

ENERGETICKÝ AUDIT

**BUDOVY MATEŘSKÉ ŠKOLY LOJOVICKÁ
LOJOVICKÁ 557, 142 00 PRAHA - LIBUŠ**



srpen 2009

4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie	25
4. 1. Druhy úsporných opatření	25
4. 2. Beznákladová a nízkonákladová opatření	26
4. 2. 1. Opatření A – Energetický management	26
4. 3. Nízkonákladová opatření	29
4. 3. 1. Opatření B – Rekonstrukce a optimalizace osvětlení	29
4. 3. 2. Opatření C – Zavedení regulace podle vnitřní teploty	30
4. 4. Vysokonákladová opatření	31
4. 4. 1. Opatření D – Zateplení obvodových stěn	31
4. 4. 2. Opatření E – Tepelně-technická sanace střešního pláště	32
4. 4. 3. Opatření F – Instalace solárních kolektorů pro částečnou přípravu teplé vody ...	33
4. 4. 4. Opatření G – Instalace fotovoltaických panelů	34
4. 4. 5. Opatření H – Nucené větrání s rekuperací tepla	35
4. 5. Souhrn navržených opatření	37
4. 6. Definování variant	38
4. 6. 1. Varianta 1.1 – Částečná stavební rekonstrukce vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy	38
4. 6. 2. Varianta 1.2 – Komplexní stavební rekonstrukce vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy	38
4. 6. 3. Varianta 2 – Solární ohřev vody	38
4. 6. 4. Varianta 3 – Fotovoltaický systém	38
4. 6. 5. Varianta 4 – Částečná stavební rekonstrukce objektu, zavedení regulace podle vnitřní teploty	38
5. Ekonomické hodnocení navržené varianty	42
5. 1. Metoda hodnocení	42
5. 2. Vyhodnocení variant	42
5. 3. Vyhodnocení variant pro polovinu odpisové doby	44
6. Environmentální hodnocení navržené varianty	45
7. Závěrečné hodnocení energetického auditora	47
7. 1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	47
7. 2. Využití obnovitelných a alternativních zdrojů energie	47
7. 3. Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu a doporučení energetického auditora	48
8. Evidenční list energetického auditu	50
9. Přílohy	52
9. 1. Příloha 1 Situace a fotomapa	52
9. 2. Příloha 2 Fotodokumentace	53
9. 3. Příloha 3 Graf a výstupy výpočtu umělého osvětlení programem DIALux	55

Obsah

1. Identifikační údaje.....	5
1. 1. Identifikační údaje zadavatele auditu.....	5
1. 2. Identifikační údaje provozovatele předmětu energetického auditu.....	5
1. 3. Zhotovitel auditu	5
1. 4. Předmět energetického auditu	5
2. Popis výchozího stavu.....	6
2. 1. Základní údaje o předmětu energetického auditu	6
2. 1. 1. Základní popis objektu a jeho provozu	6
2. 1. 2. charakteristika stavebních konstrukcí objektu	7
2. 2. Základní údaje o energetických vstupech a výstupech	8
2. 3. Energetické hospodářství	10
2. 3. 1. Zdroj tepla – plynová kotelna.....	10
2. 3. 2. Měření a regulace	11
2. 3. 3. Vytápění	11
2. 3. 4. Příprava teplé vody.....	12
2. 3. 5. Vzduchotechnika.....	12
2. 3. 6. Spotřebiče zemního plynu.....	13
2. 3. 7. Spotřebiče elektrické energie	13
2. 3. 8. Rozvody energie.....	14
2. 4. Bilance zdrojů energie.....	15
2. 5. Záměry zadavatele.....	15
3. Zhodnocení výchozího stavu.....	16
3. 1. Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie	16
3. 2. Zhodnocení stávajícího stavu budovy	17
3. 2. 1. Informace o objektu	17
3. 2. 2. Prostup tepla obálkou budovy dle ČSN 73 0540-2:2007.....	18
3. 2. 3. Výpočet tepelné ztráty a potřeby tepla na vytápění	19
3. 2. 4. Přepočet spotřeby tepla denostupňovou metodou.....	20
3. 3. Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství	21
3. 3. 1. Krytí energetických potřeb.....	21
3. 3. 2. Posouzení izolace rozvodů ÚT a TV a zásobníků dle vyhlášky č. 193/2007 Sb.	22
3. 3. 3. Posouzení měrných ukazatelů spotřeby tepla dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.	23
3. 3. 4. Posouzení energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 148/2007 Sb.	23
3. 4. Technický potenciál úspor	24

