# ENERGETICKÝ AUDIT,
# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY
# MATEŘSKÁ ŠKOLA CHVALŠINY

***Zpracováno na základě smlouvy o dílo č. 12052.***




Ing. Karel Srdečný
Ing. Jan Truxa
Mgr. František Macholda, MBA
Ing. Jiří Beranovský, Ph.D., MBA


**únor 2012**

EkoWATT cz


ISO 9001 REGISTERED FIRM
URS CERTIFICATE NO. 29907

EkoWATT CZ s. r. o. je držitelem certifikátů
systému řízení kvality podle normy ISO 9001:2008 a
systému environmentálního managementu podle normy ISO 14001:2004

ISO 14001 REGISTERED FIRM
URS CERTIFICATE NO. 29907

**Identifikační údaje**

| **Předmět energetického auditu** | **Mateřská školka Chvalšiny** |
|---|---|
| **Zadavatel:** | Obec Chvalšiny |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Chvalšiny 38, 382 08 Chvalšiny |
| IČO nebo RČ: | 245 925 |
| tel.: | 724 191 435 |
| e-mail: | krejci@chvalsiny.cz |
| **Zastupuje:** | Pavel Krejčí |
| **Provozovatel:** | **Základní škola a Mateřská škola Chvalšiny** |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Chvalšiny 150, 382 08 Chvalšiny |
| IČO nebo RČ: | 60 084 316 |
| tel.: | 380 739 117 |
| fax: | 380 739 117 |
| e-mail: | zschvalsiny@quick.cz |
| **Zastupuje:** | Mgr. Eva Luštická, ředitelka |
| **Energetický auditor:** | Ing. Karel Srdečný |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Heydukova 12, České Budějovice |
| RČ nebo datum narození: | 6910231218 |
| IČ (bylo-li přiděleno): | 65042841 |
| číslo a datum vydání oprávnění: | 074<br>vydáno 23. 5. 2002 |
| **Zpracovatel:** | **EkoWATT CZ s.r.o.** |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Ke hřišti 70, 267 03 Hudlice |
| kontaktní adresa: | Bubenská 6, Praha 7, 170 00 |
| IČ, DIČ | 275 99 817, CZ 275 99 817 |
| tel.: | +420 266 710 247 |
| fax: | +420 266 710 248 |
| e-mail: | ekowatt@ekowatt.cz |
| www: | www.ekowatt.cz |
| Statutární zástupce: | Ing. Jiří Beranovský, Ph.D., MBA |
| Předmět činnosti: | Poradenská a konzultační činnost v energetice. |
| Bankovní spojení: | Raiffeisenbank, a.s., Milady Horákové 10, Praha 7 |
| Číslo účtu: | |
| **Autoři:** | Ing. Karel Srdečný<br>Mgr. František Macholda, MBA<br>Ing. Jan Truxa<br>Ing. Jiří Beranovský, Ph.D. , MBA |
| **Šíření:** | Dokument lze užívat pouze ve smyslu příslušné smlouvy o dílo. Kopírování a roMŠiřování je možné pouze po předchozím souhlasu statutárního zástupce EkoWATTu. |

**OBSAH**

1. PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU ..... 5
1.1. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ 5
1.2. ZÁMĚR ZADAVATELE EA 5
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU ..... 6
2.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU EA NEBO PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI 6
2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ 7
2.3. NOVÁ BUDOVA MŠ 7
2.4. STARŠÍ BUDOVA 9
2.5. TEPELNÉ ZTRÁTY 9
2.6. TEPELNĚ – TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ 10
2.7. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPECH A VÝSTUPECH 10
2.8. ELEKTŘINA 11
2.9. ZEMNÍ PLYN 11
2.10. CENA TEPLA 12
2.11. ELEKTRICKÉ OSVĚTLENÍ 13
2.12. PŘÍPRAVA TUV 14
2.13. OTOPNÁ SOUSTAVA 14
2.14. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZDROJI TEPLA 14
2.15. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ROZVODECH ENERGIE 15
2.16. MĚŘENÍ A REGULACE 15
2.17. POPIS PROVOZU A ZANEDBANÉ ÚDRŽBY 16
3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU ..... 17
3.1. SPOTŘEBA TEPLA PRO TUV 17
3.2. TEORETICKÁ SPOTŘEBA TEPLA 17
3.3. MODEL SPOTŘEBY BUDOVY 18
3.4. VYHODNOCENÍ OBÁLKY BUDOVY Z HLEDISKA ČSN 73 0540-2:2011 19
3.5. VYHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI OBJEKTU DLE VYHLÁŠKY Č. 148/2007 SB. 19
3.6. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE 20
3.7. ROČNÍ VYUŽITÍ ZDROJE TEPLA 20
4. NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE ..... 21
4.1. ENERGETICKÝ MANAGEMENT, PODRUŽNÉ MĚŘENÍ 21
4.2. TARIF PRO ODBĚR ELEKTŘINY 21
4.3. OSVĚTLENÍ 22
4.4. ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN 22
4.5. ZATEPLENÍ STROPŮ POD PŮDOU 23
4.6. ZATEPLENÍ PLOCHÝCH STŘECH 23
4.7. IZOLACE PODLAH NA TERÉNU 23
4.8. VÝMĚNA OKEN 23
4.9. ZASKLENÍ LODŽIÍ 24
4.10. SKLOBETONOVÉ STĚNY (LUXFERY) 24

4.11. VÝMĚNA VSTUPNÍCH DVEŘÍ 24
4.12. POUŽITÍ KONDENZAČNÍHO KOTLE 24
4.13. BIOMASA 25
4.14. SOLÁRNÍ ENERGIE 26
4.15. TEPELNÉ ČERPADLO 26
4.16. IZOLACE ROZVODŮ 26
4.17. VZDUCHOTECHNIKA 26
4.18. NÁKLADY NA ÚSPORNÁ OPATŘENÍ 27
5. VARIANTY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ ..... 28
5.1. VYBRANÝ SOUBOR OPATŘENÍ S RYCHLOU NÁVRATNOSTÍ 29
6. SROVNÁNÍ A VYHODNOCENÍ VARIANT ..... 30
6.1. TEPELNÉ ZTRÁTY VE VARIANTÁCH 30
6.2. HODNOCENÍ PODLE ČSN 730540. 31
6.3. UPRAVENÉ ENERGETICKÉ BILANCE 32
7. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ ..... 34
7.1. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ DLE METODIKY EA 35
7.2. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VČ. PŘEDPOKLÁDANÉHO RŮSTU CEN ENERGIÍ 36
7.3. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ 39
8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU ..... 41
8.1. HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ 41
8.2. CELKOVÁ VÝŠE DOSAŽITELNÝCH ENERGETICKÝCH ÚSPOR 41
8.3. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY 41
8.4. PŘEDPOKLADY DOSAŽENÍ CÍLOVÝCH HODNOT A JEJICH GARANCE 42
8.5. MOŽNOST FINANCOVÁNÍ METODOU EPC 42
8.6. ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ 43
8.7. EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU 43
*SEZNAM TABULEK* 44
*SEZNAM OBRÁZKŮ* 45

## Přílohy:

PŘÍLOHA 1: **EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU**
PŘÍLOHA 2: **ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY: REFERENČNÍ BUDOVA, VÝCHOZÍ STAV, DOPORUČENÁ VARIANTA**
PŘÍLOHA 3: **ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY - GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ**
PŘÍLOHA 4: **TABULKA PŘÍNOSY OPATŘENÍ**

**SEZNAM ZKRATEK:**

| | |
|---|---|
| EA | energetický audit |
| E.ON | E.ON a.s. |
| EPC | Energy Performance Contracting |
| IRR | vnitřní výnosové procento |
| JČP | Jihočeská plynárenská, a.s. |
| KJ | kogenerační jednotka |
| KZS | kontaktní zateplovací systém |
| MIV | meziokenní izolační vložka |
| NN | nízké napětí |
| NP | nadzemní podlaží |
| NPV | čistá současná hodnota |
| OO | otopné období |
| OPŽP | Operační program Životní prostředí |
| OZE | obnovitelné zdroje energie |
| PP | podzemní podlaží |
| PPS | pěnový (expandovaný) polystyren |
| PUR | polyuretan |
| SEI | Státní energetická inspekce |
| SFŽP | Státní fond životního prostředí |
| TRV | termoregulační ventily |
| TUV | teplá užitková voda |
| TZB | technické zařízení budov |
| PP | podzemní podlaží |
| REZZO | Registr zdrojů znečištění ovzduší |
| ÚT | ústřední vytápění |
| VZT | vzduchotechnika |
| XPS | extrudovaný polystyren |
| ZP | zemní plyn |
| ZTI | zdravotně-technická instalave |
| ŽB | železobeton |

# 1. PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU

Předmětem EA je mateřská škola ve Chvalšinách. Objekt sestává ze dvou budov. Starší budova je z r. 1930, v roce 2003 byly rekonstruovány vnitřní prostory. Novější budova je ze sedmdesátých let minulého století (výstavba v tzv. akci Zet). Obě budovy jsou plně podsklepené, mají dvě nadzemní podlaží a nevyužívanou půdu. Spojovací chodba má plochou střechu a podsklepení tvoří průlezný prostor.
V novější budově je provoz MŠ – učebny, jídelna, chodby a další prostory. V suterénu je kotelna. dále knihovna a klubovna. Ve starší budově je kuchyně MŠ (1 PP), dále ordinace a čekárny a příslušenství (1 NP) a dva byty (2 NP). Celý objekt je vytápěn z centrální kotelny.

## 1.1. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

| | |
|---|---|
| **Název dokladu:** | Energetický audit MŠ Chvalšiny |
| Obsah dokladu: | Energetický audit |
| Podklad vypracoval: | EkoWATT CZ s.r.o., |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Švábky 2, 180 00 Praha 8 |
| Vypracoval: | Karel Srdečný, 2008 |
| **Název dokladu:** | Kopie faktur za elektřinu a plyn 2004 - 2006 |
| Obsah dokladu: | Přehled spotřeb a nákladů na energie |
| Podklad vypracoval: | Mateřská škola Chvalšiny |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Chvalšiny 38 |
| Vypracoval: | Pavel Krejčí |
| ***Název dokladu:*** | Stavební úpravy MŠ Chvalšiny |
| *Obsah dokladu:* | Projekt rekonstrukce starší budovy – prováděcí projekt |
| *Podklad vypracoval:* | SP studio, s.r.o. |
| *sídlo (ulice, PSČ, město)*: | Rybářská 8, Č. Krumlov |
| *tel.:* | 380 712 671 |
| *e-mail:* | admin@spstudio.cz |
| Vypracoval: | Ing. Pavel Pecha, 2003 |
| ***Název dokladu:*** | MŠ Chvalšiny |
| *Obsah dokladu:* | Stavební projektová dokumentace |
| *Podklad vypracoval:* | Okresní stavební podnik |
| *sídlo (ulice, PSČ, město)*: | Č. Krumlov |
| Vypracoval: | Ing. Jiří Janoušek, 1977 |
| **Název dokladu:** | Fotodokumentace |
| Obsah dokladu: | Fotografie objektů a jejich částí |
| Podklad vypracoval: | EkoWATT |
| sídlo (ulice, PSČ, město): | Žižkova 1, České Budějovice |
| Vypracoval: | Ing. Karel Srdečný, 2007 |

## 1.2. ZÁMĚR ZADAVATELE EA

Záměrem zadavatele je pořízení EA v souladu se zákonem a zlepšení tepelně-technických a energetických vlastností domu a případné využití energetického auditu k žádosti o dotace v rámci Operačního programu Životní prostředí (OPŽP).

**Zpracovatel vycházel při vypracování ze znění a požadavků XXXV. výzvy vyhlášené v rámci OPŽP, Prioritní osa 3, oblast podpory 3.2.**

Na základě analýzy současného stavu jsou navržena možná opatření, která budou oceněna z hlediska investičních nákladů, a je vyčíslen jejich ekonomický a energetický přínos.

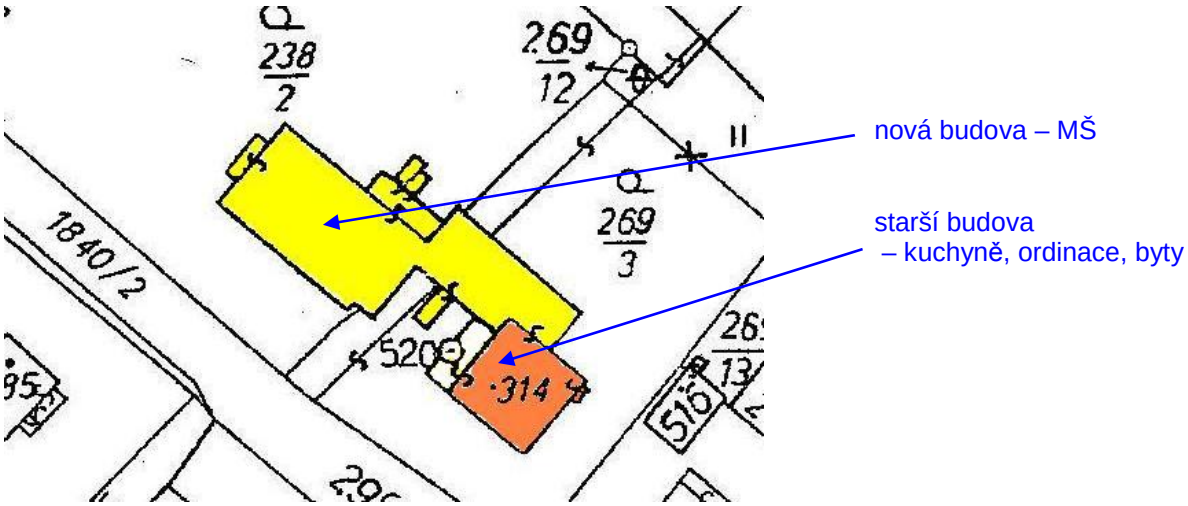
# 2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

## 2.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU EA NEBO PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI

Předmětem EA je mateřská škola ve Chvalšinách. MŠ má 2 budovy různého stáří.

Starší budova je z r. 1930, v roce 2003 byly rekonstruovány vnitřní prostory. Má zhruba čtvercový půdorys, 1 PP a 2 NP. Střecha valbová, s nevyužívanou půdou. Suterenní podlaží vystupuje je cca do poloviny výšky nad terén. V 1 PP je kuchyně pro MŠ. V 1 NP jsou ordinace, čekárny a příslušenství. Ve 2 NP jsou dva byty (3+1 a 1+0), které obec pronajímá.

Novější budova je ze sedmdesátých let minulého století. Byla stavěna v tzv. akci Zet. Větší část budovy je obdélníkového půdorysu, třípodlažní. Část tvoří chodba, původně jako spojovací se starším objektem, v současnosti jsou spojovací dveře uzavřeny a nevyužívají se. K chodbě přiléhá jídelna, a dvoupodlažní křídlo přistavěné ke starší budově. V 1 PP je kotelna a uhelna, dále místnost obecní knihovny a klubovna. V 1 a 2 NP jsou herny MŠ a další provozní prostory. Střecha sedlová, s nevytápěnou půdou. V prostoru půdy je strojovna vysílače mobilního operátora, se samostatným měřením spotřeby elektřiny – není předmětem EA.




*Obrázek 1: MŠ Chvalšiny – situace.*



*Obrázek 2: MŠ Chvalšiny – letecký pohled.*

Kotelna je umístěna v suterénu novější budovy. V roce 1997 byly v původní uhelně instalovány dva plynové kotle a provedeny úpravy v regulaci. Původní uhelné kotle jsou zachovány, rovněž většina stávajících rozvodů.

MŠ a kuchyně je v provozu v pracovních dnech, cca od 6 do 16 hodin, v létě obvykle 6 týdnů mimo provoz. Během roku je zde cca 50 dětí a 6 osob personálu. Ordinace jsou v provozu v pracovních dnech.

| Geometrické parametry budovy | | | MŠ |
|---|---|---|---|
| Plocha ochlazovaných konstrukcí | A | $m^2$ | 2 360,6 |
| Obestavěný prostor budovy | V | $m^3$ | 5 466,0 |
| Geometrická charakteristika budovy | A/V | $m^{-1}$ | 0,43 |

*Tabulka 1: Rozměry a geometrická charakteristika budov.*

## 2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

| Parametry vnějšího a vnitřního prostředí – klimatická oblast Č. Krumlov | | | |
|---|---|---|---|
| Oblastní výpočtová teplota | $t_{eo}$ | -18 | °C |
| Vnitřní teplota | $t_i$ | 20 | °C |
| Střední teplota ve vytápěcím období | $t_e$ | 3,1 | °C |
| Počet dní vytápěcího období | **dní** | 243 | dny |
| Denostupňů výpočtově | | 4107 | den.K |

*Tabulka 2: Klimatické údaje.*

## 2.3. NOVÁ BUDOVA MŠ

Novější budova je ze sedmdesátých let minulého století. Byla stavěna v tzv. akci Zet. Větší část budovy je obdélníkového půdorysu, třípodlažní, se sedlovou střechou (nevytápěná půda). V původním projektu se uvažovala výstavba krátké spojovací chodby ke staršímu objektu se vstupním schodištěm, jako dvoupodlažní objekt (1 PP a 1 NP) s plochou pochozí střechou. Oproti projektu se k chodbě ze severu dostavila ještě jídelna a dvoupodlažní přístavba ke starší budově. V této přístavbě jsou WC a technické prostory ordinací a bytů umístěných ve straší budově. K této části objektu není dokumentace, pouze částečné zaměření skutečného stavu.

Celý objekt, vč. chodeb je plně podsklepen. Pod přístavbou jídelny je jen průlezný prostor.

Konstrukční systém budovy je stěnový. Obvodové a vnitřní nosné stěny jsou z plných cihel tl. 450 mm. Část obvodového zdiva je z tvárnic Isostone tl. 250 mm, zejména stěny chodby. Materiál stěn přístavby křídla starší budovy a jídelny není znám, vzhledem k tl. stěn 450 mm se předpokládá plná cihla.

Okna jsou dřevěná, dvojitá, původní.

Stropy nad suterénem (vesměs jde o nevytápěné prostory) jsou ze stropních panelů tl. 300 mm, bez tepelné izolace. Podlahy jídelny a spojovací chodby jsou zespoda izolovány 60 mm PPS. Stropy pod půdou jsou rovněž tvořeny stropními panely, s izolací z minerální vaty tl. 80 mm a betonovou mazaninou.

Střechy spojovací chodby jsou v projektu uvažovány jako jednoplášťové ploché, s izolací ze skelné vaty tl. 80 mm, s pochozí betonovou dlažbou. Ve skutečnosti jsou opatřeny lepenkovou krytinou a nevstupuje se na ně.

Původní vstup do objektu MŠ z ulice se nevyužívá, hlavní vstup je po zastřešeném schodišti ze strany zahrady.



*Obrázek 3: Nová budova MŠ.*



*Obrázek 4: Celkový pohled od severovýchodu.*

## 2.4. STARŠÍ BUDOVA

Budova čtvercového půdorysu z roku 1970, v sedmdesátých letech byla rozšířena o křídlo směrem do zahrady (viz výše). V roce 2003 byly rekonstruovány vnitřní prostory.

Skladba konstrukcí není známa, původní dokumentace není k dispozici. Kvůli projektu rekonstrukce byl zaměřen současný stav. Projekt předpokládal i výstavbu dvou bytů v podkroví, v prostoru nevytápěné půdy. K této výstavbě nedošlo a půda je v původním stavu, nevytápěná.

Přepokládá se, že obvodové zdivo je z plných cihel, tl. 700 mm. Skladby vodorovných konstrukcí se uvažují podle obdobných budov a dobových zvyklostí.

