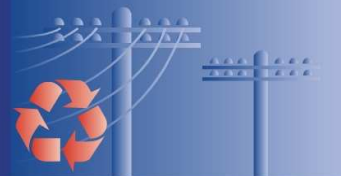
Navrhované opatření zahrnuje výměnu případně zateplení stávajících oken, dveří a vrat, které nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2. Výplně otvorů budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ odpovídající "doporučené" hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 pro otvorové výplně. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Provede se změna zdroje na kotelnu na biomasu.

8.4 ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE

8.4.1 Solární systém pro přípravu TV

Zvažovala se možnost nasazení slunečních kolektorů umístěných na střeše pro částečné pokrytí spotřeby tepla na ohřev TV. Vzhledem k tomu, že využívání školy v období letních prázdnin je výrazně omezeno, kdy je výroba tepla z instalovaného výkonu nejvyšší, nedoporučuje se aplikace tohoto druhu OZE. Další možností je změna zdroje na biomasu, což je řešeno v bodě 4.2.



8.5 ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ

Při realizaci zateplení je nutno dbát na minimalizaci tzv. tepelných mostů a tepelných vazeb. Jedná se například o zateplení ostění oken a také jejich patřičné utěsnění v místě napojení na okolní stěnové konstrukce. Dále mohou vznikat tepelné mosty a tepelné vazby v konstrukci lodžii.

Okrajové podmínky

Výstupy a doporučení uvedené v auditu, platí za podmínky, že veškeré vstupní údaje poskytnuté zadavatelem EA byly věrohodné a platné a že navržená opatření budou uplatňována a realizována způsobem uvedeným v EA. Efektivnost jednotlivých opatření může být příznivě či nepříznivě ovlivněna vzájemným rozdílem vývoje cen energií a cen stavebních prací v době realizace. Ekonomické hodnocení jednotlivých opatření je vztaženo k obvyklým cenám stavebních prací, přičemž nabídkové ceny jednotlivých dodavatelů se mohou od zadaných vstupních cen lišit, což bude mít za následek změnu uvedených ekonomických parametrů.

Zpracovatel:

Ing. Milan Szotkowski

Datum zpracování energetického auditu:

V Třanovicích, dne 30.4.2009

Podpis energetického auditora:

Ing. Vladimír Baginský

PŘÍLOHA č.1

Předmět EA		Střední škola zemědělská a lesnická.			
Adresa		Na Hrázi 1449, 738 01 Frýdek-Místek			
Zadavatel EA		MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ		Zástupce:	JUDr. Eva Kafková
Adresa zadavatele		28. října 117/2771, 702 18 Ostrava			
Telefon	595 622 222	Fax	-	E-mail	posta@kr-moravskoslezsky.cz
Charakteristika předmětu EA		Střední škola zemědělská a lesnická.			
Výchozí stav					
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)		<p>Jedná se o areál zemědělského učiliště postavený postupně v letech 1980-1994. Areál obsahuje hlavní školní budovu, ve které probíhá teoretická výuka. K hlavní budově je přistavěna kuchyně. V areálu jsou dále umístěny dvě montované haly. Jedna slouží jako dílny a druhá jako cvičná hala. Dalším objektem je budova garáží, která z části slouží k výuce a z části parkování vozidel a jiných zařízení. Poslední budovou v areálu je budova dětského domova, který však tvoří samostatný subjekt.</p> <p>Budovy v areálu jsou vlivem postupné výstavby i vlivem různého použití stavěny v různých konstrukčních soustavách a nebyly od ukončení výstavby rekonstruovány, pouze některé části byly zatepleny.</p> <p>Zdrojem tepla pro celý areál je kotelna na tuhá paliva umístěná v suterénu hlavní budovy. Palivem je koks, hnědé uhlí a palivové dřevo.</p>			
Vlastní energetický zdroj		Instalovaný tepelný výkon (MW)		Instal. el. výkon (MW)	
-		0,911		0,0	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.				Není	
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		2 537,96		
	Nákup (GJ/r)		0		
	Prodej (GJ/r)		0		
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)		0		
	Nákup (MWh/r)		120,19		
	Prodej (MWh/r)		0		
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)		3 645,29	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)		0
Spotřebič energie		Příkon (tep. ztráta) (kW)		Spotřeba energie (GJ/r)	Nositel energie
Vytápění		911		3 212,6	Teplá voda
TV		-		107,67	Teplá voda
Elektrické spotřebiče		230,03		432,69	Elektřina

Energeticky úsporný projekt

Stručný popis
doporučené
varianty

Provede se zateplení obvodového pláště:

- „**A**“ **hlavní budova**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$. Náhrada meziokenních výplní za výplňové plynosilikátové zdivo tloušťky 300 mm s následným zateplením vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 50 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**B**“ **přístavba kuchyně**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**C**“ **dílny**: zateplení štitové stěny a soklu vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 120 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,240 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 140 mm. Upravená konstrukce obvodového pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,241 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se zateplení stropního pláště:

- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 150 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,195 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- „**C**“ **dílny**: zateplení vrstvou tepelné izolace z climatizeru tl. 100 mm. Upravená konstrukce stropního pláště bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se zateplení vnitřní stěny mezi vytápěným a nevytápěným prostorem:

- „**E**“ **garáže**: zateplení vrstvou tepelné izolace z EPS tl. 80 mm. Upravená konstrukce bude mít součinitel prostupu tepla $U = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takto upravené konstrukce budou splňovat požadavek ČSN 73 0540-2 pro "doporučené" hodnoty součinitele prostupu tepla.

Provede se výměna stávajících oken a dveří:

Toto opatření se týká objektů:

- „**A**“ **Hlavní budovy**, „**B**“ **přístavby kuchyně** a „**E**“ **garáže**

Navrhované opatření zahrnuje výměnu případně zateplení stávajících oken, dveří a vrat, které nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2. Výplně otvorů budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ odpovídající "doporučené" hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 pro otvorové výplně. Dveřní výplně vedoucí do prostoru zádveří s nižší výpočtovou teplotou budou mít součinitel prostupu tepla $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Provede se změna zdroje na kotelnu na biomasu.

Investiční náklady (tis. Kč)	27 233,04	Z toho technologie (tis. Kč)		5 901,94
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)
	3 645,29	1 766,83	2 522,09	1 110,52
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r	
	1 123,20		0	
Environmentální přínosy				
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,77835	0,05479		0,72356
SO ₂	1,27614	0,35786		0,91828
NO _x	0,35136	0,61821		-0,26684
CO	5,16174	0,16312		4,99862
CO ₂	477,95050	140,62750		337,32300
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	656,3		Doba hodnocení (roky)	40
Prostá doba návratnosti (roky)	41,5		Diskont (%)	4
Reálná doba návratnosti (roky)	nad 40	NPV (tis. Kč)	-14 242,8	IRR (%) -0,18
Energetický auditor	ing.Vladimír Baginský		Č. osvědčení	091
Podpis			Datum	30.4.2009

Příloha č.1

Evidenční list