9. 4. Příloha 4 Výstupy výpočtů z programu Energie 2009	56
9. 5. Příloha 5 Protokol k energetickému štítku a Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2:2007 - stávající stav	58
9. 6. Příloha 6 Protokol k energetickému štítku a Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2:2007 - návrhový stav.....	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 Podlahová plocha a počet obyvatel v předmětu auditu	7
Tabulka 2 Údaje o odběru zemního plynu	9
Tabulka 3 Údaje o odběru elektřiny	9
Tabulka 4 Energetické vstupy a výstupy v předmětu EA v roce 2006	9
Tabulka 5 Energetické vstupy a výstupy v předmětu EA v roce 2007	9
Tabulka 6 Energetické vstupy a výstupy v předmětu EA v roce 2008	10
Tabulka 7 Technické parametry zdroje tepla pro vytápění a ohřev vody mateřské školy	11
Tabulka 8 Přehled větracích zařízení – část 1	13
Tabulka 9 Přehled větracích zařízení – část 2	13
Tabulka 10 Významnější elektrospotřebiče (Pravidelná zpráva o revizi elektrického zařízení, 2005).....	14
Tabulka 11 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro rok 2008 (vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 3)	15
Tabulka 12 Základní tvar energetické bilance pro rok 2008 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 4).....	16
Tabulka 13 Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 5)	16
Tabulka 14 Průměrné klimatické podmínky dle ČSN 38 3350	17
Tabulka 15 Základní technické parametry objektu	17
Tabulka 16 Součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí a požadavky normy	18
Tabulka 17 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	18
Tabulka 18 Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy (normou doporučené hodnocení)	19
Tabulka 19 Přepočtení spotřeby tepla na vytápění – bude ověřeno na základě možného upřesnění denostupňů v lokalitě	20
Tabulka 20 Upravená vstupní energetická bilance objektu (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 6).....	21
Tabulka 21 Měrné ukazatele spotřeby tepelné energie dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.....	23
Tabulka 22 Úkoly energetického managementu (EM)	26
Tabulka 23 Součinitel prostupu tepla a úspora tepla po realizaci zateplení vnějších stěn.....	31

Tabulka 24 Součinitel prostupu tepla a úspora tepla po realizaci zateplení střechy	32
Tabulka 25 Souhrn navrhovaných opatření – označení a popis variant a jejich investiční náklady	37
Tabulka 26 Definování variant.....	39
Tabulka 27 Investiční náklady na realizaci jednotlivých variant a vyčíslení úspor po realizaci projektu.....	39
Tabulka 28 Upravená energetická bilance – energie (část 1).....	40
Tabulka 29 Upravená energetická bilance – energie (část 2).....	40
Tabulka 30 Upravená energetická bilance – náklady (část 1).....	40
Tabulka 31 Upravená energetická bilance – náklady (část 2).....	41
Tabulka 32 Ekonomické ukazatele vybraných variant bez uvažování růstu cen energie – část 1	43
Tabulka 33 Ekonomické ukazatele vybraných variant bez uvažování růstu cen energie – část 2	43
Tabulka 34 Emise znečišťujících látek ve výchozím stavu a v jednotlivých variantách	45
Tabulka 35 Redukce emisí znečišťujících látek v jednotlivých variantách	45

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma budovy MŠ Lojovická.....	7
Obrázek 2 Spotřeba elektrické energie a tepla a náklady v období 2006-2008	10
Obrázek 3 Poměr měrných tepelných ztrát objektu	20
Obrázek 4 Spotřeba tepla na vytápění normová a skutečná přepočtená na normový stav denostupňovou metodou (bude upřesněno).....	21
Obrázek 5 Krytí potřeby tepla na ohřev pomocí solární energie	33
Obrázek 6 Decentrální systém větrání – samostatná větrací jednotka pro každou místnost....	36
Obrázek 7 Spotřeba energie a provozní náklady posuzovaných opatření.....	37
Obrázek 8 Spotřeba energie a náklady posuzovaných variant (kombinací opatření)	39
Obrázek 9 Emise znečišťujících látek jednotlivých variant energeticky úsporných opatření (vztaženo ke stávajícímu stavu = 100 %).	45
Obrázek 10 Měrná tepelná ztráta objektu před a po realizaci doporučené varianty opatření ..	49