Okna jsou dřevěná, dvojitá, v části přistěvěného křídla dřevěná zdvojená. Vchodové dveře původní.



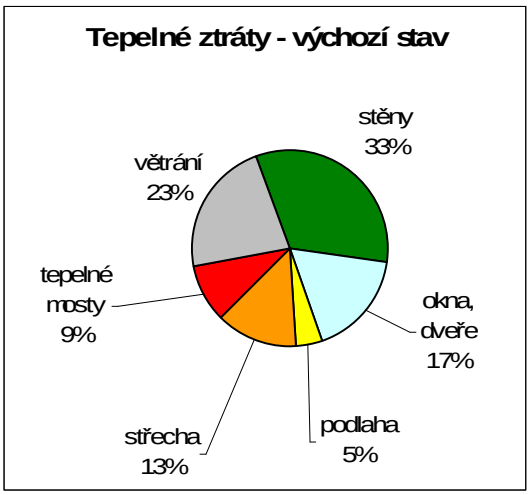
*Obrázek 5: Starší budova MŠ.*

## 2.5. TEPELNÉ ZTRÁTY

Tepelné ztráty jsou stanoveny pro výpočtovou venkovní teplotu – 18 °C (Č. Krumlov).

| [kW] | |
|---|---|
| stěny | 43,6 |
| okna, dveře | 24,9 |
| podlaha | 5,4 |
| střecha | 16,1 |
| tepelné mosty | 12,0 |
| větrání | 30,0 |
| **celkem** | **132,1** |

*Tabulka 3: Tepelné ztráty.*




*Obrázek 6: Rozložení tepelných ztrát.*

## 2.6. TEPELNĚ – TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ

Tepelně-technické vlastnosti konstrukcí nevyhovují současným požadavkům ČSN 730540. To je dáno stářím a konstrukcí budov.

V době zpracování projektové dokumentace a realizace objektu byla v platnosti změna č. 4 ČSN 73 0540:64 platná od 1. 6. 1975.

V energetickém auditu jsou konstrukce posuzovány dle *ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov, části 1 a 4* platné od června 2005, *části 3* platné od listopadu 2005 a dále *části 2 (Tepelná ochrana budov – požadavky) ČSN 73 0540-2,* platné od listopadu 2011.

| | Název konstrukce | Součinitel prostupu tepla U W/m$^2$.K | Pož. ČSN $U_N$ W/m$^2$.K | Vyhovuje |
|---|---|---|---|---|
| Nová budova | Obvodová stěna tl. 450 mm (z plných cihel ) | 1,37 | 0,30 | ne |
| | Obvodová stěna tl. 250 mm (z tvárnic Isostone) | 1,25 | 0,30 | ne |
| | Strop pod půdou MŠ | 0,53 | 0,30 | ne |
| | Plochá střecha chodby a jídelny MŠ | 0,53 | 0,24 | ne |
| | Strop nad suterénem MŠ | 0,50 | 0,60 | ano |
| | Strop nad suterénem jídelny a chodby | 0,56 | 0,60 | ano |
| | Podlaha na terénu (knihovna, jídelna) | 0,50 | 0,45 | ne |
| | Okna (okno dřevěné zdvojené netěsné) | 2,70 | 1,5 | ne |
| | Sklobetonové stěny (luxfery) | 3,20 | 1,5 | ne |
| | Dveře vchodové (dřevěné prosklené) | 4,7 | 1,5 | ne |
| Starší budova | Obvodová stěna tl. 700 mm (z plných cihel ) | 0,94 | 0,30 | ne |
| | Strop pod půdou původní | 1,20 | 0,30 | ne |
| | Podlaha na terénu | 0,56 | 0,45 | ne |
| | Okna (okno dřevěné dvojité netěsné) | 2,80 | 1,5 | ne |
| | Dveře vchodové (dřevěné prosklené) | 4,7 | 1,5 | ne |

*Tabulka 4: Konstrukce – výchozí stav.*

## 2.7. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPECH A VÝSTUPECH

Níže uvedené hodnoty jsou skutečné spotřeby v roce 2010. Pro další výpočty se však uvažuje spotřeba tepla v klimaticky normálním roce.

| pro rok: 2010 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vstupy paliv a energie | Jednotka | Množ. | Výhřevnost [GJ/jednotku] | Přepočet na GJ | Roční náklady v Kč |
| Nákup el.energie | MWh | 19,3 | 3,6 | 69,3 | 92066 |
| Nákup tepla | GJ | | | | |
| Zemní plyn | MWh | 330,7 | 3,6 | 1190,7 | 427 560 |
| Hnědé uhlí | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Černé uhlí | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Koks | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LTO | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nafta | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jiné plyny / propan | t | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jiná paliva | GJ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Celkem vstupy paliv a energie** | | | | **1 260,0** | **519 626** |

*Tabulka 5: Základní údaje o energetických vstupech a výstupech.*

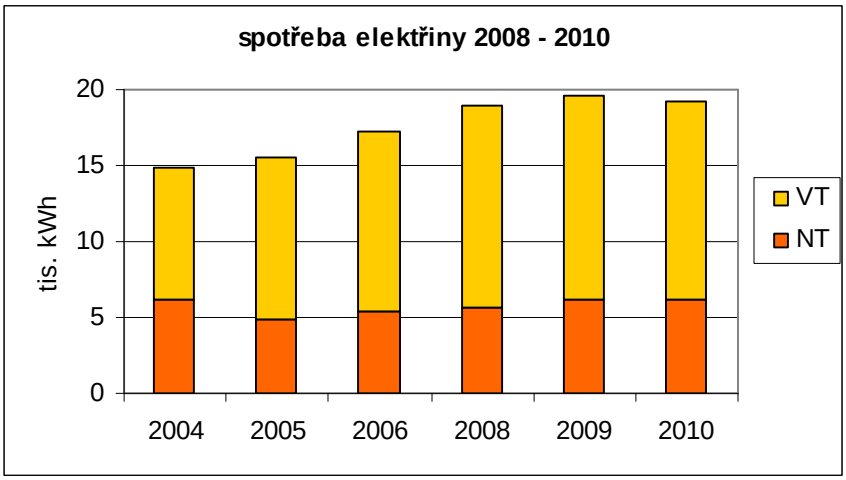
## 2.8. ELEKTŘINA

Objekt je napájen elektrickou energií z distribuční sítě E.ON a.s. V objektu je jedno odběrné místo, Sazba C25d jistič 3 x 50 A. Silová el. je odebírána od E.ON Elektroměr se odečítá jednou ročně, ev. při změně ceny během roku. Spotřeba v letech 2007 a 2011 není známa.

Elektrická energie se využívá zejména pro technologii kuchyně (vaření, chlazení), dále pro osvětlení a spotřebiče v budově MŠ.
Každý z obou bytů má vlastní elektroměr. Spotřeba elektřiny v bytech není předmětem EA.

| | spotřeba VT kWh | spotřeba NT kWh | celkem kWh | náklady Kč | prům. cena Kč/kWh |
|---|---|---|---|---|---|
| 2004 | 8638 | 6210 | 14 848 | 46 429 | 3,127 |
| 2005 | 10702 | 4851 | 15 553 | 41 401 | 2,662 |
| 2006 | 11842 | 5386 | 17 228 | | |
| 2008 | 13265 | 5721 | 18 986 | | |
| 2009 | 13464 | 6180 | 19 644 | | |
| 2010 | 13106 | 6148 | 19 254 | 92 066 | 4,78 |
| průměr | **13278** | **6016** | **19 295** | | |

*Tabulka 6: Spotřeba elektřiny 2004 – 2011 a platby.*



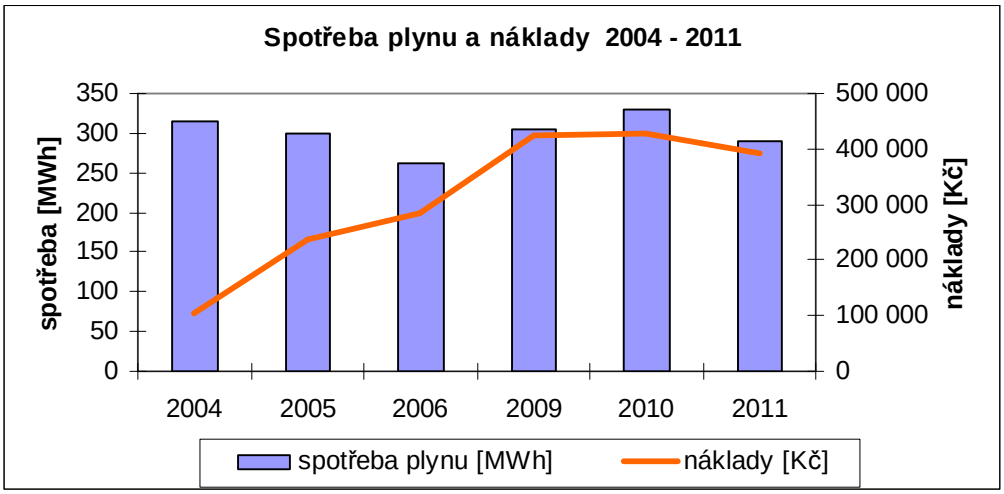

*Obrázek 7: Spotřeba elektřiny.*

## 2.9. ZEMNÍ PLYN

Zemní plyn dodává JČP, a.s., od roku 2007 E.ON. Používá se pro vytápění a pro ohřev TUV v kuchyni a MŠ. V kotelně jsou osazeny dva stacionární kotle Viadrus G 100 s výkonem 2 x 105 kW a přímo ohřívaný plynový bojler John Wood 220 l s příkonem 10 kW. V kuchyni je druhý přímo ohřívaný plynový bojler Ever Kleen 190 l. Plyn se měří na vstupu do objektu pro celý objekt dohromady. Spotřeba je známa jen jako roční souhrn, spotřeba pro roky 2007 a 2008 není známa.

| | spotřeba MWh | náklady Kč | cena Kč/kWh |
|---|---|---|---|
| 2004 | 313,513 | 103 965 | 2004 |
| 2005 | 300,556 | 237 010 | 2005 |
| 2006 | 261,867 | 282 449 | 2006 |
| 2009 | 303,916 | 423 671 | 2009 |
| 2010 | 331 | 427 560 | 2010 |
| 2011 | 290 | 390 943 | 2011 |

*Tabulka 7: Spotřeba plynu 2004 – 2011 a platby.*




*Obrázek 8: Spotřeba plynu 2004 – 2006 a platby*.

## 2.10. CENA TEPLA

Pro další výpočty byla stanovena cena tepla podle ceny zemního plynu v roce 2011. Zvlášť se stanovuje cena tepla v palivu a cena tepla na prahu kotelny, tj. po započtení ztrát v kotli. Do této ztráty je započtena i ztráta na spalném teple, protože do výpočtů vstupuje spotřeba energie ve výši spalného tepla.

Platby za přistavenou kapacitu jsou fixní pro daný rok, závisí na skutečné spotřebě v předchozím roce. Pokud se očekává změna spotřeby (např. po zateplení) je vhodné předem sjednat s dodavatelem plynu snížení plateb za kapacitu. Jinak je změna kapacity provedena až následující rok.

Ceny jsou uvedeny včetně DPH. Provozovatel není plátcem DPH.

| ceny v pásmu odběru 63 - 630 MWh/rok | | 2011 |
|---|---|---|
| **Cena tepla v palivu (vč. DPH)** | Kč/kWh<br>Kč/GJ | 1,346<br>373,85 |
| **Cena tepla na prahu kotelny (vč. DPH)** | Kč/kWh<br>Kč/GJ | 1,662<br>461,54 |

*Tabulka 8: Cena tepla ze zemního plynu 2011.*

## 2.11. ELEKTRICKÉ OSVĚTLENÍ

Ve učebnách MŠ a dalších prostorách jsou zářivková osvětlovací tělesa. Žárovky se používají na chodbách a dalších méně frekventovaných prostorách. Osvětlení se ovládá místně pomocí vypínačů.

Měření intenzity osvětlení ve vybraných místnostech: Datum měření 8.1.2008 v 17 hod.

| [lx] | $E_{min}$ | $E_2$ | $E_3$ | $E_4$ | $E_5$ | $E_6$ | $E_7$ | $E_{max}$ | $E_{prům}$ | $E_{min}/E_{max}$ | požadavek Ē |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| učebna MŠ (v úrovni prac. stolů) | 74 | 90 | 148 | 134 | 120 | 84 | 145 | 164 | **120** | 0,45 | **> 300** |
| herna MŠ (na podlaze) | 75 | 88 | 95 | 92 | 110 | 102 | 97 | 121 | **98** | 0,62 | **> 300** |
| jídelna MŠ | 145 | 153 | 166 | 194 | 202 | 193 | 171 | 224 | **181** | 0,65 | **> 200** |
| čekárna ordinací | 95 | 145 | 199 | 100 | 163 | 301 | 200 | 480 | **210** | 0,20 | **> 200** |

*Tabulka 9: Hodnoty umělého osvětlení.*

Pro měření intenzity osvětlení byla náhodně zvolena jedna učebna a herna MŠ (v prvním patře), dále jídelna a čekárna ordinace ve starší budově. Měření intenzity osvětlení bylo prováděno při umělém el. osvětlení, kdy intenzita denního osvětlení byla zanedbatelná. Intenzita osvětlení v učebnách byla měřena na pracovních stolech v horizontální rovině, v herně také na úrovni podlahy. Při volbě měřících bodů se bralo v úvahu rozmístění svítidel tak, aby se vystihla místa s největší i nejmenší intenzitou. Bylo zvoleno 9 měřících bodů. Průměrná hodnota intenzity osvětlení je vypočtena jako aritmetický střed všech provedených měření v daném prostoru. Maximální a minimální hladina intenzity osvětlení jsou dány nejvyšší a nejnižší hodnotou získanou při vlastním měření. Rovnoměrnost osvětlení je vypočtena jako poměr minimální intenzity osvětlení k průměrné intenzitě osvětlení. Použité přístroje pro měření intezity osvětlení: Luxmetr LX 1102, výr.č. Q103828, kalibrováno 5.11.2004, č. kalibračního protokolu 3474/04 a přístroj pro revize PROFITEST 0100S, výr.č.M45785311, číslo kalibračního listu C200400123.

Hodnoty osvětlení v herně MŠ silně nevyhovují požadavkům ČSN EN 124 64-1. U osvětlení jídelny se dá předpokládat, že po osazení nových krytů, resp. vyčištění stávajících by osvětlení vhovělo. V čekárně, kde je osvětlení poměrně nové, průměrná intenzita osvětlení vyhovuje, je však velký rozdíl v intenzitě osvětlení na různých místech.



*Obrázek 9: Osvětlovací tělesa v herně a jídelně.*

## 2.12. PŘÍPRAVA TUV





Teplá užitková voda (TUV) je připravována v přímo ohřívaném bojleru John Wood s objemem 220 l, bez cirkulačního čerpadla. Rozvod TUV je z ocelových trubek bez izolace.

Druhý plynový přímo ohřívaný bojler Ever Kleen s objemem 150 l je v kuchyni MŠ ve starší budově. Rozvod TUV je z plastových trubek bez izolace, cirkulace není osazena.

Odhad spotřeby TUV viz kap. 3.1.

*Obrázek 10: Ohřívače TUV v kuchyni a v kotelně.*

## 2.13. OTOPNÁ SOUSTAVA

V současné době je systém teplovodní, s teplotním spádem 90/70°C.

Otopná tělesa ve starší budově jsou ploché radiátory, v MŠ jsou jednak litinové a ocelové žebrové radiátory a v hernách celkem 4 konvektory s přisáváním venkovního vzduchu skrz zeď. Ve starší budově jsou na tělesech osazeny ventily s termostatickou hlavicí, ve škole kohouty s ručními hlavicemi.









*Obrázek 11: Topná tělesa.*

## 2.14. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZDROJI TEPLA

Kotelna je umístěna v suterénu nové budovy MŠ. V roce 1997 byly v původní uhelně instalovány dva plynové kotle a provedeny úpravy v regulaci. Původní uhelné kotle jsou zachovány, rovněž většina stávajících rozvodů.
V kotelně jsou osazeny dva stacionární kotle Viadrus G 100 s výkonem 2 x 105 kW.

Technické parametry zdroje tepla viz kap. 3.7.



*Obrázek 12: Kotle*

## 2.15. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ROZVODECH ENERGIE

Rozvody z v kotelně jsou z velké části původní, pro instalaci plynových kotlů se vytvořily nové rozvody a nový rozdělovač. Většina rozvodů je zcela bez izolace, izolace ostatních rozvodů je naprosto nedostatečná, neodpovídá požadavkům současné vyhl. 193/2007 Sb.

Armatury jsou zásadně bez izolace, rozdělovače jsou izolovány nedostatečně.

Rozvody pod stropem 1 PP jsou vesměs izolovány skelnou vatou s hliníkovou fólií a nebo návlekovou izolací z měkčené PUR pěny.



*Obrázek 13: Nedostatečná izolace rozvodů v kotelně.*



*Obrázek 14: Rozvody v suterénu.*

## 2.16. MĚŘENÍ A REGULACE

Systém ÚT je v kotelně rodělen na 5 samostatných větví, každá má vlastní ekvitermní regulaci pomocí trojcestného ventilu se servopohonem, napojeným na centrání řídící jednotku. Každá větev má vlastní oběhové čerpadlo. To umožňuje natavit režim vytápění podle potřeby v každé části objektu jinak. Jednotlivé větve ÚT jsou v kotelně opatřeny uzavírací armaturou a oběhovým čerpadlem.

- stará budova – byty a chodba
- stará budova – ordinace, čekarny, kuchyně, nová budova – jídelna
- nová budova – klubovna, chodba MŠ
- nová budova 1. část
- nová budova 2. část

V kotelně je centrální řídící jednotka, kde je možno nastavit křivky ekvitermní regulace a dobu vytápění. Obvykle se MŠ vytápí od 6:00 do 16:00. Referenční čidlo vnitřní teploty je v jedné z místností MŠ.

Tělesa ve starší budově jsou osazena ventily s termostatickou hlavicí, ostatní tělesa ventily s ručními hlavicemi nebo zcela bez nich.

Spotřeba plynu je měřena centrálně pro celý objekt. Měření spotřeby tepla pro byty, ordinace a knihovnu se neprovádí. Není známa spotřeba vody pro TUV ani množství plynu připadající na její ohřev.

Rovněž spotřeba elektřiny je známa jen souhrnně.

## 2.17. POPIS PROVOZU A ZANEDBANÉ ÚDRŽBY

MŠ je v provozu v pracovních dnech, cca od 6 do 16 hodin. V současnosti navštěvuje MŠ asi 50 dětí, dále je zde cca 6 osob personálu.

Stav budov odpovídá stáří a údržbě. Závažnější poruchy se neprojevují.

Tepelně-technické parametry konstrukcí nevyhovují současným standardům.

Osvětlovací tělesa v MŠ jsou vesměs zastaralá, osvětlení je nedostatečné.

Kotelna z roku 1997 je v dobrém stavu. Spotřeba tepla ukazuje na dobře nastavenou regulaci. Rozvody a armatury v kotelně jsou vesměs zcela bez izolace.

Budovy nevykazují zanedbanou údržbu.

# 3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

## 3.1. SPOTŘEBA TEPLA PRO TUV

TUV pro kuchyni se připravuje lokálně, v plynovém bojleru 150 l umístěném přímo v kuchyni. TUV pro MŠ se připravuje centrálně v plynové kotelně, v plynovém bojleru 220 l. Cirkulace není osazena.

TUV v bytech není předmětem EA.