1. Identifikační údaje

1. 1. Identifikační údaje zadavatele auditu

Název firmy: Městská část Praha - Libuš
Adresa: Libušská 35, 142 00 Praha 4 - Libuš
Telefon: 261 711 380
Fax: 241 727 864
E-mail: mc.libus@praha-libus.cz
IČO: 002 31 142
Zástupce: Petr Mráz, starosta
Kontaktní osoba: Oskar Botha
Telefon: 261 910 142

1. 2. Identifikační údaje provozovatele předmětu energetického auditu

Název firmy: Mateřská škola Lojovická
Adresa: Lojovická 557/12, 142 00 Praha 4 - Libuš
Telefon: 241 471 378
Fax: 241 471 378
E-mail: sykorova.mslojovicka@seznam.cz
IČO: 604 37 928
Zástupce: Ivana Sýkorová, ředitelka

1. 3. Zhotovitel auditu

Jméno: PORSENNA o.p.s.
Adresa sídla: Bystřická 522/2, 140 00 Praha 4
Adresa kanceláře: Bartáková 1121/3, 140 00 Praha 4
Telefon: 241 730 336
Fax: 241 730 340
E-mail: ops@porsenna.cz
IČO: 271 72 392
Energetický auditor: Ing. Lucie Stuchlíková, č. osvědčení 261 ze dne 16. 5. 2007
Spolupracoval: Ing. Jiřina Malcová
Ing. Jaroslav Klusák, Ph.D.

1. 4. Předmět energetického auditu

Název: Budova Mateřské školy Lojovická
Adresa: Lojovická 557/12, 142 00 Praha 4 - Libuš
Vlastník: Hlavní město Praha, svěřená správa MČ Praha – Libuš

2. Popis výchozího stavu

Energetický audit je zpracován v souladu se zákonem o hospodaření energií č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a s prováděcí vyhláškou č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu, ve znění pozdějších předpisů.

Pro vypracování předkládané zprávy o energetickém auditu byly využity následující podklady:

- Částečná projektová dokumentace stavební „Objekt 853-57/602, architektonická část“, Pražský projektový ústav, Praha (03/1977)
- Projekt ústředního vytápění „Mateřská škola MŠ 4 853-57-602, ústřední vytápění“, Pražský projektový ústav, Praha (02/1977)
- Projektová dokumentace „Rekonstrukce mateřské školy 4, Lhotka-Libuš, Stavební část“, KPP, Praha (01/1998)
- Dokumentace plynové kotelny „Plynová kotelná mateřské školy, elektroinstalace, měření a regulace“, Ing. Kamil Urban (04/2004)
- Souhrn podkladů pro plynofikaci a plynovou kotelnu „Plynofikace“, Úřad městské části Praha-Libuš, Libušská 35, Praha 12
- Cenová nabídka s technickými údaji plastových oken „Výměna oken Mateřská škola Lojovická“ Hoco Bauelemente (07/2005)
- Údaje o spotřebách energie včetně nákladů za energie, a to elektřina 04.2006-04.2009 a plyn 04.2006-04.2009
- Revizní zprávy elektrických zařízení a spotřebičů, měřičů tepla
- Údaje o provozu v budově na základě konzultace prohlídky objektu

Prohlídka budovy proběhla dne 13. 5. 2009 za účasti ředitelky mateřské školy Ivany Sýkorové.

2. 1. Základní údaje o předmětu energetického auditu

Celý areál mateřské školy se nachází v Praze 4 – Libuši. Objekt je přístupný z ulice Ke lhotskému lesu. Samotná mateřská školka má č.p. 557/12, ulice Lojovická a je umístěna na parcele č. 912/3 v katastrálním území Praha, okres Hlavní město Praha. Všechny objekty byly postaveny v květnu roku 1980.

2. 1. 1. Základní popis objektu a jeho provozu

Objekt MŠ tvoří pavilon 1, pavilon 2 a dále hospodářský pavilon, který je připojen k ostatním pavilonům spojovací chodbou.

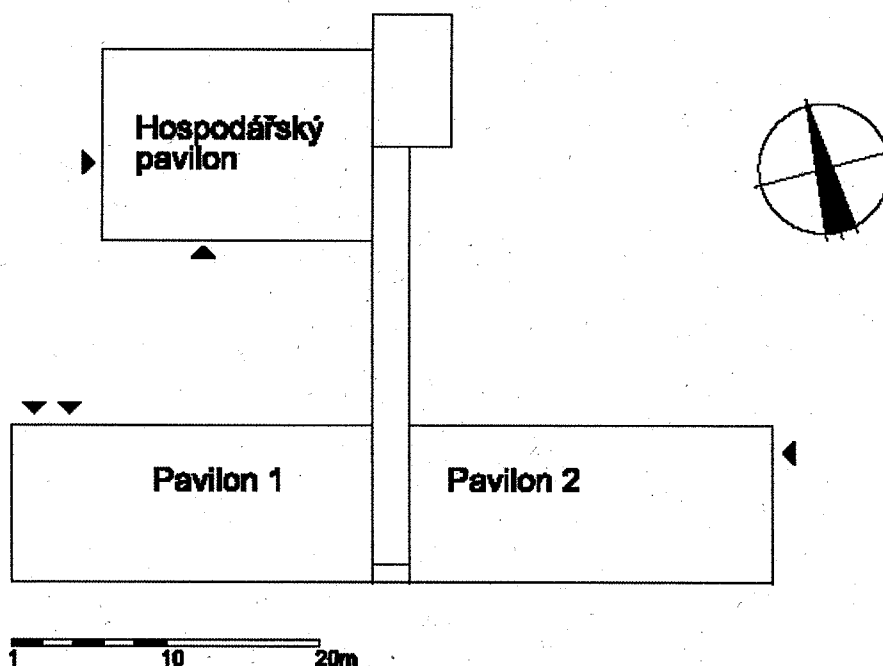
Pavilon 1 je částečně provázán s objektem pavilon 2, oba pavilony jsou navzájem propojeny spojovací chodbou. Pavilon 1 má dvě nadzemní podlaží a je nepodsklepen. Hlavní vchod do objektu je orientován na sever. Schodiště umožňující vertikální komunikaci je umístěno v západní části pavilonu. V prvním nadzemním podlaží je umístěna šatna, umývárna dětí, šatna pro zaměstnance, malá přípravná kuchyňka a dále denní místnost a ložnice pro 27 dětí. 2.NP má zcela identickou dispozici jako 1.NP, je zde tedy vytvořen prostor pro 27 dětí.

Pavilon 2 je propojen s pavilonem 1 spojovací chodbou. Objekt má pouze jedno nadzemní podlaží a je nepodsklepen. Vedlejší vchod do tohoto objektu je ve východní části. V budově je umístěna šatna, kreslárna, umývárna pro děti, denní místnost a ložnice pro 27 dětí.

Spojovací chodba je jednopodlažní nadzemní prostor spojující pavilon 1 a pavilon 2 s hospodářským pavilonem. Tato chodba je dlouhá zhruba 18 m a vede ve sklonu 10 % směrem k hospodářskému pavilonu.

Hospodářský pavilon je opět pouze jednopodlažní budova. V tomto objektu je umístěna zejména kuchyně objektu a další potřebné provozy s ní spojené (sklady, přípravná, ...), dále kancelář vedení MŠ se sociálním zázemím. Dále je zde umístěn samostatný byt pro školníka mateřské školy. Byt má dispozici 2+kk a má samostatný vchod ze západní strany.

Obrázek 1 Schéma budovy MŠ Lojovická



Provoz objektu je celodenní v následujícím časovém rozmezí. Zaměstnanci jsou v budově přítomni od 6.00 hodin do 17:30 hodin, děti od 6:30 do 17:30 hodin, a to v průběhu pracovního týdne. Byt školníka je využíván celotýdenně. Počet zaměstnanců a osob v objektu uvádí následující tabulka.