Spotřeba plynu ani vody pro přípravu TUV není známa. Spotřeba energie pro TUV byla proto odhadnuta pode počtu osob v objektu a dalších parametrů.

| parametr pro stanovení spotřeby TUV | | |
|---|---|---|
| Uklízená plocha | 700 | $m^2$ |
| Dní úklidu ročně | 250 | dní |
| Počet dospělých | cca 6 | osob |
| Počet dětí v MŠ | cca 50 | osob |
| Vaření jídel | cca 110 | jídel/den |

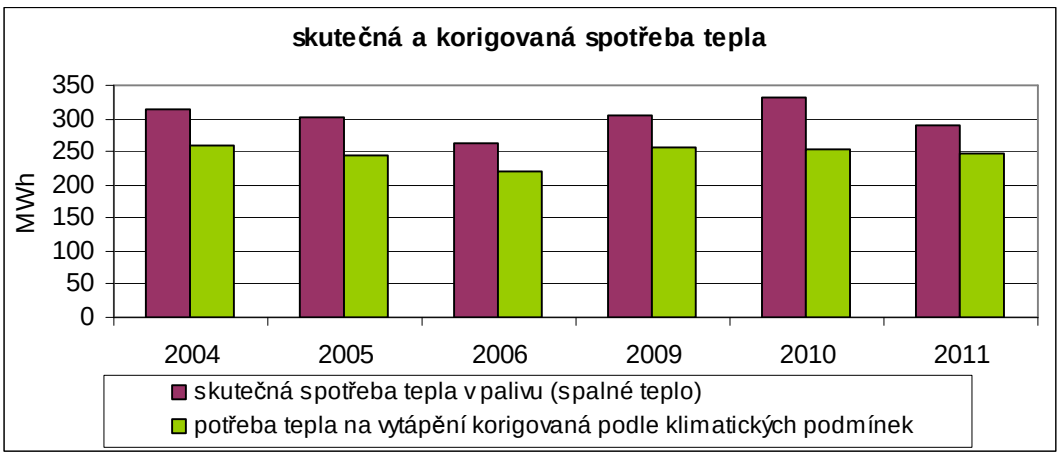
*Tabulka 10: Parametry pro stanovení spotřeby TUV.*

| účel | spotřeba za rok | | | |
|---|---|---|---|---|
| Úklid | 1 400 | kWh | | |
| Vaření + mytí nádobí | 2 750 | kWh | | |
| Mytí | 1 400 | kWh | | |
| **Celkem** | 5 550 | kWh | | |
| Ztráty v potrubí | 555 | kWh | | |
| Ztráty na zdroji | 382 | kWh | | |
| **Celkem vč. ztrát** | **6 487** | **kWh** | **23,4** | **GJ** |

*Tabulka 11: Odhad spotřeby energie pro TUV a krytí.*

## 3.2. TEORETICKÁ SPOTŘEBA TEPLA

Z tepelné ztráty objektu a dalších parametrů budovy byla stanovena spotřeba tepla na vytápění a solární tepelné zisky a zisky od osob a spotřebičů. Klimatické podmínky byly v posledních letech mírnější než výpočtové, které vycházejí z dlouhodobých průměrů. Pro účely výpočtů energetických bilancí a úspor se však uvažuje výpočtová spotřeba tepla, jaká by odpovídala teoretickým klimatickým podmínkám.

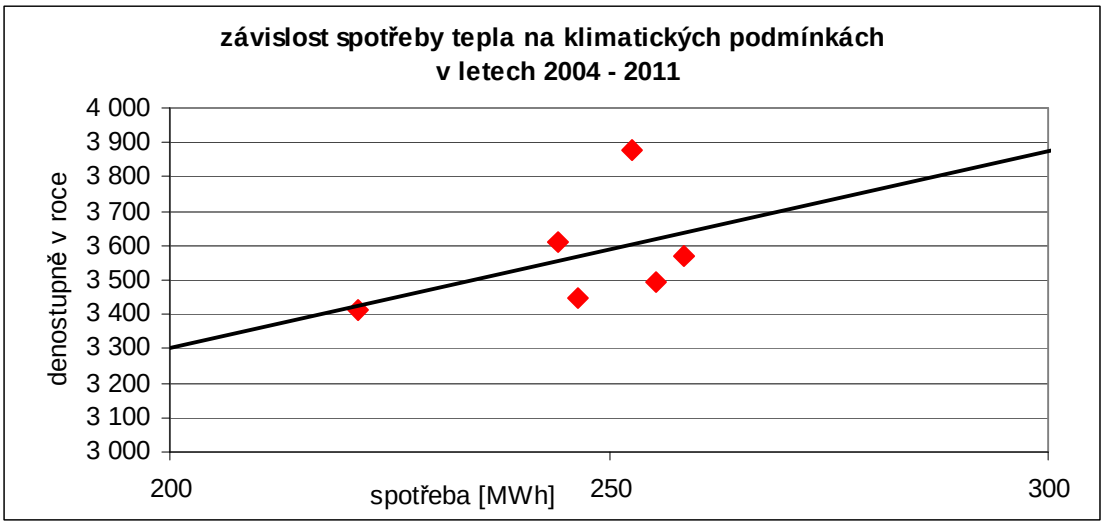



*Obrázek 15: Spotřeba tepla korigovaná podle skutečných klimatických podmínek.*

Vyhodnocení potřeby tepla pro vytápění v jednotlivých letech bylo provedeno po korekci měřených spotřeb pomocí počtů denostupňů, aby nebyly výsledky zkreslovány odchylkami počasí v různých letech. Potřeby byly přepočteny na výpočtový počet 4 107 denostupňů.

Spotřeba tepla na vytápění v jednotlivých letech je poměrně vyrovnaná. V ideálním případě by korigovaná spotřeba měla být vždy stejná (zelené sloupce stejně vysoké). Vyrovnaná spotřeba ukazuje na dobrou regulaci.

Obdobně lze srovnat závislost spotřeby na skutečném počtu denostupňů. Porovnáním spotřeby tepla na vytápění a počtu denostupňů je možno vynesením regresní přímky vyhodnotit úroveň regulace otopné soustavy a úroveň měření spotřeby tepla. V ideálním případě měly body ležet na přímce. Z grafu opět vyplývá poměrně vyrovnaný průběh spotřeby.




*Obrázek 16: Závislost spotřeby tepla na klimatických podmínkách.*

### 3.3. MODEL SPOTŘEBY BUDOVY

Skutečná spotřeba tepla dobře odpovídá tepelné ztrátě a způsobu regulace a provozu. Tepelná ztráta je stanovena pro vnitřní výpočtovou teplotu 20°C. Průměrná vnitřní teplota je nižší, což je zahrnuto do konečné hodnoty koeficientu vlivu regulace.

| | | |
|---|---|---|
| Potřeby tepla a zisky - výchozí stav | | |
| Potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty $Q_l$ | 982,9 | GJ/rok |
| Vnitřní tepelné zisky $Q_i$ | 30,2 | GJ/rok |
| Solární zisk okny $Q_{s,}$ | 78,8 | GJ/rok |
| Využitelné tepelné zisky celkem $Q_g$ | 95,9 | GJ/rok |
| Spotřeba energie na vytápění v klimaticky normálním roce | **887,0** | GJ/rok |
| Skutečnost (průměr korigovaných hodnot 2004 - 2006) | **887,3** | GJ/rok |
| Porovnání modelu se skutečností | 100% | |

*Tabulka 12: Model spotřeby budovy.*

### 3.4. VYHODNOCENÍ OBÁLKY BUDOVY Z HLEDISKA ČSN 73 0540-2:2011

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy byla zpracována podle české technické normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, odstavce 5.3 Průměrný součinitel prostupu tepla, znění říjen 2011, kde je popsán způsob výpočtu a vyhodnocení.

Energetický štítek obálky budovy je v příloze.

| Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy | | Původní stav |
|---|---|---|
| **Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$** | **W/(m²K)** | **0,45** |
| Doporučený průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$ | W/(m²K) | 0,34 |
| **Vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$** | **W/(m²K)** | **1,03** |
| **Klasifikační třída** | | **F** |
| Slovní vyjádření klasifikační třídy | | Velmi nehospodárná |

*Tabulka 13: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy– stávající stav*

### 3.5. VYHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI OBJEKTU DLE VYHLÁŠKY Č. 148/2007 SB.

Objekt je hodnocen také z hlediska energetické náročnosti objektu. Posouzení vychází z požadavků vyhlášky č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov, platné od 1. července 2007.

| Energetická náročnost budovy | | Výchozí stav |
|---|---|---|
| **Druh budovy** | | **Budova pro vzdělání** |
| Výroba energie v budově nezapočtená v dílčích energetických náročnostech (např. z kogenerace a fotovoltaických článků) $Q_E$ | [GJ/rok] | 0 |
| Energetická náročnost budovy $E_P$ | [GJ/rok] | 1363,76 |
| **Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu $E_{PA}$** | **[kWh/(m².rok)]** | **249** |
| Měrná spotřeba energie referenční budovy $R_{rq,A}$, tj. energetická náročnost referenční budovy $R_{rq}$ vztažená na celkovou podlahovou plochu A | [kWh/(m².rok)] | 130 |
| Vyjádření ke splnění požadavků na energetickou náročnost budovy | - | budova nesplňuje požadavky |
| **Třída energetické náročnosti hodnocené budovy** | **-** | **F – velmi nehospodárná** |

*Tabulka 14. Energetická náročnost budovy dle vyhlášky 148/2007 Sb..*

### 3.6. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE

Bilance předpokládá spotřebu tepla za výpočtových klimatických podmínek. Spotřeba elektřiny se uvažuje stejná jako průměr posledních tří let. Cena plynu a elektřiny se uvažuje v úrovni roku 2011.

| | Před realizací projektu | Energie | Náklady |
|---|---|---|---|
| ř. | Ukazatel | [GJ] | [Kč] |
| 1 | Vstupy paliv a energie | 1 149 | 492 087 |
| 2 | Změna zásob paliv | 0 | 0 |
| 3 | Spotřeba paliv a energie | 1 149 | 492 087 |
| 4 | Prodej energie cizím | 0 | 0 |
| 5 | Konečná spotřeba paliv a energie v objektu | 1 149 | 492 087 |
| 6 | Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5) | 169 | 63 024 |
| 7 | Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5) | 911 | 340 434 |
| 8 | Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5) | 69 | 88 630 |

*Tabulka 15: Roční energetická bilance.*

### 3.7. ROČNÍ VYUŽITÍ ZDROJE TEPLA

V kotelně jsou 2 kotle každý o výkonu 105 kW. Popis kotelny viz kap. 2.14.

| ř. | Ukazatel | Jednotka | Roční hodnota |
|---|---|---|---|
| 1 | Instalovaný elektrický výkon celkem | MW | 0 |
| 2 | Instalovaný tepelný výkon celkem | $MW_{tep}$ | 0,21 (2 x 105 kW) |
| 3 | Dosažitelný elektrický výkon celkem | MW | 0 |
| 4 | Pohotový elektrický výkon celkem | MW | 0 |
| 5 | Výroba elektřiny | MWh | 0 |
| 6 | Prodej elektřiny (z ř. 5) | MWh | 0 |
| 7 | Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie | MWh | 0 |
| 8 | Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny | GJ | 0 |
| 9 | Výroba dodávkového tepla | GJ | 911 |
| 10 | Prodej tepla z ř. 9 | GJ | 0 |
| 11 | Spotřeba tepla v palivu na výr.tepla | GJ | 1 079 |
| 12 | Spotřeba tepla v palivu celkem (ř. 8 + ř. 11) (obsah spalného tepla) | GJ | 1 079 |

*Tabulka 16: Bilance výroby energie z vlastních zdrojů.*

| Název ukazatele | Jednotka | Vypočtená hodnota |
|---|---|---|
| Roční energetická účinnost zdroje (vztaženo na výhřevnost) | % | 89% |
| Roční en. účinnost zdroje (vztaženo na obsah spalného tepla) | % | 79% |
| Roční energetická účinnost výroby elektrické energie | % | -- |
| Roční energetická účinnost výroby tepla | % | 79% |
| Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny | GJ/MWh | -- |
| Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla | GJ/GJ | 1,26 |
| Roční využití instalovaného elektrického výkonu | hodin/rok | -- |
| Roční využití dosažitelného elektrického výkonu | hodin/rok | -- |
| Roční využití pohotového elektrického výkonu | hodin/rok | -- |
| Roční využití instalovaného tepelného výkonu (celá kotelna) | hodin/rok | 1205 |

*Tabulka 17: Technické ukazatele vlastního energetického zdroje.*

# 4. NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

Obvykle nejschůdnější cestou je snížení spotřeby energie při stejné potřebě, které je možno dosáhnout pomocí beznákladových a nízkonákladových opatření, obtížnější je snížení potřeby energie, které většinou vyžaduje vysoké investice.

Podrobná specifikace opatření není předmětem energetického auditu, ale spadá do oblasti projektu pro stavební povolení a zejména prováděcího projektu. Energetický audit však vyžaduje modelování změn toků energií a ocenění finanční nákladnosti jednotlivých opatření a variant. Proto jsou zde navrženy možné způsoby realizace opatření. Definitivní návrh spadá do kompetence projektanta; projektant by měl na návrhu spolupracovat s auditorem.

## 4.1. ENERGETICKÝ MANAGEMENT, PODRUŽNÉ MĚŘENÍ

V oblasti nízkonákladových opatření je možno využít metod energetického managementu. Základním postupem je průběžné soustavné sledování spotřeby a porovnávání se spotřebou ve srovnatelném období v minulých letech, sledování venkovních teplot, počtu denostupňů a dalších vlivů.

Díky energetickému managementu je možno včas odhalit závady a nedostatky, korigovat regulaci vytápěcího systému a získat podklady pro rozhodování o případných dalších úsporných opatřeních. Důležitou součástí je i kontrola teplot v místnostech a funkce těles.

Podkladem pro management je sledování spotřeb. Je vhodné instalovat podružné měření spotřeby tepla pro jednotlivé zóny (byty, ordinace, MŠ), např. na větvích v kotelně. To je vhodné i kvůli rozúčtování nákladů na vytápění.

Dále je možno osadit podružné plynoměry pro každý z obou ohřívačů TUV. Podobně je vhodné sledovat spotřebu vody pro TUV, pomocí podružných vodoměrů osazených před jednotlivými ohřívači.. Znalost spotřeby vody a plynu pro TUV umožní spolehlivěji kvantifikovat přínos případného solárního systému apod.

| **Investiční náklady** | |
|---|---|
| podružné měření tepla (3 měřiče) | 65 000 Kč |
| podružné měření plynu pro TUV (2 plynoměry) | 6 000 Kč |
| podružné měření vody pro TUV (2 vodoměry) | 6 000 Kč |
| **Celkem** | **77 000 Kč** |

*Tabulka 18: Investiční náklady na podružné měření.*

## 4.2. TARIF PRO ODBĚR ELEKTŘINY

Tarif pro odběr elektřiny je v současnosti optimální. Změnou tarifu náklady snížit nelze. Lze ale snížit náklady přechodem k jinému dodavateli tzv. silové elektřiny. Úspora může být až 6 tis. Kč z rok v cenách roku 2012. V tabulce jsou uvedeni vybraní dodavatelé elektřiny, kompletní srovnání cen lze provést na kalkulačce Energetického regulačního úřadu, www.eru.cz.

| Dodavatel | Platba za silovou elektřinu (2012) | Úspora |
|---|---|---|
| Amper Market, a.s. | 34 388 Kč | 6 112 Kč |
| FOSFA, a.s. | 35 799 Kč | 5 001 Kč |
| Optimum Energy, s.r.o. | 36 282 Kč | 4 518 Kč |
| **E.ON Energie, a.s.** | **40 800 Kč** | **0,00 Kč** |

*Tabulka 19: Úspora při změně dodavatele silové el.*

### 4.3. OSVĚTLENÍ

V současnosti je většina prostor MŠ osvětlena zářivkovými svítidly. Ta jsou jsou na konci životnosti. Plastová stínidla jsou degradována a pohlcují velké množství světla. Některé trubice nesvítí. Ve starší budově jsou nová svítidla z roku 2003.

Intenzita osvětlení v nvé budově MŠ neodpovídá normě. Je vhodné provést kompletní rekonstrukci osvětlení v hernách a dalších prostorách MŠ.

Nová osvětlovací tělesa by měla být zářivková, s elektronickými předřadníky, která mají lepší světelný komfort, větší účinnost a u kterých se dosahuje delší životnosti světelných zdrojů. Při výběru je třeba dbát nejen na intenzitu osvětlení, ale i na barevné podání. Rozmístění svítidel musí být provedeno tak aby intenzita byla rovnoměrná. Je vhodné si nechat vypracovat odbornou firmou podrobný projekt osvětlení. Příznivý vliv má i umístění osvětlovacích těles v menší výšce.

Žárovky je vhodné ponechat v místech, kde se používají jen málo (sklady, technické prostory), nebo kde se svítí krátce (WC, šatny).

V rámci běžné údržby je nutno včas vyměňovat vadné světelné zdroje a opravovat drobné závady (nefunkční tělesa). Pro zvýšení účinnosti osvětlovací soustavy a využití denního osvětlení je vhodné místnosti pravidelně malovat, pravidelně mýt okna a zejména udržovat osvětlovací tělesa v čistotě.

| | čistý stav | po 1 měsíci | po 2 měsících | po 3 měsících | po 4 měsících | po 5 měsících | po 6 měsících |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| výkon svítidla | 100% | 92% | 88% | 85% | 80% | 75% | 72% |

*Tabulka 20: Pokles výkonu svítidel vlivem zaprášení.*

Náklady na výměnu jednoho svítidla, vč. instalace v jedné herně jsou cca 16 tis. Kč, celkem pro MŠ je to cca 100 svítidel, náklady cca 160 tis. Kč.

Kvůli zvýšení intenzity osvětlení je třeba instalovat větší počet těles. I když nová tělesa mají v porovnání se stávajícími asi o 20% nižší spotřebu, instalovaný výkon nových těles může být vyšší než stávající. Úsporu může přinést náhrada stávajících žárovkových těles zářivkami (např. ve spojovací chodbě).

Rekonstrukci osvětlení nelze chápat jako energeticky úsporné opatření, ale jako rekonstrukci nutnou jednak kvůli zastarání původního osvětlení a kvůli zvýšení zrakového komfortu. V souladu s metodikou vyhl. 213/2001 Sb. se náklady na takovouto rekonstrukci nezahrnují do ekonomického hodnocení.

### 4.4. ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN

Zateplení stěn je zásadním opatřením, kterým lze snížit spotřebu tepla na vytápění. Zateplení je vhodné řešit jako vnější, kontaktním zateplovacím systémem (KZS). Budova navíc získá novou fasádu, což může více nebo méně změnit její vzhled (např. stávající okna budou hlouběji zapuštěna).

Součinitel prostupu tepla všech typů obvodových stěn je přibližně stejný. Proto lze použít shodnou tl. izolantu (PPS nebo minerální vata). Při použití 100 mm izolantu budou stěny splňovat požadavky ČSN 730540. Při použití 160 mm budou splňovat doporučení normy. To je vhodnější pro účel získání dotace, proto se nadále uvažuje jen silnější tl. izolantu.

Izolant bude přilepený k podkladu, kotvený hmoždinkami a překrytý minerální omítkou s armovací síťkou.

Zateplení nové budovy MŠ může být založeno na úrovni horní hrany oken v suterénu. Na severozápadním štítu a v jihozápadním průčelí, kde je vytápěný prostor knihovny a klubovny, je třeba zateplení založit v hl. cca 0,5 m pod úrovní terénu. Stejně tak ve starší

budově MŠ je třeba zateplit i sokl a stěny suterénu do hl. cca 0,5 m pod úrovní terénu. Pro zateplení pod terénem a do výše 0,3 m nad terénem je třeba použít nenasákavý polystyren. V úrovni soklu starší budovy lze případně zateplení obložit obkladem, který by imitoval stávající kvádříkové kamenné zdivo. To zvýší investiční náklady.