Tabulka 1 Podlahová plocha a počet obyvatel v předmětu auditu

objekt / část objektu	hlavní využití objektu	počet dětí	počet zaměstnanců	podlahová plocha [m ²]
pavilon 1 INP	zázemí pro denní činnost a odpočinek	27	2	189,39
pavilon 1 2NP	zázemí pro denní činnost a odpočinek	27	2	189,39
pavilon 2	zázemí pro denní činnost a odpočinek	27	2	206,57
hosp. pavilon	kuchyně, zázemí vedení	-	6	238,50
spojovací chodba	manipulační prostor	-	-	37,40
celkem		81	12	861,25

2. 1. 2. charakteristika stavebních konstrukcí objektu

Základy – Objekt je založen na prefabrikovaných výrobcích PS Karlovy Vary. Nosné sloupky jsou uloženy do prefamolonotických kalichů o rozměrech 1,5 x 1,9 m. Dno kalichů je

dobetonováno betonem B330, ostatní dobetonávky jsou provedeny z betonu B135 ze struskoportlandských cementů. Ostatní prvky spodní stavby jako jsou patky, základové trámy jsou opět monolitické dílce. Založení stavby bylo provedeno v dostatečné hloubce 2,92 m pod úroveň terénu. Vzhledem k tomu, že místy je zakládání prováděno až v nezvětralých břidlicích, je pod základy navržena vrstva štěrku pro zajištění rovnoměrného sedání. Vzhledem k výskytu spodní vody, jsou kolektory oddrenážovány.

Svislé a kompletační konstrukce – Vlastní pavilony jsou navrženy v konstrukční soustavě beztrámového montovaného skeletu MS 71. Staticky působí navržený skelet jako rámová konstrukce s vloženými klouby. Deskové průvlaky šíře 120/140 tl. 25 cm jsou uloženy na sloupech 40/40 cm, které vzájemně spojeny vytváří rámovou soustavu. Výplňové zdivo je v částech pavilónů provedeno z cihel děrovaných klasického formátu tl. 300 mm. Spojující chodba mezi pavilony 1 a 2 a hospodářským pavilonem je vyžděna z cihel děrovaných tl. 300 mm. Část obvodového pláště je tvořena doplňkovými karamzitbetonovými panely MS 71, dále parapetními panely a atikovým panelem.

Vnitřní dělicí konstrukce jsou tvořeny z cihel děrovaných klasického formátu tl. 300 mm. Dělicí příčky jsou tvořeny z cihel plných 12,5 cm a 10,0 cm.

Vodorovné konstrukce – Stropy jsou tvořeny pouze v dvoupodlažním pavilonu 1 ze železobetonových prefabrikovaných panelů tl. 250 mm.

Střecha – Střecha je plochá, střešní plášť tvoří klasická jednoplášťová střešní konstrukce. Je řešena jako spádová s vnitřním odvodněním a s klasickou povlakovou krytinou a asfaltových pásů. Po celé střeše jsou plynosilikátové desky se systémem odvětrávaných kanálků. Tepelně izolační a spádovou vrstvu zde tvoří keramzit o max. tloušťce 250 mm.

Podlahy – Nad kolektorem je podlaha uložena pouze na suchý písek. Tepelná izolace je zastoupena 30 mm polystyrénu. Náslapná vrstva je odlišná podle účelu místností. Převažuje zátěžový koberec a keramická dlažba.

Výplně otvorů – Okna jsou ve všech pavilonech plastová, vyráběná z profilů a materiálů systému HOCO, tvořena šestikomorovými profily systému H 160 s dorazovým těsněním. Zasklení je provedeno tepelně-izolačním dvojsklem 4/16/4, dutina plněná argonem. Jako ochrana před slunečním zářením jsou namontovány vnitřní kovové žaluzie před okny. Vstupní dveře jsou plastové s izolačním dvojsklem.