Kvůli vzhledu je nutno zateplení přetáhnout i na štítech až po přesah střechy a rovněž zateplit i křídlo lodžie, i když se tyto konstrukce na ztrátách tepla nepodílejí.

Při výměně oken je vhodné nová okna osadit blíže vnějšímu líci budovy, aby hloubka zapuštění zůstala přibližně stejná i po zateplení.

Předpokládané náklady na opatření jsou 1 900 Kč/$m^2$ pro zateplení s vrstvou 160 mm izolantu. Náklady na zateplení soklu nad terénem vč. obkladu je 1 960 Kč/$m^2$ a pod terénem 1 850 Kč/$m^2$ (odpadají náklady na omítku, naopak přibývají náklady na odkopání zdiva).

### 4.5. ZATEPLENÍ STROPŮ POD PŮDOU

Strop pod půdou obou budov MŠ je možno jednoduše zateplit položením izolace na stávající podlahu půdy. Izolaci je možno překrýt pochozími dřevěnými lávkami. Pokud by půda měla být využívána, je třeba vytvořit novou podlahu nebo alespoň kompletní záklop izolace. To se neuvažuje.

Izolace může být tvořena např. rohoží z miner. vláken, tl. 200 mm. To postačí pro splnění doporučení normy. Náklady 495 Kč/$m^2$, v ceně je i vytvoření pochozích lávek z prken nad izolací.

### 4.6. ZATEPLENÍ PLOCHÝCH STŘECH

Plochou jednoplášťovou střechu je možno zateplit shora. Vhodný postup: Sejmutí stávající krytiny, zateplení tepelnou izolací na bázi extrudovaného polystyrenu tl. 80 mm. a provedení nové hydroizolace.

Náklady cca 1520 Kč/$m^2$.

Před vlastní realizací je nutno sondou nebo jinak zjistit skutečnou skladbu střech a výpočtem prověřit riziko kondenzace vlhkosti ve střeše.

### 4.7. IZOLACE PODLAH NA TERÉNU

V en. auditu se izolace podlah v MŠ neuvažuje, neboť jde o technicky náročné a drahé řešení, kde by úspora energie nikdy nevyvážila náklady.

### 4.8. VÝMĚNA OKEN

Stávající okna je vhodné vyměnit za nová. Výměnu je vhodné spojit se zateplením, pozdější výměna (při zateplené fasádě) je pracnější a tím i dražší. Nová okna lze osadit blíže vnější hrany zdi, což zjednoduší zateplení ostění. Okna také nabudou „utopená“ v zateplovací vrstvě. V místnosti pak bude hlubší parapet.

Vzhledem k lepší těsnosti nových oken musí být personál MŠ a další uživatelé objektu upozorněni na nutnost častějšího větrání a poučeni o zásadách energeticky a hygienicky správného větrání.

Nová okna mohou být dřevěná nebo plastová. Je vhodné použít okna s trojsklem, kde jsou vnitřní skla opatřena pokovením, tzv. tepelným zrcadlem, které teplo odráží zpět do interiéru. Koeficient prostupu tepla $U_{skla} \leq 0,9$ W/$m^2$.K. Při použití plastového rámu ($U_{rámu} \leq 1,4$ W/$m^2$.K) je hodnota pro celé okno $U_{okna} \leq 1,0$ W/$m^2$.K.

Jinou možností je použít okna, kde je prostřední tabule skla nahrazena fólií, tzv. „heat mirror“.

Cena oken je cca 6 400 Kč/m$^2$. Cena je včetně montáže a demontáže a likvidace oken původních.

### 4.9. ZASKLENÍ LODŽIÍ

Zasklení lodžií představuje nejen úsporu energie, ale také zvýšení komfortu uživatele bytu a snížení hluku z blízké silnice. Zasklenou lodžii lze během slunných jarních a podzimních dnů využívat i jako pobytovou místnost. Není však možné ji trvale vytápět.

Zasklením lodžií se částečně eliminují tepelné mosty v konstrukci domu, přilehlé k lodžii. Pokud je lodžie zasklená těsným systémem, není nutno zateplovat stěny vedoucí na lodžii.

Teploty v zasklené lodžii jsou v zimním období i v noci nebo při zatažené obloze o několik °C vyšší než venkovní teploty. Při slunečním svitu, kdy je teplota vzduchu v lodžii vyšší než pokojová teplota, je možné otevřít balkonové dveře a využívat tyto solární zisky.

Náklady jsou cca 125 tis. Kč na jednu lodžii. V EA se zasklení lodžií neuvažuje, neboť nejde o tak energeticky efektivní opatření jako zateplení stěn a výměna oken.

### 4.10. SKLOBETONOVÉ STĚNY (LUXFERY)

Stěny ze skleněných tvárnic (luxfery) na schodišti MŠ silně nevyhovují stávající normě.

Proto se navrhuje tuto stěnu vybourat a osadit okno o ploše cca 1/4 až 1/3 původního otvoru. Zbývající část zazdít, např. plynosilikátovými tvárnicemi (Ytong). Tato vyzdívka bude zateplena stejně jako ostatní obvodové stěny. Díky lepší propustnosti skla oproti copilitovým tvárnicím bude intenzita osvětlení zachována. Sníží se však ztráty tepla a náklady budou nižší, cca 3200 Kč/m$^2$.

Jinou možností je vybourání luxfer a instalace nového okna. Tím se zmenší ztráty tepla touto konstrukcí na polovinu. Náklady jsou cca 6400,-Kč/m$^2$. **Tato možnost se dále uvažuje v en. auditu.**

Poslední, nejlevnější a esteticky málo vhodnou možností je zateplení vnějších stěn nalepit i na původní luxfery. Z vnitřní strany luxfery zatřít barvou nebo překrýt sádrokartonem. Schodiště by bylo nutno osvětlovat uměle. Náklady jsou cca 3000 Kč/m$^2$.

.

### 4.11. VÝMĚNA VSTUPNÍCH DVEŘÍ

Hlavní i podružné vstupní dveře představují jen poměrně malou plochu obvodového pláště, proto nejsou ztráty významné. Důvodem k výměně je zejména to, že nevyhovují požadavkům současné normy.

Nové dveře mohou být dřevěné nebo plastové, s bezpečnostním izolačním dvojsklem s pokovením. U dveří je rovněž nutno dbát na kvalitu rámu, protože zde tvoří větší podíl než u oken. Důležitá je také těsnost dveří. Nové dveře by měly mít hodnotu $U \leq 1{,}7$ W/m$^2$.K.

Náklady 13 520 Kč/m$^2$, včetně vybourání a likvidace původních dveří.

### 4.12. POUŽITÍ KONDENZAČNÍHO KOTLE

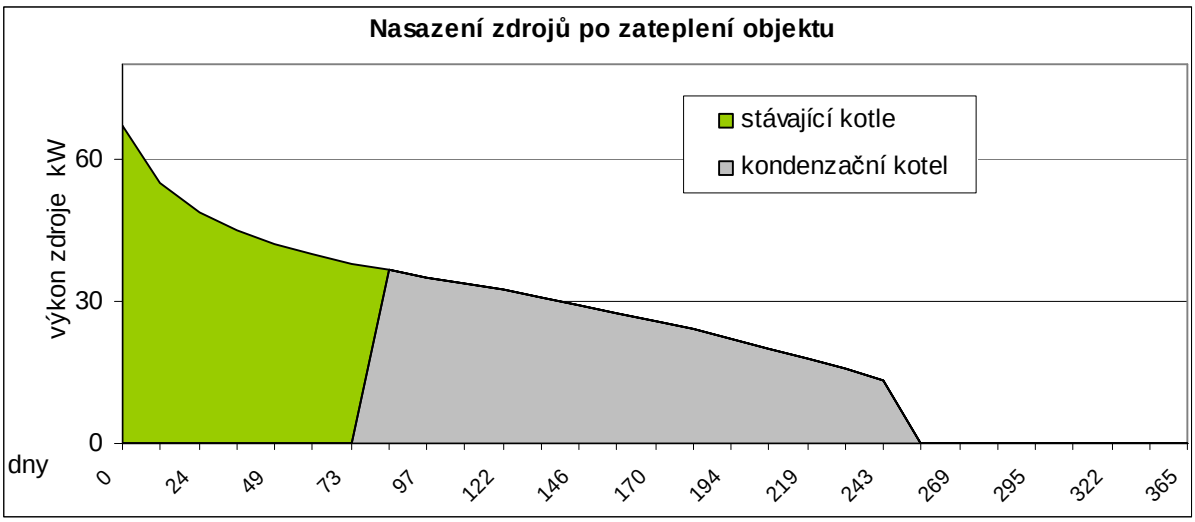
Použití kondenzačního kotle znamená snížit ztráty v kotelně, neboť běžné kotle nejsou schopny využít veškerou energii obsaženou v palivu. Po zateplení objektu bude možno snížit teplotní spád vytápěcí soustavy. Tím se prodlouží doba, kdy kotel může pracovat v kondenzačním režimu. Instalace kondenzačního kotle bez zateplení by měla jen nepatrný přínos.

Do stávající kotelny je možné instalovat kondenzační kotel s výkonem cca 35 kW. Při větší potřebě tepla kotel nemůže pracovat v kondenzačním režimu, takže teplo bude dodávat jeden ze stáv. kotlů. Kondenzační kotel pokryje cca 56 % tepla pro vytápění.

Pokud bude instalován kond. kotel, bude možno jeden ze stávajících kotlů demontovat a použít jinde nebo odprodat, neboť v kotelně bude dostatečný výkon (105 + 35 kW, max. tepelná ztráta po zateplení 60 kW). Stávající regulaci je nutno nastavit tak, aby kondenzační kotel pracoval do venkovních teplot cca 0°C. poté bude pracovat stávající kotel.

Náklady na kond. kotel včetně odkouření a montáže jsou cca 49 000 Kč.

Roční úspora z provozu kondenzačního kotle je cca 4 tis. Kč, návratnost 12 let.




*Obrázek 17: Nasazení kotlů.*

### 4.13. BIOMASA

Náhrada zemního plynu biomasou ve větších obcích není obecně příliš vhodné opatření, znamená zhoršení lokálních emisí. Stávající plně automatický systém vytápění lze nahradit pouze kotlem na peletky s automatickým přikládáním paliva, který rovněž vyžaduje minimální obsluhu (dohled nad přísunem paliva a vybírání popela).

V současné době je cena paliva (peletek) cca 6 500 Kč/t vč. DPH, tj. cena tepla (na prahu kotelny) je 413,3 Kč/GJ. To je o 10 % méně než cena tepla z plynu (461,5 Kč/GJ). Tato cena může být dále zvýšena náklady na dopravu a uskladnění, dále je nutno likvidovat popel, nezanedbatelné jsou také náklady na obsluhu.

Ohřev TUV vzhledem k nízké spotřebě nemá smysl nahrazovat biomasou, v kuchyni by to bylo i technicky obtížnější. V EA se proto uvažuje zachování stávajícího plynového ohřevu TUV.

| **Investiční náklady** | |
|---|---|
| kotle 25 kW + 50 kW | 355 000 Kč |
| příslušenství kotlů | 86 000 Kč |
| dopravníky paliva, sklad | 115 000 Kč |
| regulace, montáž | 48 000 Kč |
| **celkem** | **603 000 Kč** |

*Tabulka 21: Investiční náklady na kotelnu na biomasu pro zateplený objekt.*

### 4.14. SOLÁRNÍ ENERGIE

Technicky je možné zajišťovat přípravu TUV solární energií. V praxi by to znamenalo změnit koncepci přípravy TUV na centrální, což sebou nese vyšší ztráty v rozvodech. Nebo by se musel instalovat solární systém pro starší a novou budovu zvlášť. To znamená relativně vyšší investiční náklady, než je obvyklé. Protože v létě není pro TUV odběr, bude využití solární energie nižší.

Zásadním problémem je však ekonomika investice. Podle dlouhodobých zkušeností je cena energie ze solárního systému 1,90 až 2,50 Kč/kWh, přičemž současná cena tepla v TUV ze zemního plynu je 1,60 Kč/kWh. Je zřejmé, že solární systém by nebyl ekonomický.

Doporučujeme zvážit instalaci solárního systému po několika letech, po změnách cen energií. Důležitým podkladem bude případné sledování spotřeby plynu (ev. vody) pro TUV.

### 4.15. TEPELNÉ ČERPADLO

Náhrada zemního plynu tepelným čerpadlem není příliš vhodná, neboť dochází ke zhoršení globálních emisí.

Jako zdroj tepla je nevhodné použít venkovní vzduch, neboť jde o oblast s drsným klimatem, kdy jsou teploty často pod –10°C. V tom případě většina vzduchových TČ již nepracuje.

Nepříliš vhodné řešení je také výměník uložený v zemi (zemní kolektor). Byla by potřeba plocha kolektoru cca 3 tis. $m^2$, což představuje prakticky celou plochu zahrady MŠ. Zemní práce by znamenaly znehodnocení stávajících prvků zahrady a nutnost vybudovat zahradu znova po uložení kolektoru.

Poslední možností je použití zemních vrtů jako zdroje tepla, což je investičně nejvíce nákladné. Pro topný výkon cca 40 kW (kryje cca 90% spotřeby tepla pro vytápění) je třeba vrtů s celkovou délkou cca 500 m, tj. např. 5 x 100 m (při větším počtu kratších vrtů je třeba připočíst ke každému vrtu navíc 10 m).

Cena tepla z TČ je cca 269 Kč/GJ, což je o 36 % méně než je cena tepla z plynu. Roční úspora (při zateplení budov) by byla cca 27 tis. Kč/rok.

| Investiční náklady | kompletní zateplení - tep. ztráta 60 kW |
|---|---|
| tepelné čerpadlo výkon 40 kW | 477 000Kč |
| elektroinstalace | 40 000Kč |
| vrty v celkové délce 500 m | 550 000Kč |
| montáž | 120 000Kč |
| ostatní | 75 000Kč |
| **Celkem** | **1 262 000Kč** |

*Tabulka 22: Investiční náklady na TČ.*

### 4.16. IZOLACE ROZVODŮ

Rozvody v kotelně jsou izolovány zcela nedostatečně nebo vůbec. Ztrátu tepla lze odhadnout na cca 10 GJ ročně, tj. cca 4000 Kč za rok. Doizolováním potrubí a armatur lze tyto ztráty výrazně snížit. Náklady na izolaci jsou cca 50 tis. Kč. Izolaci lze provést v rámci běžné údržby kotelny.

### 4.17. VZDUCHOTECHNIKA

Po instalaci nových oken výrazně klesnou infiltrace. Dostatek čerstvého vzduchu je možno zajistit nuceným větráním. Požadavek vyhl. 410/2005 Sb. ( o hygienických požadavcích na

prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu) požaduje přívod vzduchu 20 až 30 $m^3$/hod na žáka.

Při kapacitě cca 25 dětí v každé herně to zanamená větrání v hernách s intenzitou 1,2/hod. To znamená zvýšení spotřeby tepla cca o 9 GJ za rok. Pokud se použije rekuperace s účinností cca 60%, dojde i při zvýšeném komfortu větrání k úspoře cca 18 GJ za rok.

Přívod vzduchu je vhodné zajistit strojně, pomocí dvojice VZT jednotek, které lze s výhodou umístit na lodžie. Každá jednotka by měla mít vzduchový výkon cca 500 $m^3$/h, vzduch je do místností nutno rozvést VZT potrubím např. pod stropem místností.

| **Investiční náklady** | |
|---|---|
| 2 x větrací jednotka s rekuperací tepla 500 m3/h | 176 000 Kč |
| potrubí, výústky | 20 000 Kč |
| montáž | 18 000 Kč |
| ostatní | 8 500 Kč |
| **celkem** | **222 500 Kč** |

*Tabulka 23: Investiční náklady na VZT.*

## 4.18. NÁKLADY NA ÚSPORNÁ OPATŘENÍ

| Popis opatření | | Plocha [$m^2$] | Měrné náklady [Kč/$m^2$] | Náklady celkem [Kč] |
|---|---|---|---|---|
| Zateplení stěn 16 cm PPS | $m^2$ | 800,0 | 1 900 | 1 520 051 |
| Zateplení stěn soklu 16 cm PPS | $m^2$ | 203,0 | 1 960 | 397 828 |
| Zateplení stěn pod terénem 12 cm XPS | $m^2$ | 85,0 | 1 850 | 157 250 |
| Zateplení stropů pod půdou | $m^2$ | 449,1 | 495 | 222 305 |
| Zateplení plochých střech | $m^2$ | 109,0 | 1 520 | 165 680 |
| Výměna oken | $m^2$ | 209,1 | 6 400 | 1 338 016 |
| Výměna dveří | $m^2$ | 19,1 | 13 520 | 257 624 |
| Rekonstrukce luxferových stěn | $m^2$ | 7,7 | 6 400 | 49 280 |
| Zasklení lodžií | | | | 250 655 |
| Kondenzační kotel | | | | 49 000 |
| Kotelna na peletky | | | | 603 000 |
| Tepelné čerpadlo země-voda | | | | 1 262 000 |
| Vzduchotechnika MŠ | | | | 222 500 |
| Energetický management podružné měření | | | | 77 000 |
| Rekonstrukce osvětlení | | | | 160 000 |
| Izolace rozvodů | | | | 50 000 |

*Tabulka 24: Přehled nákladů na opatření*.

# 5. VARIANTY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Na základě přínosu jednotlivých opatření byly navrženy 4 varianty možných řešení, jejichž přehled je shrnut tabelárně.

| Popis opatření | V1 | V2 | V3 | V4 |
|---|---|---|---|---|
| Zateplení stěn 16 cm PPS | * | * | * | * |
| Zateplení stěn soklu 16 cm PPS | * | * | * | * |
| Zateplení stěn pod terénem 12 cm XPS | * | * | * | * |
| Zateplení stropů pod půdou | * | * | * | * |
| Zateplení plochých střech | * | * | * | * |
| Výměna oken | * | * | * | * |
| Výměna dveří | * | * | * | * |
| Rekonstrukce luxferových stěn | * | * | * | * |
| Zasklení lodžií | | | | |
| Kondenzační kotel | | * | | |
| Kotelna na peletky | | | * | |
| Tepelné čerpadlo země-voda | | | | * |
| Vzduchotechnika MŠ | | * | * | * |
| Energetický management, podružné měření | | * | * | * |
| Rekonstrukce osvětlení | | | | |
| Izolace rozvodů | | * | * | * |
| **Náklady celkem [Kč]** | **4 072 000** | **4 421 000** | **4 975 000** | **5 534 000** |

*Tabulka 25: Přehled opatření ve variantách*.

Všechny varianty uvažují shodná opatření na straně spotřeby: Zateplení stěn obou budov, u starší budovy a části nové budovy se uvažuje i zateplení stěn suterenního podlaží. Zateplení bude kontaktním zateplovacím systémem s vrstvou 160 mm polystyrenu (pod terénem a pro zateplení soklu do výše 300 mm nad terénem se použije 120 mm XPS). Zateplení stropu obou budov v půdním prostoru s vrstvou 200 mm izolantu a pochozími lávkami. Zateplení plochých střech chodby a jídelny. Výměna oken za nová s izolačním trojsklem. Výměna vstupních dveří v obou budovách. Nahrazení luxferové stěny oknem s pevným prosklením a částečné zazdění otvoru. Podrobněji viz kap. 4.4 až 4.11. Dále se uvažuje izolace rozvodů a armatur v kotelně.

Ve variantě 1 se uvažuje ponechání stávajících plynových kotlů.

Ve variantě 2 se uvažuje instalace kondenzačního kotle o výkonu cca 35 kW, který bude objekt vytápět zhruba během poloviny topné sezóny. Viz kap. 4.12. Současně se uvažuje zaizolování rozvodů v kotelně.

Ve variantě 3 se uvažuje instalace dvou kotelů na peletky s výkonem 25 a 50 kW. Dále se rekonstruuje stávající uhelna pro skladování peletek a instaluje se podávací systém pro automatický provoz kotlů. Viz kap. 4.13.

Ve Variantě 4 se uvažuje instalace tepelného čerpadla země-voda, s výkonem 60 kW. Jako bivalentní zdroj tepla bude ponechán jeden ze stávajících plynových kotlů. Viz kap. 4.12

Ve variantách 2, 3, 4 se uvažuje instalace vzduchotechniky pro herny MŠ a instalace podružného měření spotřeby tepla na jednotlivých větvích v kotelně.

Rekonstrukce osvětlení se neuvažuje, neboť nejde o energeticky úsporné opatření.

## 5.1. VYBRANÝ SOUBOR OPATŘENÍ S RYCHLOU NÁVRATNOSTÍ

Vyhláška č. 213/2001 Sb. v platném znění vyžaduje stanovení souboru opatření s dobou návratnosti kratší než polovina odpisové doby. Výběr takovýchto opatření je proti smyslu tvorby variant v auditu – výhodnější je, aby efektivní opatření v kombinaci s méně efektivními opatřeními vytvořila variantu, kde budou maximální energetické úspory i přijatelné

V areálu MŠ Chvalšiny patří mezi opatření s dobou kratší než polovina odpisové doby zejména zateplení budov a izolace stropů a podlah. Dobrou návratnost má instalace kondenzačního kotle, ovšem pouze v zatepleném objektu.

| ř | Č. | Název opatření | Pořizovací výdaje | Roční úspory | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | Úspora energie | Úspora energie | Úspora osobních výdajů | Úspora výdajů na opravy | Úspora ostatních výdajů | Úspora celkem |
| 2 | | | Kč | GJ/rok | Kč/rok | Kč/rok | Kč/rok | Kč/rok | |
| 3 | | Navržená úsporná opatření | | | | | | | |
| 4 | 1 | Zateplení stěn 16 cm PPS | 1 520 051 | 643 až 913 GJ viz jednotlivé varianty | 240 až 291 tis. Kč viz jednotlivé varianty | 0 | 0 | 0 | 643 až 913 GJ 240 až 291 tis. Kč viz jednotlivé varianty |
| 5 | 2 | Zateplení stěn soklu 16 cm PPS | 397 828 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 3 | Zateplení stěn pod terénem 12 cm XPS | 157 250 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 4 | Zateplení stropů pod půdou | 222 305 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | 5 | Zateplení plochých střech | 165 680 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | 6 | Výměna oken | 1 338 016 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | 7 | Výměna dveří | 257 624 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 11 | 8 | Rekonstrukce luxferových stěn | 49 280 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 12 | 9 | Zasklení lodžií | 250 655 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 13 | 10 | Kondenzační kotel | 49 000 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 14 | 11 | Kotelna na peletky | 603 000 | | | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 12 | Tepelné čerpadlo země-voda | 1 262 000 | | | | | | |
| 16 | 13 | Vzduchotechnika MŠ | 222 500 | | | | | | |
| 17 | 14 | Energetický management, podružné měření | 77 000 | | | | | | |
| 18 | 15 | Rekonstrukce osvětlení | 160 000 | | | | | | |
| 19 | 16 | Izolace rozvodů | 50 000 | | | | | | |
| | | Součet ř. 4 až 19 | 6 782 188 | pozn. sčítají se náklady na opatření, která se vzájemně vylučují | | | | | |

*Tabulka 26: Přehled opatření a nákladů.*

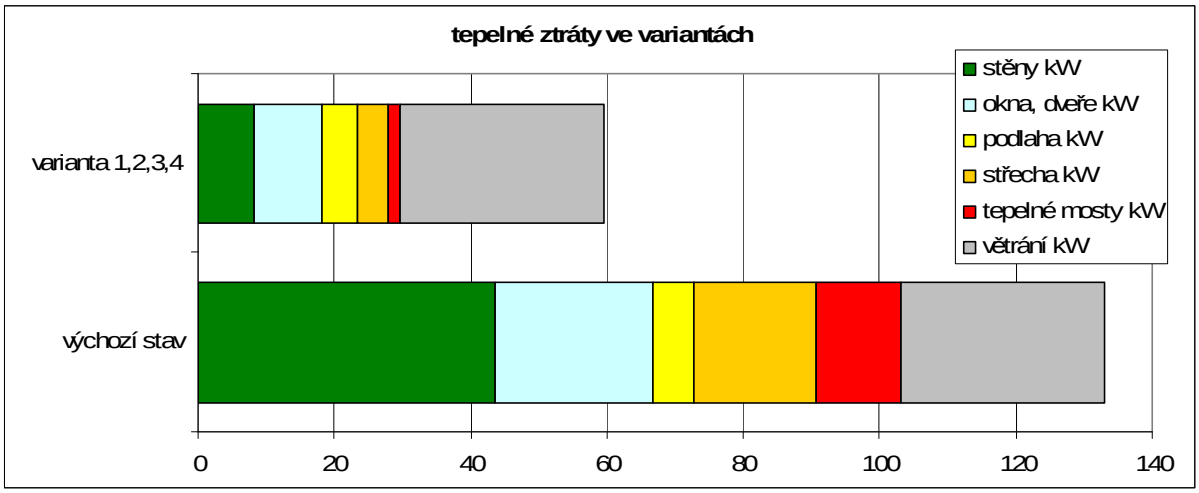
# 6. SROVNÁNÍ A VYHODNOCENÍ VARIANT

## 6.1. TEPELNÉ ZTRÁTY VE VARIANTÁCH

Všechny varianty uvažují shodný způsob snížení tepelných ztrát, liší se použitým zdrojem tepla. Teplené ztráty jsou proto ve všech variantách shodné.

| [kW] | | výchozí stav | varianta 1,2,3,4 |
|---|---|---|---|
| stěny | kW | 43,6 | 8,3 |
| okna, dveře | kW | 24,9 | 10,8 |
| podlaha | kW | 5,4 | 4,5 |
| střecha | kW | 16,1 | 3,9 |
| tepelné mosty | kW | 12,0 | 1,5 |
| větrání | kW | 30,0 | 30,0 |
| **celkem** | kW | **132,1** | **59,0** |
| | | **100%** | **45%** |

*Tabulka 27: Tepelné ztráty ve variantách.*




*Obrázek 18: Ztráty tepla ve variantách.*

## 6.2. HODNOCENÍ PODLE ČSN 730540.

Současně platná ČSN 730540 (listopad 2011) hodnotí konstrukce a průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy $U_{em}$.

Pro podmínky OPŽP (XXXV. výzva) je důležitý poměr mezi $U_{em}$ po rekonstrukci ve vztahu k požadované hodnotě této veličiny $U_{em,N,rq.}$.

Viz také Energetický štítek obálky budovy v Příloze 2 a grafický výstup v Příloze 3.

| Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy | | Původní stav | Varianty 1, 2, 3, 4 |
|---|---|---|---|
| Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N,req}$ | W/(m$^2$K) | 0,45 | 0,45 |
| Doporučený průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$ | W/(m$^2$K) | 0,34 | 0,34 |
| **Vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$** | **W/(m$^2$K)** | **1,03** | **0,31** |
| **Klasifikační třída** | | **F** | **B** |
| Slovní vyjádření klasifikační třídy | | Velmi nehospodárná | Úsporná |

*Tabulka 28: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy– stávající stav.*

Tepelně-technické vlastnosti konstrukcí ve všech variantách vyhovují současným požadavkům ČSN 730540 (*část 2 – požadavky, platné od listopadu 2011).* Výjimkou jsou podlahy na terénu, kde by bylo zateplení velmi nákladné.

| | Název konstrukce | Součinitel prostupu tepla U W/m$^2$.K | | Požadavek ČSN $U_N$ W/m$^2$.K |
|---|---|---|---|---|
| | | současný stav | varianta 1,2,3,4 | |
| Nová budova | Obvodová stěna tl. 450 mm (z plných cihel ) | 1,37 | 0,21 | 0,30 |
| | Obvodová stěna tl. 250 mm (z tvárnic Isostone) | 1,25 | 0,21 | 0,30 |
| | Strop pod půdou MŠ | 0,53 | 0,16 | 0,30 |
| | Plochá střecha chodby a jídelny MŠ | 0,53 | 0,24 | 0,24 |
| | Strop nad suterénem MŠ | 0,50 | 0,50 | 0,60 |
| | Strop nad suterénem jídelny a chodby | 0,56 | 0,56 | 0,60 |
| | Podlaha na terénu (knihovna, jídelna) | 0,50 | 0,50 | 0,45 |
| | Okna (okno dřevěné zdvojené netěsné) | 2,70 | 1,00 | 1,5 |
| | Sklobetonové stěny (luxfery) | 3,20 | 1,00 | 1,5 |
| | Dveře vchodové (dřevěné prosklené) | 4,7 | 1,6 | 1,7 |
| Starší budova | Obvodová stěna tl. 700 mm (z plných cihel ) | 0,94 | 0,19 | 0,30 |
| | Strop pod půdou původní | 1,20 | 0,18 | 0,30 |
| | Podlaha na terénu | 0,50 | 0,50 | 0,45 |
| | Okna (okno dřevěné dvojité netěsné) | 2,80 | 1,00 | 1,5 |
| | Dveře vchodové (dřevěné prosklené) | 4,7 | 1,6 | 1,7 |

*Tabulka 29: Konstrukce ve variantách.*

## 6.3. UPRAVENÉ ENERGETICKÉ BILANCE

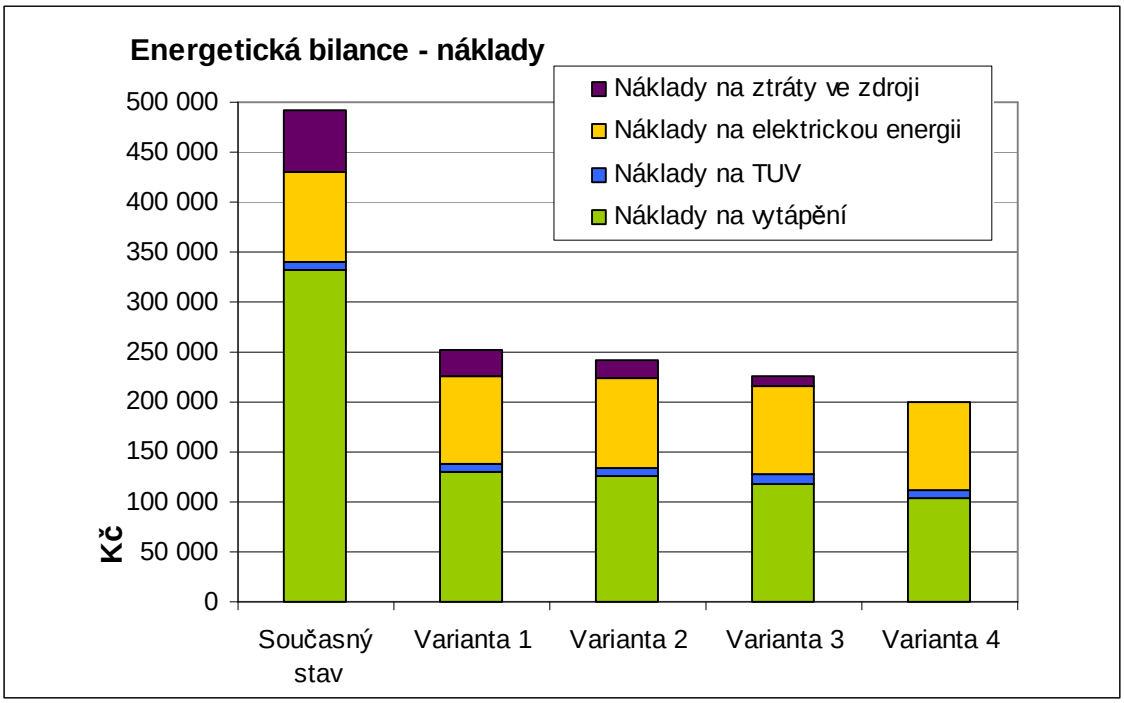
Pro jednotlivé varianty byly stanoveny upravené energetické bilance. Spotřeby tepla odpovídají výpočtovým klimatickým podmínkám, tedy jsou o něco vyšší, než se dá čekat ve skutečnosti. Ceny elektřiny a plynu jsou uvažovány v úrovni roku 2011.

| | | Před realizací projektu | | Varianta 1. | | Varianta 2. | | Varianta 3. | | Varianta 4. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Energie | Náklady | Energie | Náklady | Energie | Náklady | Energie | Náklady | Energie | Náklady |
| ř. | Ukazatel | GJ | Kč | GJ | Kč | GJ | Kč | GJ | Kč | GJ | Kč |
| 1 | Vstupy paliv a energie | 1 149 | 492 087 | 505 | 251 594 | 478 | 241 278 | 381 | 226 686 | 236 | 200 773 |
| 2 | Změna zásob paliv | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Spotřeba paliv a energie | 1 149 | 492 087 | 505 | 251 594 | 478 | 241 278 | 381 | 226 686 | 236 | 200 773 |
| 4 | Prodej energie cizím | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -80 | -29 664 | 0 | 0 |
| 5 | Konečná spotřeba paliv a energie v objektu | 1 149 | 492 087 | 505 | 251 594 | 478 | 241 278 | 461 | 256 350 | 236 | 200 773 |
| 6 | Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5) | 169 | 63 024 | 66 | 24 626 | 47 | 17 674 | 30 | 10 678 | 0 | 0 |
| 7 | Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5) | 911 | 340 434 | 370 | 138 338 | 361 | 134 974 | 361 | 127 378 | 166 | 112 143 |
| 8 | Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5) | 69 | 88 630 | 69 | 88 630 | 69 | 88 630 | 69 | 88 630 | 69 | 88 630 |
| | **Potenciál technicky dosažitelných úspor 912,9 GJ/rok** | | | | | | | | | | |

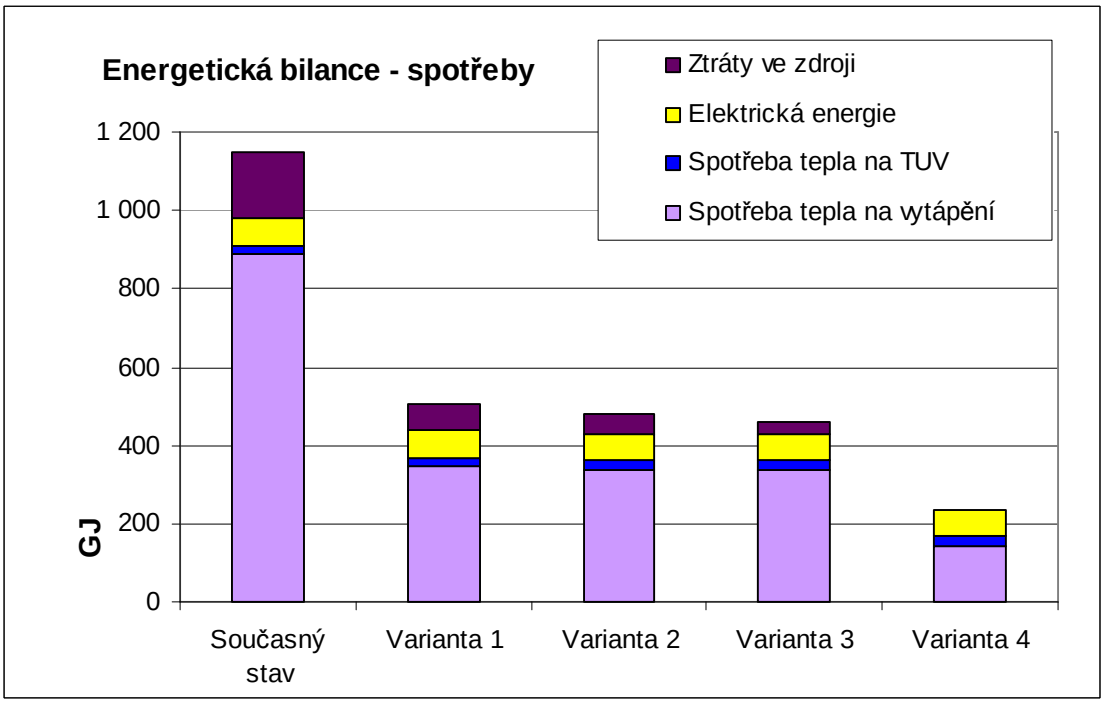
*Tabulka 30: Upravené energetické bilance jednotlivých variant.*

Celkový potenciál technicky dosažitelných úspor byl stanoven jako rozdíl energetické bilance stavu před realizací projektu a nejúspornější varianty.

Energetické bilance jsou odlišné v energetickém a peněžním vyjádření.




*Obrázek 19: Energetická bilance - náklady.*



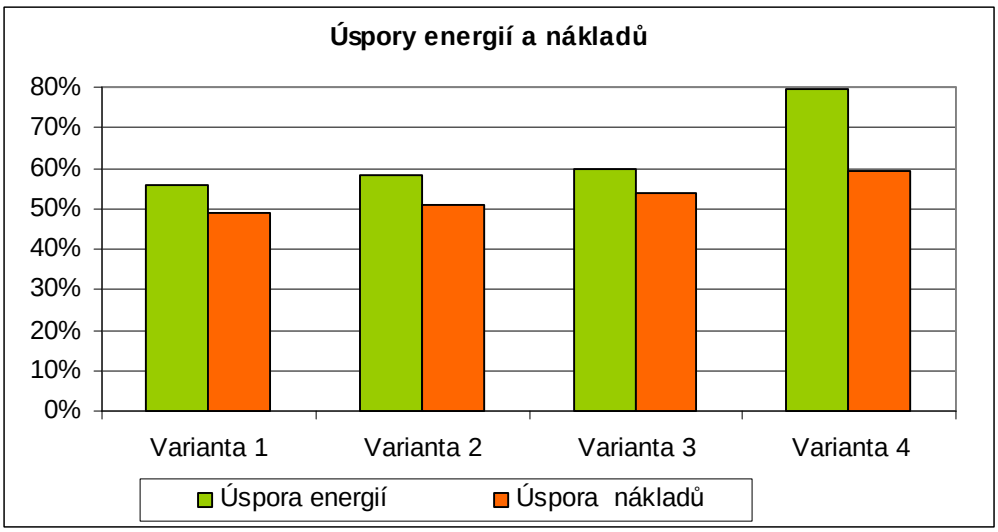

*Obrázek 20: Energetická bilance - spotřeby.*

# 7. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Ekonomiku opatření ovlivní především cena plynu (ve variantě 3 také cena pelet). V menší míře také ceny elektřiny (mimo variantu 4, kde je vliv ceny elektřiny zásadní). Nelze čekat dlouhodobé snížení ceny žádného paliva. Zvýšení ceny paliv paradoxně zlepší ekonomiku projektu, neboť úspora peněz bude vyšší, než se předpokládalo.

| Varianta | Nákup energií [GJ/rok] | Úspora energií | | Náklady energie [Kč/rok] | Úspora celkových nákladů | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [GJ/rok] | [%] | | [Kč/rok] | [%] |
| Souč.stav | 1 149 | 0 | 0% | 492 087 | 0 | 0% |
| Varianta 1 | 505 | 643 | 56% | 251 594 | 240 494 | 49% |
| Varianta 2 | 478 | 671 | 58% | 241 278 | 250 810 | 51% |
| Varianta 3 | 461 | 688 | 60% | 226 686 | 265 401 | 54% |
| Varianta 4 | 236 | 913 | 79% | 200 773 | 291 315 | 59% |

*Tabulka 31: Úspora energie a nákladů.*




*Obrázek 21: Úspora energií a nákladů.*

Podrobné ekonomické vyhodnocení bylo provedeno v souladu s vyhláškou 213/2001 Sb. Předpokládá se, že investice nebude hrazena z úvěru, ale z vlastních prostředků obce (nebo dotace). Meziroční růst cen plynu se uvažuje 3,5 % a růst ceny elektřiny 3,5 %. Diskont (cena peněz) se vzhledem ke statutu zadavatele (škola) uvažuje ve výši 2,5 %. Hodnocení je provedeno pro období 40 let, což je životnost zateplení. Neuvažuje se reinvestice do zdroje tepla, regulace a vytápěcí soustavy po 20 letech.