Stavební úpravy – V roce 1999 došlo k rekonstrukci pavilonu 1 a pavilonu 2. Prováděly se pouze dispoziční změny. V roce 2003 byla provedena rekonstrukce bytové jednotky umístěné v hospodářském pavilonu. Rekonstrukce se týkala změny vnitřní dispozice, přičemž celková plocha bytu zůstává zachována. Současně byla provedena změna vytápění bytu pomocí lokálního plynového kotle. V roce 2005 byla provedena částečná rekonstrukce objektu MŠ, která spočívala ve výměně oken. V témže roce došlo k odpojení horkovodního potrubí Pražské teplárenské a byla vybudována vlastní plynová kotelna pro energetické potřeby objektu.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí je uveden včetně posouzení v kapitole 3. 2.

2. 2. Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

Objekt je zásoben elektrickou energií a zemním plynem. Dodavatelem elektrické energie je Pražská energetika, a.s. a zemní plyn je dodáván od Pražské plynárenské, a.s. Spotřeby tepla i elektrické energie jsou měřeny samostatně pro budovu MŠ. V energetickém auditu je hodnocena celková spotřeba všech energií vstupujících do objektu. Objekt mateřské školy je napojen na stávající vodovodní přípojku, která je zakončena za hranicí pozemku vodoměrem umístěným ve vodoměrné šachtě.

Tabulka 2 Údaje o odběru zemního plynu

dodavatel	Pražská plynárenská, a.s.
Adresa	Národní 37, Praha 1 – Nové město, 110 00
Číslo měřiče tepla	0011426871, 6. 9. 2007 došlo k přečíslování 0011427533
Číslo měřiče tepla	0020483115

Tabulka 3 Údaje o odběru elektřiny

dodavatel	Pražská energetika, a.s.			
Adresa	Na Hroudě 1492/4, Praha 10, 100 05			
Číslo elektroměru 1	Z001306			
Číslo elektroměru 2	T014588			
Sazba – A-AKU	VT spotřeba	distribuce	NT spotřeba	ost. poplatky
	1,769 Kč/kWh*	0,147 Kč/kWh*	1,19 Kč/kWh*	1,588 Kč/kWh*
Sazba – A-KLASIK	spotřeba	distribuce	Ost.poplatky	
	1,698 Kč/kWh*	0,147 Kč/kWh*	1,588 Kč/kWh*	

*cena roku 2008 vč. DPH

Odběr vody je smluvně zajištěn z veřejného vodovodního řádu firmy Pražské vodovody a kanalizace a.s., Pařížská 11, 110 00 Praha 1.

Tabulka 4 Energetické vstupy a výstupy v předmětu EA v roce 2006

vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba energie	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
nákup el. energie	MWh	15,150	3,60	55	59 147
zemní plyn	tis. m ³	25,110	34,05	855	224 098
celkem vstupy paliv a energie				910	283 245
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				910	283 245

Ceny uvedeny včetně DPH.

Tabulka 5 Energetické vstupy a výstupy v předmětu EA v roce 2007

vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba energie	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
nákup el. energie	MWh	14,207	3,60	51	62 908
zemní plyn	tis. m ³	14,059	34,05	479	111 733
celkem vstupy paliv a energie				530	174 640
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				530	174 640

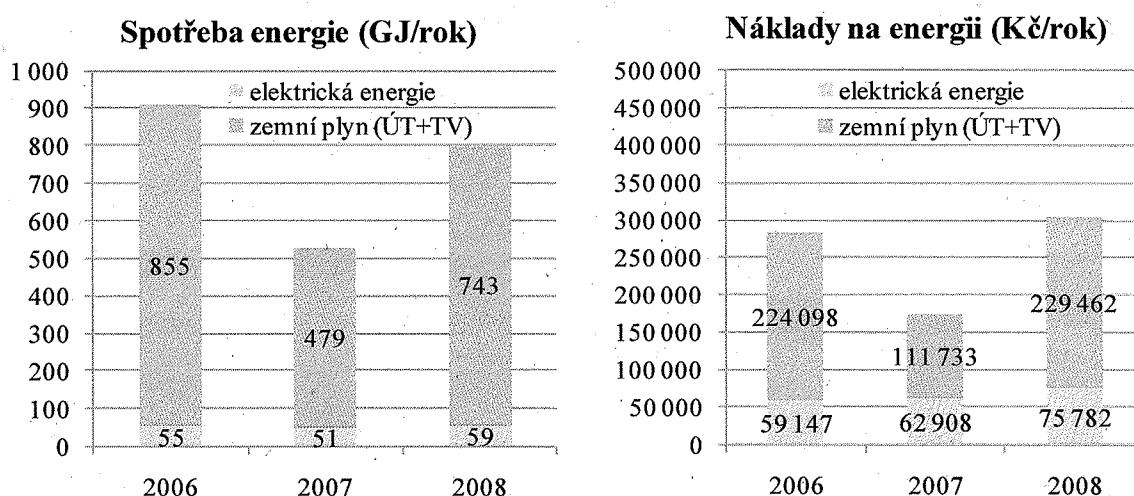
Ceny uvedeny včetně DPH.