## 7.1. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ DLE METODIKY EA

Podrobné ekonomické vyhodnocení bylo provedeno v souladu s vyhláškou 213/2001 Sb. Neuvažuje se vliv případných dotací a růstu cen energií. Diskont (cena peněz) se vzhledem ke statutu zadavatele (škola) uvažuje ve výši 2,5 %. Hodnocení je provedeno pro období 40 let, což je životnost zateplení. Neuvažuje se reinvestice do zdroje tepla, regulace a vytápěcí soustavy po 20 letech.

Jako výnos je uvažována vypočítaná úspora provozních nákladů spojená s provozem energetického hospodářství.

| Údaje | Varianta 1 [tis. Kč] | Varianta 2 [tis. Kč] | Varianta 3 [tis. Kč] | Varianta 4 [tis. Kč] |
|---|---|---|---|---|
| Celkové inv. náklady | 4 108 | 4 507 | 5 061 | 5 720 |
| Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení) | **- 240** | **-251** | **- 265** | **- 291** |
| Změna ostatních provozních nákladů, v tom: | | | | |
| – změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, …), (+, –) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| – změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, pojištění majetku, …), (+, -) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| – samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise, resp. odpady (+, –) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využité odpady), (+, –) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Přínosy projektu celkem | **- 240** | **-251** | **- 265** | **- 291** |
| Doba hodnocení | 40 | 40 | 40 | 40 |
| **Kriteria** | | | | |
| NPV – čistá současná hodnota (tis.Kč) | 2,50% | 2,50% | 2,50% | 2,50% |
| IRR – vnitřní výnosové procento (%) | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Ts – prostá návratnost (let) | 24 | 25 | 28 | 29 |
| Tsd – reálná doba návratnosti (let) | 1 967 | 1 834 | 1 656 | 1 657 |
| Daň z příjmu | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Další relevantní údaje | - | | | - |

*Tabulka 32: Ekonomické hodnocení dle vyhl. 213/2001 Sb.*

Obecně platí, že investici má smysl realizovat tehdy, jestliže návratnost se pohybuje maximálně do poloviny životnosti stavby.

Hodnocení variant je provedeno podle vyhlášky 213/2001 Sb., která vyžaduje provedení výpočtu v současných cenách. Metodika energetického auditu neumožňuje započítávat roční zvýšení cen energie, nicméně je nutné předpokládat, že k tomuto zvyšování cen bude docházet a v současné době již dochází. V případě zahrnutí těchto vlivů by projekt dopadl z pohledu ekonomiky mnohem lépe.

Hodnocení variant při očekávaném nárůstu cen, zejména zemního plynu, je provedeno v následující kapitole.

## 7.2. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VČ. PŘEDPOKLÁDANÉHO RŮSTU CEN ENERGIÍ

Metodika energetického auditu neumožňuje započítávat roční zvýšení cen energie, nicméně je nutné předpokládat, že k tomuto zvyšování cen bude docházet a v současné době již dochází. Proto bylo v této příloze provedeno ekonomické zhodnocení s vlivem zvyšování cen.

| Údaje | Varianta 1 [tis. Kč] | Varianta 2 [tis. Kč] | Varianta 3 [tis. Kč] | Varianta 4 [tis. Kč] |
|---|---|---|---|---|
| Celkové inv. náklady | 4 108 | 4 507 | 5 061 | 5 720 |
| Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení) | **- 240** | **-251** | **- 265** | **- 291** |
| Změna ostatních provozních nákladů, v tom: | | | | |
| – změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, …), (+, –) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| – změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, pojištění majetku, …), (+, -) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| – samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise, resp. odpady (+, –) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využité odpady), (+, –) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Přínosy projektu celkem | **- 240** | **-251** | **- 265** | **- 291** |
| Doba hodnocení | 40 | 40 | 40 | 40 |
| **Kriteria** | | | | |
| NPV – čistá současná hodnota (tis.Kč) | 2,50% | 2,50% | 2,50% | 2,5% |
| IRR – vnitřní výnosové procento (%) | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Ts – prostá návratnost (let) | 17 | 17 | 18 | 19 |
| Tsd – reálná doba návratnosti (let) | 7 865 | 7 986 | 8 165 | 8 802 |
| Daň z příjmu | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Další relevantní údaje | - | | | - |

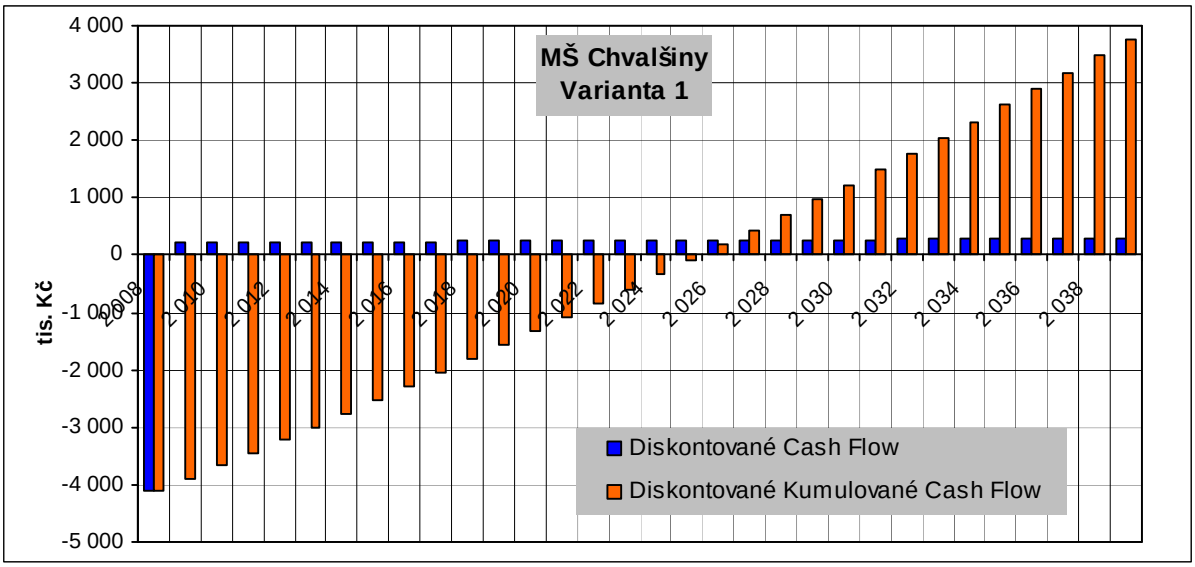
*Tabulka 33: Ekonomické hodnocení z hlediska investora.*

**Rozdíly mezi variantami jsou poměrně malé. Ekonomicky nevýhodnější je varianta 1.** Má nejnižší investiční náklady a nejvyšší IRR. Doba návratnosti je nejkratší.

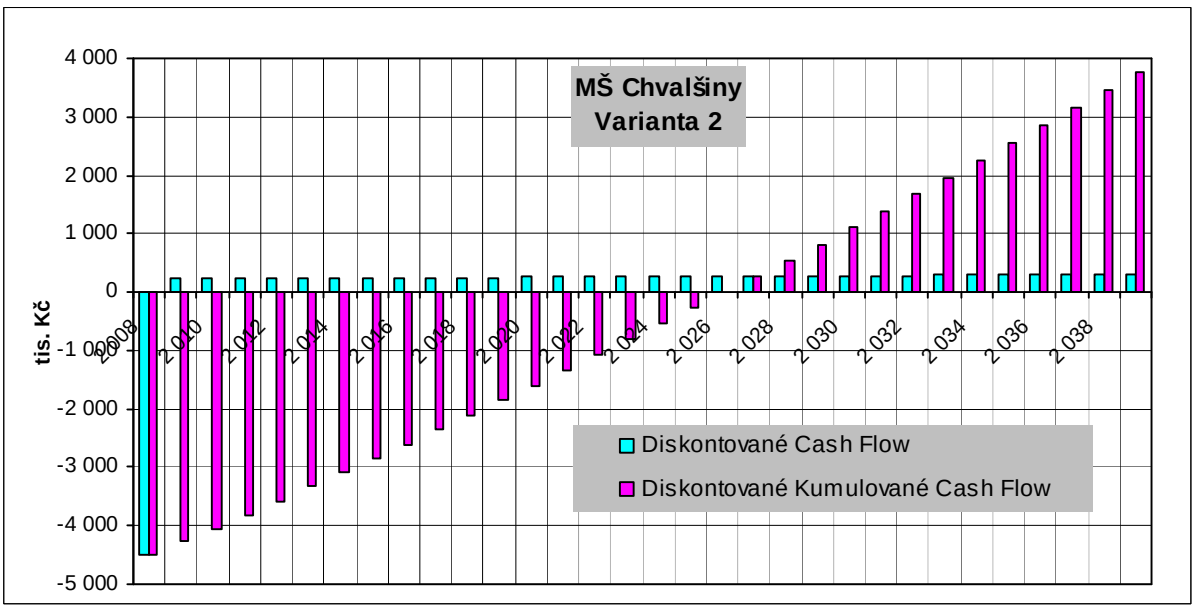
**Ekonomicky přijatelné jsou všechny varianty.** Návratnost 17 až 20 roků je dobře přijatelná pro opatření typu zateplení, neboť životnost je dvojnásobná.

Ekonomické výsledky by vylepšilo získání finanční dotace na navržená opatření.

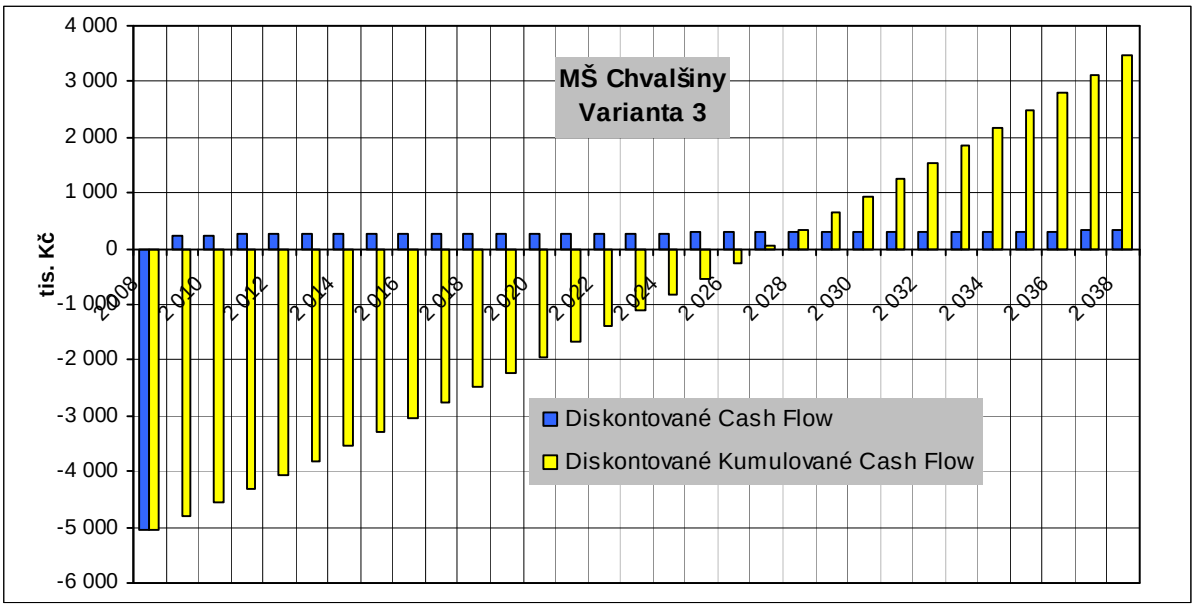
Ekonomika každé varianty je vyjádřena i v grafech, pro přehlednost jsou v grafech uvedeny hodnoty jen za prvních 30 let.



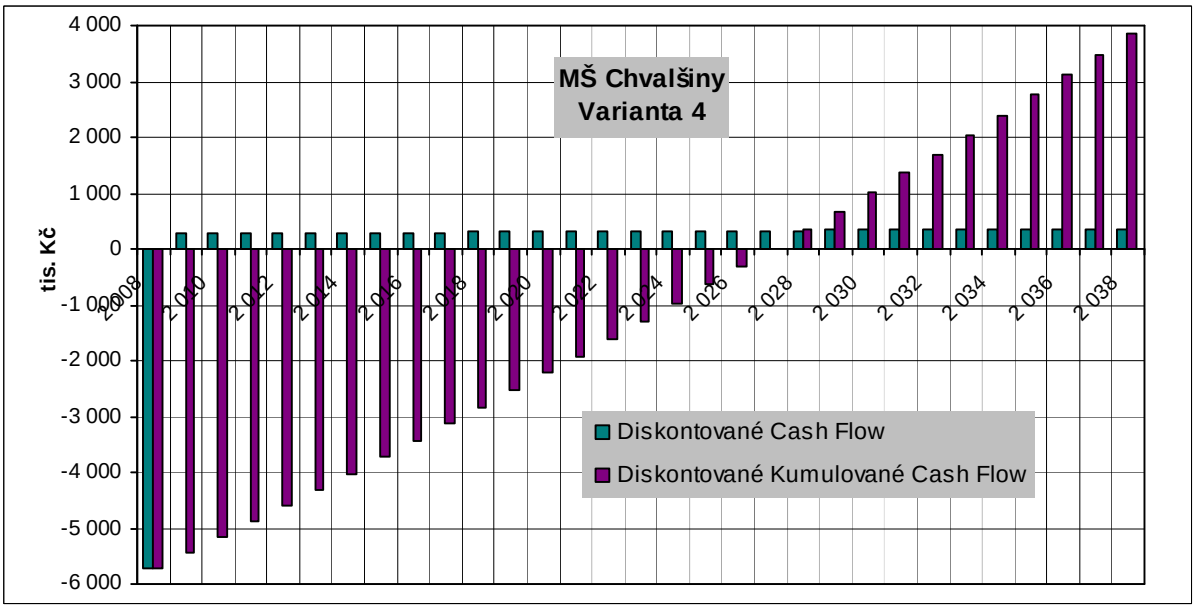

*Obrázek 22: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 1.*




*Obrázek 23: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 2.*




*Obrázek 24: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 3.*




*Obrázek 25: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 4.*

## 7.3. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Produkce emisí $CO_2$ je kalkulována na základě následujících emisních koeficientů:

Emisní koeficient pro systémovou elektřinu: Zdroj: $SO_2$, $NO_x$, – Schválený scénář Státní energetické koncepce z roku 2004, emisní faktory pro rok 2005 (po uvedení Temelína do provozu, scénář je zpracován po 5 letech), TL, CO, org. látky – Katalog opatření pro snížení energetické náročnosti (propočty SRC International CS, s.r.o. na základě REZZO 1999); $CO_2$ - vyhl. č. 425/2004 Sb.

Kalkulace emisí připadajících na výrobu elektřiny vycházejí z předpokladu, že elektřina je vyrobena v systémových hnědouhelných elektrárnách.

Většina emisí připadá na produkci elektřiny, proto se lokální snížení emisí úsporou plynu projeví jen málo. Ve variantě 3 dojde díky použití biomasy k poklesu emisí $CO_2$. Ve variantě 4 se kvůli náhradě zemního plynu elektřinou emise $CO_2$ naopak výrazně zvýší. .

**Z hlediska emisí $CO_2$ je nejlepší Varianta 3.** Z hlediska ostatních emisí jsou lepší varianty 1 a 2 , rozdíly mezi nimi jsou nepatrné.

| Koeficienty | Elektřina [kg/MWh] | Zemní plyn [kg/tis. $m^3$] | Biomasa (kg/GJ) |
|---|---|---|---|
| Tuhé látky | 0,020 | 0,093 | 0,676 |
| SO2 | 0,000 | 1,762 | 0,054 |
| NOx | 1,600 | 1,497 | 0,162 |
| CO | 0,320 | 0,141 | 0,054 |
| CxHy | 0,064 | 0,011 | 0,048 |
| CO2 | 1981,500 | 1170,000 | 0 |

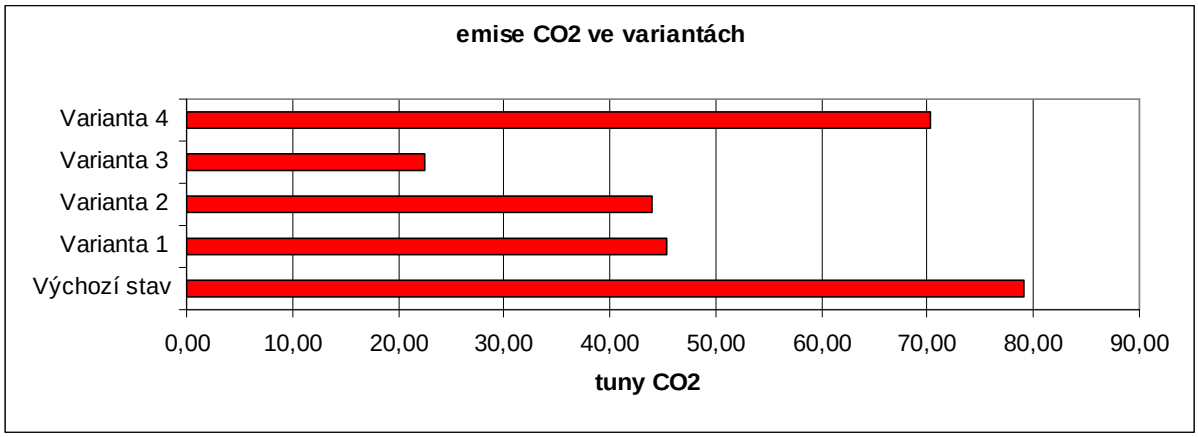
*Tabulka 34: Použité emisní koeficienty.*

| Varianta | spotřeba elektrické energie [MWh] | spotřeba zemního plynu [tis. $m^3$] | spotřeba biomasy (peletky) [GJ] |
|---|---|---|---|
| Současný stav | 19,3 | 28,6 | |
| Varianta 1 | 19,3 | 11,5 | |
| Varianta 2 | 19,3 | 10,8 | |
| Varianta 3 | 19,3 | 0 | 391,4 |
| Varianta 4 | 59,3 | 0,6 | |