Tabulka 6 Energetické vstupy a výstupy v předmětu EA v roce 2008

vstupy paliv a energie	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba energie	roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
nákup el. energie	MWh	16,257	3,60	59	75 782
zemní plyn	tis. m ³	21,811	34,05	743	229 462
celkem vstupy paliv a energie				801	305 244
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				801	305 244

Ceny uvedeny včetně DPH.

Obrázek 2 Spotřeba elektrické energie a tepla a náklady v období 2006-2008



Z předchozích tabulek je patrné, že celková měrná cena tepla resp. zemního plynu (vztažená na 1 GJ spotřebovaného tepla za rok) činila v roce 2006 v průměru 262 Kč/GJ, v roce 2007 cca 233 Kč/GJ a v roce 2008 zhruba 309 Kč/GJ včetně DPH.

Z grafu je patrné, že spotřeba v roce 2007 je výrazně menší, než v ostatních dvou letech, kde je spotřeba vyrovnaná. Vzhledem k tomu, že v té době nebyla provedena žádná stavební opatření, která by mohla zlepšit tepelně-technické vlastnosti objektu, dá se nízká spotřeba vysvětlit pouze menším využíváním budovy během tohoto roku nebo chybějícími fakturačními podklady za část roku, což ale nebylo provozovatelem potvrzeno.

2. 3. Energetické hospodářství

2. 3. 1. Zdroj tepla – plynová kotelná

Zdrojem tepla pro vytápění i přípravu teplé vody v objektu Mateřské školy Lojovická je vlastní plynová kotelná umístěná v hospodářském pavilonu. Celkový instalovaný výkon zdroje tepla je max. 260 kW. Kotle jsou zapojeny do kaskády, přehled parametrů kotle uvádí následující tabulka. Parametry zdroje tepla v bytové jednotce nebyly k dispozici.

Tabulka 7 Technické parametry zdroje tepla pro vytápění a ohřev vody mateřské školy

tech. parametry	plynový kotel PROTHERM KLO/KLO EKO
typ / popis	PROTHERM Grizzly 130 KLO EKO
palivo	zemní plyn
jmen. tepelný výkon	91 – 130 kW
jmenovitá účinnost	92 %
celkový počet zdrojů	2
rok výroby	2005
rok uvedení do provozu	2006
výrobce	Vaillant Group Czech s.r.o.

Pozn.: Údaje v tabulce byly zjištěny z podkladů od výrobce.

Plynové kotle pro výrobu topné vody budou napojeny do společného rozdělovače a sběrače pro ÚT, TV a vzduchotechnickou jednotku. Hospodářský pavilon a bytová jednotka jsou napojeny na plynovod potrubím DN50.

2. 3. 2. Měření a regulace

Regulace okruhu vytápění a souvisejících zařízení bude zajištěna regulačním systémem typu MPC303-ZDG firmy INGSOFT Praha. Jedná se o kompaktní digitální podstanice určené k řízení a regulaci technologií budov, vzduchotechnických zařízení, ústředního vytápění, ohřevu TV atd.

Řízení chodu kotlů je odvozeno od venkovní teploty a nastaveného programu (příprava TV, VZT). Hořáky kotlů jsou regulovány vlastní automatikou. Regulátor spíná chod kotlů a sleduje jejich poruchu. Řízení teploty topné vody je prováděno směšovacím ventilem se servopohonem podle nastaveného programu v závislosti na čase. Chod oběhových čerpadel je ovládán z rozvaděče podle nastaveného programu, potřeb vytápění a přípravy TV.