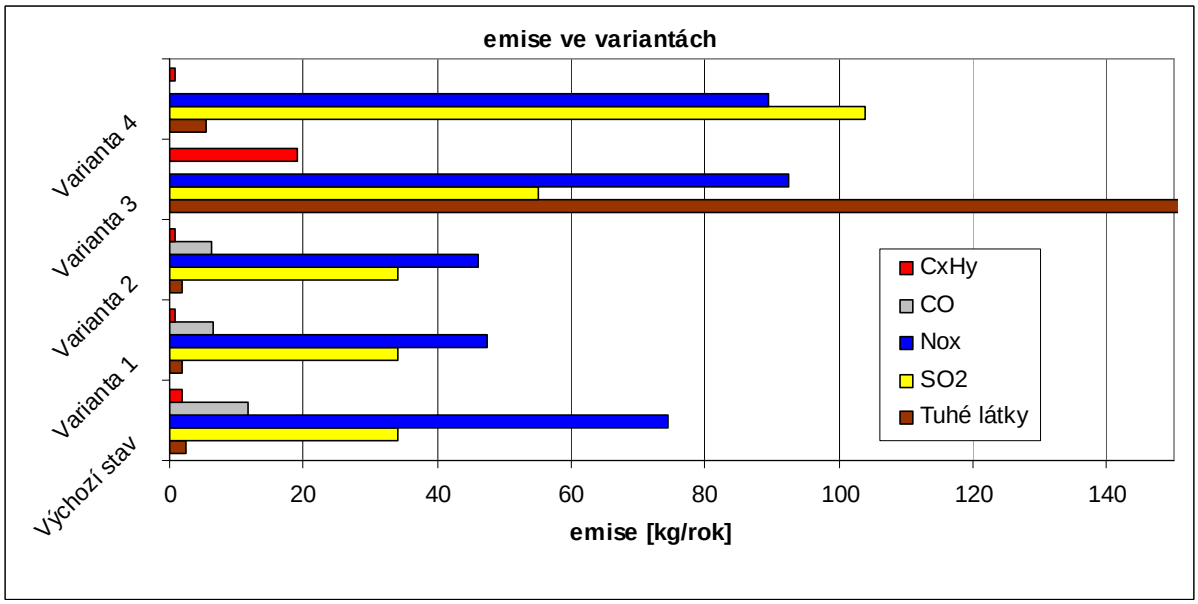
*Tabulka 35: Spotřeba energie pro výpočet emisí.*

| Znečišťující látka [kg/rok] | Současný stav | Varianta 1 | Varianta 2 | Varianta 3 | Varianta 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| Tuhé látky | 2,37 | 2,03 | 2,01 | 266,28 | 5,50 |
| $SO_2$ | 34,00 | 34,00 | 34,00 | 55,16 | 103,99 |
| $NO_x$ | 74,56 | 47,34 | 46,17 | 92,36 | 89,34 |
| CO | 11,86 | 6,41 | 6,18 | 23,88 | 8,52 |
| $C_xH_y$ | 2,04 | 0,95 | 0,91 | 19,05 | 0,69 |
| $CO_2$ | 79 147,63 | 45 425,58 | 43 979,06 | 22 574,76 | 70 272,92 |

*Tabulka 36: Vyhodnocení variant z hlediska emisí.*




*Obrázek 26: Porovnání produkce emisí $CO_2$ ve variantách.*




*Obrázek 27: Porovnání produkce emisí ve variantách.*

# 8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

## 8.1. HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

Úroveň energetického hospodářství areálu byla hodnocena z několika aspektů. Výsledkem jsou následující závěry:

- Stav budov odpovídá stáří a údržbě. Původní dřevěná okna jsou netěsná, někdy ve špatném stavu. Budovy jinak nevykazují zjevné závady.
- Tepelně technické vlastnosti většiny konstrukcí neodpovídají požadavkům současné normy ČSN 730540.
- Budova nevyhovuje ČSN 730540, obálka budovy spadá do kategorie F.
- Není rozlišena spotřeba tepla na vytápění pro jednotlivé části budovy, není rozlišena spotřeba plynu na TUV a vytápění.
- Velká část rozvodů v kotelně je bez izolace. Většina ostatní izolace rozvodů nevyhovuje vyhl. č. 193/2007 Sb. Armatury jsou zásadně bez izolace.
- Spotřeba v jednotlivých letech je vyrovnaná, což ukazuje na dobře nastavenou regulaci. Spotřeba není vyšší, než by se dalo čekat na základě tepelné ztráty budovy, což ukazuje na správně nastavenou regulaci.
- Využití solární energie a tepelného čerpadla se neuvažuje z technických, ekonomických a ekologických důvodů.
- Úroveň osvětlení je nedostatečná a je vhodné provést rekonstrukci osvětlovací soustavy v nové budově MŠ.

## 8.2. CELKOVÁ VÝŠE DOSAŽITELNÝCH ENERGETICKÝCH ÚSPOR

Celková výše technicky dosažitelných úspor je **912,9** GJ/rok (současný stav v porovnání s nejúspornější navrhovanou variantou).

Celková výše ekonomicky dosažitelných úspor je **643,3** GJ/rok (současný stav v porovnání s ekonomicky nejpříznivější variantou).

## 8.3. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Varianta 1 má nejnižší investiční náklady a nejkratší dobu návratnosti. Z hlediska úspory emisí je na druhém místě (mimo úspory $CO_2$, kde je na třetím místě).

**Proto byla vybrána varianta 1.**

Ta uvažuje: Zateplení stěn obou budov, včetně suterénu. Zateplení bude kontaktním zateplovacím systémem s vrstvou 160 mm polystyrenu (pod terénem a pro zateplení soklu do výše 300 mm nad terénem se použije 120 mm XPS). Zateplení stropu obou budov v půdním prostoru s vrstvou 200 mm izolantu a pochozími lávkami. Zateplení plochých střech chodby a jídelny. Výměna oken za nová s izolačním trojsklem. Výměna vstupních dveří v obou budovách. Nahrazení luxferové stěny oknem Podrobněji viz kap. 4.4 až 4.11. Dále se uvažuje ponechání stávajících plynových kotlů.

| Bilance | | |
|---|---|---|
| Úspora energie | 643,3<br>56% | GJ/rok |
| Úspora nákladů | 240493,5<br>49% | Kč/rok |
| Využití potenciálu úspor | 70% | |

*Tabulka 37: Energetické ukazatele varianty 1.*

| Ekonomika | | |
|---|---|---|
| Celkové investiční náklady | 4 108 000 | Kč |
| Doba návratnosti | 17 | roků |
| Diskontovaná doba návratnosti | 17 | roků |
| Míra výnosnosti IRR | 8,77% | |
| Čistá současná hodnota NPV | 7 865 | Kč |

*Tabulka 38: Ekonomické ukazatele varianty 1.*

| Znečišťující látka | Výchozí stav | Varianta 1 | Úspora emisí |
|---|---|---|---|
| | [t/rok] | [t/rok] | [t/rok] |
| Tuhé látky | 0,0024 | 0,0020 | 0,0003 |
| $SO_2$ | 0,0340 | 0,0340 | 0,0000 |
| $NO_x$ | 0,0746 | 0,0473 | 0,0272 |
| $C_xH_y$ | 0,0020 | 0,0010 | 0,0011 |
| CO | 0,0119 | 0,0064 | 0,0054 |
| $CO_2$ | 79,1476 | 45,4256 | 33,7220 |

*Tabulka 39: Ekologické ukazatele varianty 1.*

### 8.4. PŘEDPOKLADY DOSAŽENÍ CÍLOVÝCH HODNOT A JEJICH GARANCE

Výpočty vycházejí z údajů o spotřebách a provozu poskytnutých provozovatelem budovy, z dostupné projektové dokumentace a místní prohlídky. Fyzikální měření ani destruktivní zkoušky nebyly provedeny.

Tepelně technické výpočty byly provedeny pro průměrnou vnitřní výpočtovou teplotu v objektech 20 °C, výpočtovou venkovní teplotu –18 °C, průměrnou venkovní teplotu v otopném období 3,1 °C a délku otopného období 243 dní.

Dosažení cílových hodnot je podmíněno kvalitním provedením navržených úprav. Za odchylky způsobené nekvalitním provedením opatření zpracovatel EA neručí.

Za předpokladu výše splněných podmínek zpracovatel EA garantuje úspory energie ve výši 70% předpokládané hodnoty a alikvotní poměr dosažení ostatních hodnot. Zbytek je považován za oprávněnou rezervu na přesnost výpočtu s ohledem na stav a rozsah dostupné dokumentace a podkladů.

### 8.5. MOŽNOST FINANCOVÁNÍ METODOU EPC

Pro financování energetických úspor lze v některých případech využít metodu „Energy Perfotmance Contracting“ (EPC). Princip spočívá v tom, že projekt úspor je splácen ze skutečně dosažených úspor nákladů na energie. Investorem přitom není spotřebitel (majitel objektu), ale komerční firma, která poskytuje energetické služby (označuje se zkratkou ESCO - **E**nergy **S**ervice **Co**mpany). Investice, úroky a náklady na služby ESCO splácí zákazník firmě ESCO po dosažení úspory v provozních nákladech a po dobu sjednanou smluvně. Smlouva se uzavírá obvykle na 5 až 10 roků, což je doba nutná ke splacení pořizovacích nákladů projektu.

V areálu MŠ Chvalšiny nejsou opatření s dostatečně rychlou návratností, proto se využití EPC neuvažuje.

## 8.6. ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ

Dosažení cílových hodnot úzce souvisí s kvalitou provedení navržených opatření, na kterou je třeba klást zásadní vliv. Proto by výběr realizační firmy neměl být proveden pouze podle ceny nabídek.

**Po instalaci nových oken je třeba upozornit učitelky MŠ a další uživatele budovy na nutnost častějšího větrání otevíráním oken.** Při instalaci vzduchotechniky je třeba seznámit personál s jejím fungováním. Chování uživatelů je pro dosažení nízké spotřeby energie rozhodující. Je nezbytné, aby správce objektu dobře znal princip fungování vytápění, větrání a regulace a dokázal je podle potřeby použít. Vliv energetického managementu je zde zásadní.

V rámci běžného provozu je nutno včas odstraňovat drobné závady, jako zatékání dešťové vody do omítek nebo do zateplení, zasklívání rozbitých oken, těsnění dveří a podobně.

Při nákupu chladniček a jiných elektrospotřebičů dávat přednost úsporným, tj. takovým, které podle energetického štítku patří do kategorie A (resp. A++ u chladniček). Při náhradě počítačových monitorů upřednostňovat LCD monitory.

V rámci energetického managementu je třeba sledovat ceny elektřiny a případně zvolit jiného dodoavatele silové elektřiny, ev. změnit tarif pro odběr.

Je velmi vhodné po několika letech provozu vyhodnotit spotřeby energií a znovu zvážit zejména instalaci solárního systému a kogenerační jednotky.

## 8.7. EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Evidenční list energetického auditu je uveden v Příloze č.1.

Ing. Karel Srdečný
České Budějovice, 25. února 2012

***SEZNAM TABULEK***

*Tabulka 1: Rozměry a geometrická charakteristika budov.....7*
*Tabulka 2: Klimatické údaje. .....7*
*Tabulka 3: Tepelné ztráty.....9*
*Tabulka 4: Konstrukce – výchozí stav. .....10*
*Tabulka 5: Základní údaje o energetických vstupech a výstupech. .....10*
*Tabulka 6: Spotřeba elektřiny 2004 – 2011 a platby.....11*
*Tabulka 7: Spotřeba plynu 2004 – 2011 a platby.....12*
*Tabulka 8: Cena tepla ze zemního plynu 2011.....12*
*Tabulka 9: Hodnoty umělého osvětlení. .....13*
*Tabulka 10: Parametry pro stanovení spotřeby TUV. .....17*
*Tabulka 11: Odhad spotřeby energie pro TUV a krytí.....17*
*Tabulka 12: Model spotřeby budovy.....18*
*Tabulka 13: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy– stávající stav.....19*
*Tabulka 14. Energetická náročnost budovy dle vyhlášky 148/2007 Sb.....19*
*Tabulka 15: Roční energetická bilance.....20*
*Tabulka 16: Bilance výroby energie z vlastních zdrojů. .....20*
*Tabulka 17: Technické ukazatele vlastního energetického zdroje. .....20*
*Tabulka 18: Investiční náklady na podružné měření.....21*
*Tabulka 19: Úspora při změně dodavatele silové el. .....21*
*Tabulka 20: Pokles výkonu svítidel vlivem zaprášení. .....22*
*Tabulka 21: Investiční náklady na kotelnu na biomasu pro zateplený objekt. .....25*
*Tabulka 22: Investiční náklady na TČ.....26*
*Tabulka 23: Investiční náklady na VZT.....27*
*Tabulka 24: Přehled nákladů na opatření.....27*
*Tabulka 25: Přehled opatření ve variantách. .....28*
*Tabulka 26: Přehled opatření a nákladů.....29*
*Tabulka 27: Tepelné ztráty ve variantách.....30*
*Tabulka 28: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy– stávající stav. .....31*
*Tabulka 29: Konstrukce ve variantách.....31*
*Tabulka 30: Upravené energetické bilance jednotlivých variant.....32*
*Tabulka 31: Úspora energie a nákladů.....34*
*Tabulka 32: Ekonomické hodnocení dle vyhl. 213/2001 Sb.....35*
*Tabulka 33: Ekonomické hodnocení z hlediska investora.....36*
*Tabulka 34: Použité emisní koeficienty. .....39*
*Tabulka 35: Spotřeba energie pro výpočet emisí.....39*
*Tabulka 36: Vyhodnocení variant z hlediska emisí. .....39*
*Tabulka 37: Energetické ukazatele varianty 1. .....41*
*Tabulka 38: Ekonomické ukazatele varianty 1.....42*
*Tabulka 39: Ekologické ukazatele varianty 1.....42*

***SEZNAM OBRÁZKŮ***

*Obrázek 1: MŠ Chvalšiny – situace. 6*
*Obrázek 2: MŠ Chvalšiny – letecký pohled. 6*
*Obrázek 3: Nová budova MŠ. 8*
*Obrázek 4: Celkový pohled od severovýchodu. 8*
*Obrázek 5: Starší budova MŠ. 9*
*Obrázek 6: Rozložení tepelných ztrát. 9*
*Obrázek 7: Spotřeba elektřiny. 11*
*Obrázek 8: Spotřeba plynu 2004 – 2006 a platby. 12*
*Obrázek 9: Osvětlovací tělesa v herně a jídelně. 13*
*Obrázek 10: Ohřívače TUV v kuchyni a v kotelně. 14*
*Obrázek 11: Topná tělesa. 14*
*Obrázek 12: Kotle 14*
*Obrázek 13: Nedostatečná izolace rozvodů v kotelně. 15*
*Obrázek 14: Rozvody v suterénu. 15*
*Obrázek 15: Spotřeba tepla korigovaná podle skutečných klimatických podmínek. 17*
*Obrázek 16: Závislost spotřeby tepla na klimatických podmínkách. 18*
*Obrázek 17: Nasazení kotlů. 25*
*Obrázek 18: Ztráty tepla ve variantách. 30*
*Obrázek 19: Energetická bilance - náklady. 33*
*Obrázek 20: Energetická bilance - spotřeby. 33*
*Obrázek 21: Úspora energií a nákladů. 34*
*Obrázek 22: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 1. 37*
*Obrázek 23: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 2. 37*
*Obrázek 24: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 3. 38*
*Obrázek 25: Tok hotovosti (diskontovaný) – varianta 4. 38*
*Obrázek 26: Porovnání produkce emisí $CO_2$ ve variantách. 40*
*Obrázek 27: Porovnání produkce emisí ve variantách. 40*

# PŘÍLOHA Č. 1

# EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

# Evidenční list energetického auditu

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Předmět EA | **Mateřská škola Chvalšiny** | | | | |
| Adresa | Chvalšiny 198, 382 08 Chvalšiny | | | | |
| Zadavatel EA | Obec Chvalšiny | | | Zástupce | Pavel Krejčí |
| Adresa zadavatele | Chvalšiny 38, 382 08 Chvalšiny | | | | |
| Telefon | 724 191 435 | Fax | | E-mail | krejci@chvalsiny.cz |

| | |
|---|---|
| Charakteristika předmětu EA | Objekt sestává ze dvou budov různého stáří a konstrukce. V novější budově je provoz MŠ – herny, jídelna a další prostory. V suterénu je kotelna, knihovna a klubovna. Ve starší budově je kuchyně MŠ (1 PP), dále ordinace a čekárny a příslušenství (1 NP) a dva byty (2 NP). Celý objekt je vytápěn z centrální kotelny.<br>**Nová budova** je ze sedmdesátých let. Větší část budovy je obdélníkového půdorysu, třípodlažní, se sedlovou střechou (nevytápěná půda). Menší část tvoří jídelna a spojovací chodba ke starší budově, která je přízemní, s podsklepením. Má plochou střechu.<br>Nosné stěny jsou z plných cihel tl. 450 mm, ostatní obvodové zdivo z tvárnic Isostone tl. 250 mm.<br>Stropy nad suterénem jsou ze stropních panelů tl. 300 mm, bez tepelné izolace. Podlahy jídelny a spojovací chodby jsou zespoda izolovány 60 mm PPS. Stropy pod půdou jsou tvořeny stropními panely, s izolací z minerální vaty tl. 80 mm a betonovou mazaninou.<br>**Starší budova** je čtvercového půdorysu z roku 1970, v sedmdesátých letech byla rozšířena o dvoupodlažní křídlo směrem do zahrady. V roce 2003 byly rekonstruovány vnitřní prostory. Skladba konstrukcí není známa, původní dokumentace není k dispozici. Přepokládá se, že obvodové zdivo je z plných cihel, tl. 700 mm. Stropy ploché betonové. Okna jsou dřevěná, dvojitá, v části přistavěného křídla dřevěná zdvojená. Vchodové dveře původní.<br>MŠ je v provozu ve pracovních dnech, cca od 6 do 16 hodin. MŠ navštěvuje cca 50 dětí, kuchyně připravuje cca 110 jídel denně.<br>Budovy nevyhovují požadavkům vyhl. č. 291/2001 Sb. Konstrukce nevyhovují ČSN 730540. Budovy nevykazují výrazné poruchy. |
| VÝCHOZÍ STAV | |
| Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov) | Zdrojem tepla je centrální plynová kotelna z roku 1997 se dvěma kotli à 105 kW. Původní uhelné kotle jsou zachovány, rovněž většina stávajících rozvodů.<br>Nízkotlaká teplovodní soustava s nuceným oběhem. Jednotlivé větve mají vlastní ekvitermní regulaci a oběhové čerpadlo, řízené centrální jednotkou. Otopná tělesa ve starší budově jsou ploché radiátory, v MŠ jsou jednak litinové a ocelové žebrové radiátory a v hernách celkem 4 konvektory s přisáváním venkovního vzduchu skrz zeď. Ve starší budově jsou na tělesech osazeny ventily s termostatickou hlavicí, ve škole kohouty s ručními hlavicemi.<br>Větrání přirozené, okny, v hernách MŠ je přisávání venkovního vzduchu do konvektorů skrz zeď.<br>TUV se připravuje centrálně pro provoz MŠ v přímo ohřívaném plynovém bojleru v kotelně. Kuchyně MŠ má vlastní plynový bojler.<br>Jedno odběrné místo elektřiny pro celý objekt. Sazba C25d jistič 3 x 50 A. Silová el. je odebírána od E.ON. Elektřina se používá zejména pro osvětlení a běžný provoz MŠ a pro kuchyni.<br>Zemní plyn se měří centrálně pro celý objekt, nerozlišuje se spotřeba pro vytápění a TUV. |

| Vlastní energetický zdroj | | Instal. tep. výkon [MW] | Instal. el. výkon [MW] |
|---|---|---|---|
| | | 0,210 | --- |
| Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.) | | | |
| 2 x plyn. kotel Viadrus G 100, 105 kW | | | |
| Teplo | Výroba ve vlastním zdroji [GJ/r] | | 910 |
| | Nákup [GJ/r] | | 0 |
| | Prodej [GJ/r] | | 0 |
| Elektřina | Výroba ve vlastním zdroji [MWh/r] | | 0 |
| | Nákup [MWh/r] | | 19,3 |
| | Prodej [MWh/r] | | 0 |

| Spotřeba paliv a energie [GJ/r] | Plyn + elektřina | z toho přímá technologická spotřeba [GJ/r] | Elektřina |
|---|---|---|---|
| | 1148,7 | | 69 |

| Spotřebič energie | Příkon (tep. ztráta) [kW] | Spotřeba energie [GJ/r] | Nositel energie |
|---|---|---|---|
| Vytápění | 210 | 887,3 | Zemní plyn |
| TUV | | 23,4 | Zemní plyn |
| Ztráty | | 168,6 | Zemní plyn |
| Ttechnologická spotřeba | | 69,5 | Elektřina |

# Energeticky úsporný projekt

| | |
|---|---|
| Stručný popis doporučené varianty | Zateplení stěn obou budov, včetně zateplení stěn suterenního podlaží. Zateplení bude kontaktním zateplovacím systémem s vrstvou 160 mm polystyrenu (pod terénem a pro zateplení soklu do výše 300 mm nad terénem se použije 120 mm XPS). Zateplení stropu obou budov v půdním prostoru s vrstvou 200 mm izolantu a pochozími lávkami. Zateplení plochých střech chodby a jídelny. Výměna oken za nová s izolačním trojsklem. Výměna vstupních dveří v obou budovách. Nahrazení luxferové stěny oknem. Dále se uvažuje ponechání stávajících plynových kotlů. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Investiční náklady [tis. Kč] | 4 108 | z toho technologie [tis. Kč] | | |
| 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] |
| | 1 149 | 492,1 | 555 | 270,0 |
| Potenciál energetických úspor | GJ/r | | MWh/r | |
| | 895,4 | 3223,4 | 3223,4 | |

**Environmentální přínosy**

| Znečišťující látka | Výchozí stav [t/r] | Stav po realizaci [t/r] | Rozdíl [t/r] |
|---|---|---|---|
| Tuhé látky | 0,0024 | 0,0020 | 0,0003 |
| $SO_2$ | 0,0340 | 0,0340 | 0,0000 |
| $NO_x$ | 0,0746 | 0,0473 | 0,0272 |
| CO | 0,0119 | 0,0064 | 0,0054 |
| $C_xH_y$ | 0,0020 | 0,0010 | 0,0011 |
| $CO_2$ | 79,1476 | 45,4256 | 33,7220 |

**Ekonomická efektivnost**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cash - Flow projektu [tis. Kč/r] | | viz graf | Doba hodnocení [roky] | | 40 |
| Prostá doba návratnosti [roky] | 17 | | Diskont | | 2,5% |
| Reálná doba návratnosti [roky] | 17 | NPV [tis. Kč] | 8 | IRR | 8,77 % |
| Zpracovatel energetického auditu | | Ing. Karel Srdečný | | Č. osvědčení | 074 |
| Podpis | | | | Datum | 21. 2. 2012 |

# PŘÍLOHA Č. 2

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY – REFERENČNÍ BUDOVA, PŮVODNÍ STAV A DOPORUČENÁ VARIANTA

# Protokol k energetickému štítku obálky budovy

### Identifikační údaje

| | |
|---|---|
| Druh stavby | Mateřská škola - referenční budova |
| Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) | Chvalšiny 198, 382 08 Chvalšiny |
| Katastrální území a katastrální číslo | Chvalšiny, č.kat. 655333 |
| Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | |
| Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník | Obec Chvalšiny |
| Adresa | Chvalšiny 38, 382 08 Chvalšiny |
| Telefon / E-mail | 724 191 435 / krejci@chvalsiny.cz |

### Charakteristika budovy

| | |
|---|---|
| Objem budovy ***V*** - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy | 5 466,0 $m^3$ |
| Celková plocha ***A*** - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 2 385,3 $m^2$ |
| Objemový faktor tvaru budovy ***A*** / ***V*** | 0,44 $m^2/m^3$ |
| Typ budovy | ostatní |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období $q_{im}$ | 20 °C |
| Venkovní návrhová teplota v zimním období $q_e$ | -18 °C |

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

| Ochlazovaná konstrukce | Plocha $A_i$ [$m^2$] | Součinitel (činitel) prostupu tepla $U_i$ ($\Sigma\Psi_k.l_k + \Sigma\chi_j$) [W/($m^2$·K)] | Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_N$ ($U_{rec}$) [W/($m^2$·K)] | Činitel teplotní redukce $b_i$ [-] | Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i . U_i . b_i$ [W/K] |
|---|---|---|---|---|---|
| Obvodová stěna | 1 034,0 | 0,30 | ( ) | 1,00 | 310,2 |
| Střecha | 558,1 | 0,30 | ( ) | 1,00 | 167,4 |
| Podlaha | 558,0 | 0,46 | ( ) | 0,56 | 144,9 |
| Otvorová výplň | 235,3 | 1,51 | ( ) | 1,00 | 355,5 |
| Tepelné vazby | | | ( ) | | 94,0 |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| **Celkem** | **2 385,3** | | | | **1 072,0** |

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

**Stanovení prostupu tepla obálky budovy**

| | | |
|---|---|---|
| Měrná ztráta prostupem tepla $\boldsymbol{H}_T$ | W/K | 1 072,0 |
| **Průměrný součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em} = \boldsymbol{H}_T / \boldsymbol{A}$** | **W/(m$^2$·K)** | **0,45** |
| Výchozí požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 pro rozmezí $q_{im}$ od 18 do 22 °C | W/(m$^2$·K) | 0,45 |
| Doporučený součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em,rec}$ | W/(m$^2$·K) | 0,34 |
| **Požadovaný součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em,N}$** | **W/(m$^2$·K)** | **0,45** |

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy**

| Hranice klasifikačních tříd | Veličina | Jednotka | Hodnota |
|---|---|---|---|
| A – B | $0,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,22** |
| B – C | $0,75 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,34** |
| C – D | $U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,45** |
| D – E | $1,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,67** |
| E – F | $2,0 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,90** |
| F – G | $2,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **1,12** |

Klasifikace: C - vyhovující

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 25.2.2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Ing. Karel Srdečný

IČ: 65042841

Zpracoval: Ing. Karel Srdečný

Podpis: ……

Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

# Protokol k energetickému štítku obálky budovy

### Identifikační údaje

| | |
|---|---|
| Druh stavby | Mateřská škola - Současný stav |
| Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) | Chvalšiny 198, 382 08 Chvalšiny |
| Katastrální území a katastrální číslo | Chvalšiny, č.kat. 655333 |
| Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | Základní škola a Mateřská škola Chvalšiny |
| Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník | Obec Chvalšiny |
| Adresa | Chvalšiny 38, 382 08 Chvalšiny |
| Telefon / E-mail | 724 191 435 / krejci@chvalsiny.cz |

### Charakteristika budovy

| | |
|---|---|
| Objem budovy ***V*** - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy | 5 466,0 $m^3$ |
| Celková plocha ***A*** - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 2 385,3 $m^2$ |
| Objemový faktor tvaru budovy ***A*** / ***V*** | 0,44 $m^2/m^3$ |
| Typ budovy | ostatní |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období $q_{im}$ | 20 °C |
| Venkovní návrhová teplota v zimním období $q_e$ | -18 °C |

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

| Ochlazovaná konstrukce | Plocha $A_i$ [$m^2$] | Součinitel (činitel) prostupu tepla $U_i$ ($\Sigma\Psi_k.l_k + \Sigma\chi_j$) [W/($m^2$·K)] | Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_N$ ($U_{rec}$) [W/($m^2$·K)] | Činitel teplotní redukce $b_i$ [-] | Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i . U_i . b_i$ [W/K] |
|---|---|---|---|---|---|
| Obvodová stěna | 1 034,0 | 1,05 | 0,30 (0,25) | 1,00 | 1 085,7 |
| Střecha | 558,1 | 0,76 | 0,30 (0,20) | 1,00 | 424,1 |
| Podlaha | 558,0 | 0,46 | 0,45 (0,30) | 0,56 | 144,9 |
| Otvorová výplň | 235,3 | 2,42 | 1,70 (1,20) | 1,00 | 569,4 |
| Tepelné vazby | | | ( ) | | 238,5 |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| **Celkem** | **2 385,4** | | | | **2 462,6** |

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

**Stanovení prostupu tepla obálky budovy**

| | | |
|---|---|---|
| Měrná ztráta prostupem tepla $\boldsymbol{H}_T$ | W/K | 2 462,6 |
| **Průměrný součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em} = \boldsymbol{H}_T / \boldsymbol{A}$** | **W/(m²·K)** | **1,03** |
| Výchozí požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 pro rozmezí $q_{im}$ od 18 do 22 °C | W/(m²·K) | 0,45 |
| Doporučený součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em,rec}$ | W/(m²·K) | 0,34 |
| **Požadovaný součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em,N}$** | **W/(m²·K)** | **0,45** |

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy není splněn.

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy**

| Hranice klasifikačních tříd | Veličina | Jednotka | Hodnota |
|---|---|---|---|
| A – B | $0,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m²·K) | **0,22** |
| B – C | $0,75 \cdot U_{em,N}$ | W/(m²·K) | **0,34** |
| C – D | $U_{em,N}$ | W/(m²·K) | **0,45** |
| D – E | $1,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m²·K) | **0,67** |
| E – F | $2,0 \cdot U_{em,N}$ | W/(m²·K) | **0,90** |
| F – G | $2,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m²·K) | **1,12** |

Klasifikace: F - velmi nehospodárná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 25. 2. 2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Ing. Karel Srdečný

IČ: 65042841

Zpracoval: Ing. Karel Srdečný

Podpis: ……

Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

# Protokol k energetickému štítku obálky budovy

### Identifikační údaje

| | |
|---|---|
| Druh stavby | Mateřská škola - Doporučená varianta |
| Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) | Chvalšiny 198, 382 08 Chvalšiny |
| Katastrální území a katastrální číslo | Chvalšiny, č.kat. 655333 |
| Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | Základní škola a Mateřská škola Chvalšiny |
| Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník | Obec Chvalšiny |
| Adresa | Chvalšiny 38, 382 08 Chvalšiny |
| Telefon / E-mail | 724 191 435 / krejci@chvalsiny.cz |

### Charakteristika budovy

| | |
|---|---|
| Objem budovy ***V*** - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy | 5 466,0 $m^3$ |
| Celková plocha ***A*** - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 2 385,3 $m^2$ |
| Objemový faktor tvaru budovy ***A*** / ***V*** | 0,44 $m^2/m^3$ |
| Typ budovy | ostatní |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období $q_{im}$ | 20 °C |
| Venkovní návrhová teplota v zimním období $q_e$ | -18 °C |

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

| Ochlazovaná konstrukce | Plocha $A_i$ [$m^2$] | Součinitel (činitel) prostupu tepla $U_i$ ($\Sigma\Psi_k.l_k + \Sigma\chi_j$) [W/($m^2$·K)] | Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_N$ ($U_{rec}$) [W/($m^2$·K)] | Činitel teplotní redukce $b_i$ [-] | Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i . U_i . b_i$ [W/K] |
|---|---|---|---|---|---|
| Obvodová stěna | 1 034,0 | 0,20 | ( ) | 1,00 | 208,0 |
| Střecha | 558,1 | 0,18 | ( ) | 1,00 | 101,8 |
| Podlaha | 558,0 | 0,46 | ( ) | 0,56 | 144,9 |
| Otvorová výplň | 235,3 | 1,03 | ( ) | 1,00 | 242,9 |
| Tepelné vazby | | | ( ) | | 39,9 |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| | | | ( ) | | |
| **Celkem** | **2 385,3** | | | | **737,7** |

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

**Stanovení prostupu tepla obálky budovy**

| | | |
|---|---|---|
| Měrná ztráta prostupem tepla $\boldsymbol{H}_T$ | W/K | 737,7 |
| **Průměrný součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em} = \boldsymbol{H}_T / \boldsymbol{A}$** | **W/(m$^2$·K)** | **0,31** |
| Výchozí požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 pro rozmezí $q_{im}$ od 18 do 22 °C | W/(m$^2$·K) | 0,45 |
| Doporučený součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em,rec}$ | W/(m$^2$·K) | 0,34 |
| **Požadovaný součinitel prostupu tepla $\boldsymbol{U}_{em,N}$** | **W/(m$^2$·K)** | **0,45** |

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy**

| Hranice klasifikačních tříd | Veličina | Jednotka | Hodnota |
|---|---|---|---|
| A – B | $0,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,22** |
| B – C | $0,75 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,34** |
| C – D | $U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,45** |
| D – E | $1,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,67** |
| E – F | $2,0 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **0,90** |
| F – G | $2,5 \cdot U_{em,N}$ | W/(m$^2$·K) | **1,12** |

Klasifikace: B - úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 25. února 2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Ing. Karel Srdečný

IČ: 65042841

Zpracoval: Ing. Karel Srdečný

Podpis: ……

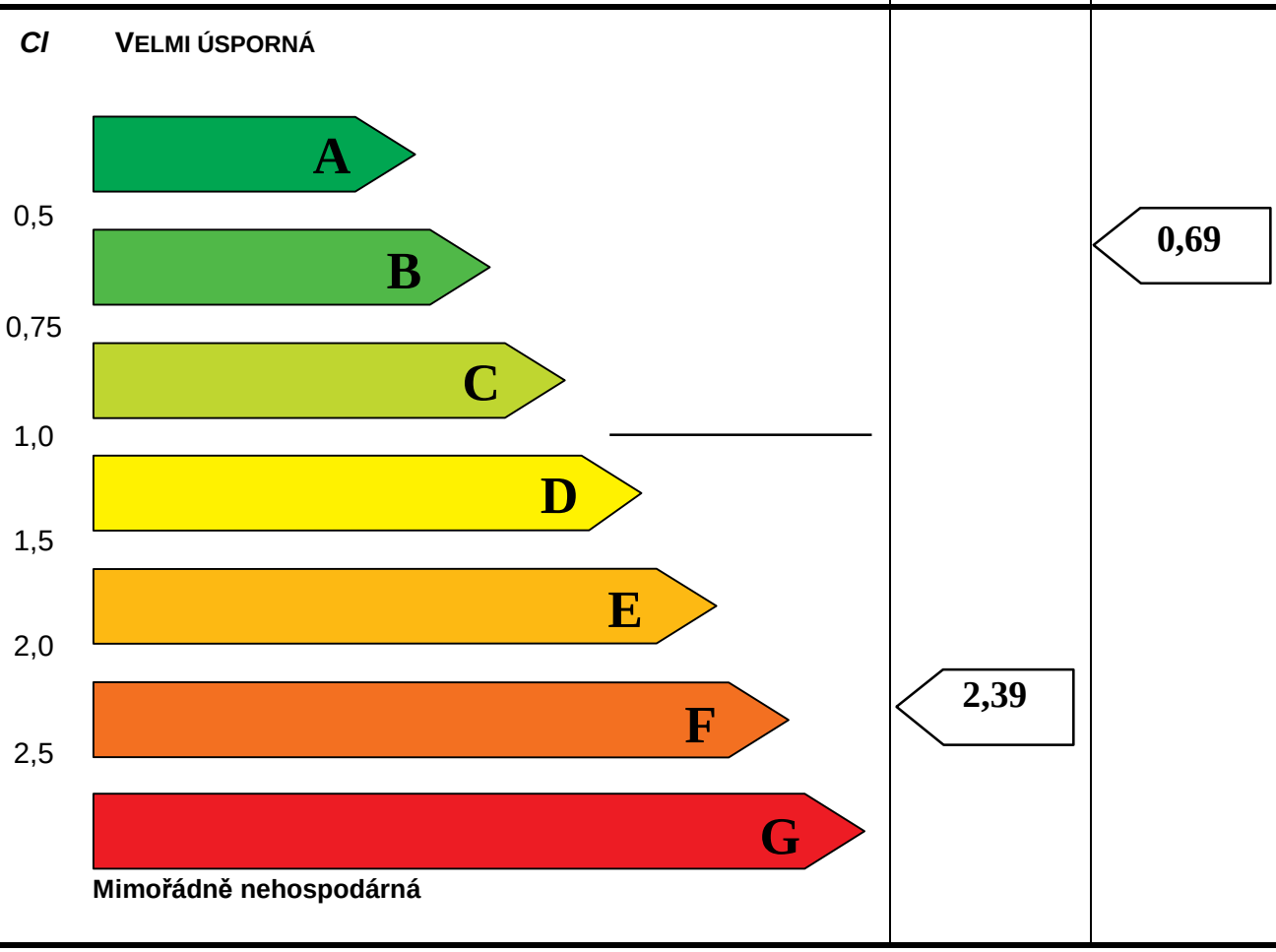
Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

# PŘÍLOHA Č. 3

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY – GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

| **Mateřská škola Chvalšiny**<br>**Chvalšiny 198, 382 08 Chvalšiny** | **Hodnocení obálky budovy** | |
|---|---|---|
| **Celková podlahová plocha $A_c$ = 1 521,7m$^2$** | **stávající** | **doporučená varianta** |




| **KLASIFIKACE** | | |
|---|---|---|
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve W/(m$^2$·K) $U_{em} = H_T / A$ | **1,03** | **0,31** |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m$^2$·K) | **0,45** | **0,45** |

Klasifikační ukazatele *CI* a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$

| *CI* | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $U_{em}$ | 0,22 | 0,34 | 0,45 | 0,67 | 0,90 | 1,12 |

Platnost štítku: Vystaveno 25. 2. 2012

| Štítek vypracoval(a): | Ing. Karel Srdečný |
|---|---|

# PŘÍLOHA Č. 4

# TABULKA PŘÍNOSY OPATŘENÍ

| Ekologické přínosy navrhovaného opatření – bilance emitovaných látek do ovzduší | | | |
|---|---|---|---|
| Ukazatel vypuštěného znečištění (t/rok) | Stav | | Celkové snížení |
| | před realizací opatření | po realizaci opatření | |
| TZL | 0,0024 | 0,0020 | 0,0003 |
| SO2 | 0,0340 | 0,0340 | 0,0000 |
| NOx | 0,0746 | 0,0473 | 0,0272 |
| VOC (mimo I. a II. třídu) | 0,0020 | 0,0010 | 0,0011 |
| CO | 0,0119 | 0,0064 | 0,0054 |
| CO2 | 79,1476 | 45,4256 | 33,7220 |

| Technické a ekologické parametry navrhovaného opatření | | |
|---|---|---|
| **Název kritéria** | **Jednotka** | **Hodnota** |
| **SOUČASNÝ STAV** | | |
| Původní spotřeba energie | GJ/rok | 1148,7 |
| Typ paliva | text | zemní plyn + elektřina |
| Objemový faktor tvaru budovy A/V | $m^2/m^3$ | 0,44 |
| Průměrný součinitel prostupu tepla Uem,N | $W/(m^2K)$ | 1,03 |
| Plocha konstrukce - obvodové zdivo | $m^2$ | 1 034,0 |
| Plocha konstrukcí - výplně | $m^2$ | 235,3 |
| Plocha konstrukcí - střecha, příp. strop či podlaha | $m^2$ | 558,0 |
| **NAVRHOVANÝ STAV** | | |
| Nová spotřeba energie | GJ/rok | 505,4 |
| Typ paliva | text | zemní plyn + elektřina |
| Průměrný součinitel prostupu tepla Uem,N | $W/(m^2K)$ | 0,31 |
| Plocha zateplované konstrukce - obvodové zdivo | $m^2$ | 1 034,0 |
| Plocha zateplované konstrukce – výplně | $m^2$ | 235,3 |
| Plocha zateplované konstrukce – střecha, příp. strop či podlaha | $m^2$ | 558,0 |
| Úspora energie | GJ/rok | 643,3 |
| **EKONOMICKÉ ÚDAJE** | | |
| Úspora současných provozních nákladů | Kč bez DPH/rok | 200 |
| Provozní náklady po realizaci | Kč bez DPH/rok | 210 |
| Ekonomická životnost investice (ekologické opatření) | roky | 40 let |