Regulace teploty topné vody je navržena směšováním trojcestným ventilem. Do okruhu vytápění bude přimíchávána část vody z vratného potrubí a tím upravena její teplota na hodnoty nastavené podle charakteristiky budovy a teploty venkovní. V určené místnosti je osazen teploměr EX01, který snímá teplotu prostoru a je jím možno ovládat nastavení regulátoru.

Regulace teploty TV je navržena nabíjecím čerpadlem. Při poklesu teploty TV v zásobníku bude sepnuto čerpadlo až do opětovného nabití zásobníku. Havarijní teplota TV je snímána termostatem.

2. 3. 3. Vytápění

Otopný systém je teplovodní dvoutrubkový s nuceným oběhem topné vody o teplotním spádu 93/68 °C.

Rozvod ÚT je se spodním rozvodem, rozvětvený dle pavilonů. Spojovací kanál pod chodbou je neprůlezný, odbočky k pavilonu 1 a pavilonu 2 jsou uzavíratelné a vypustitelné v kolektorech budov. V chodbě jsou topná tělesa napojena přímo z kanálu. Jako topné plochy jsou použity litinové radiátory o rozměrech 900/160 a 500/160 cm. Tělesa jsou opatřena dřevěnými kryty nebo jsou v nikách, případně volně stojící (v místnostech dospělých). Tělesa mají pouze dvojregulační kohouty a dále vypouštěcí kohouty.

Izolace rozvodů je původní. V kolektorech je suchá balená izolace. V kanálcích ucpaná skelná vlna krytá osinkovou pokrývkou.

2. 3. 4. Příprava teplé vody

Teplá voda je připravována centrálně pomocí nepřímotopného zásobníku TV DRAŽICE OKC 400 NTR- s jednou topnou vložkou. Rozvod teplé vody je proveden od zásobníku o objemu 400 l umístěného v technické místnosti, resp. plynové kotelně. Teplá voda vedená od zásobníku k jednotlivým zařizovacím předmětům je napojena na stávající rozvody TV vedené v technické místnosti.

Cirkulační potrubí je osazené cirkulačním čerpadlem s časovým spínačem, které zajišťuje, aby teplota teplé vody při odběru nejnepríznivěji umístěného výtoku neklesla pod přípustnou hodnotu.

Rozvody vody jsou provedeny z plastových trubek rPE HOSTALEN-PN20. Rozvody jsou opatřeny izolací MIRELON min. tl. 9 mm.

2. 3. 5. Vzduchotechnika

V prostoru kotelny je přívod spalovacího vzduchu zajištěn vzduchotechnickým zařízením o volném průřezu 50 x 50 cm, které je trvale propojeno s venkovním ovzduším. Je opatřeno mřížkou ze strany venkovního prostředí a umístěno vlevo od vchodových dveří do kotelny 50 cm nad terénem. Druhý otvor je umístěn naproti přívodu spalovacího vzduchu. Otvor je opatřen mřížkami.

Zařízení pro umělé větrání je instalováno pouze v hospodářském pavilonu. Zejména v těchto místnostech: kuchyně, šatny, sklady, sociální zařízení, bytový jednotka. Pro umožnění průtokového větrání v podtlakových zařízeních jsou do zdiva instalovány mřížky velikosti 400 x 190 cm.

Větrání kuchyně je zajištěno přívodem vzduchu přes nasávací žaluzie a automaticky ovládanou regulační klapkou. Jednotka VJA 3000.082 je osazena ve vzduchotechnické strojovně. Topné medium je voda 110/70 °C. Jednotka je kromě ohřivače vybavena prachovým filtrem.

Na přívod vzduchu navazuje zařízení pro odvod vzduchu. Odvodní jednotka typu DVJ je situována na střechu. Odvodní potrubí je opatřeno mřížkami. Systém větrání je rovnotlaký.

Větrání šaten je podtlakovým zařízením, které sestává z odvodní jednotky DVJ. Jednotka je situována na střeše. Sací strana jednotky napojuje odtahové potrubí s měřítkem. Větrání je občasné podtlakové. Náhradní vzduch je přidáván přes průtokovou mřížku ve zdivu ze sousedních prostor.

Sklady jsou větrány axiálním přetlakovým ventilátorem, který je instalován pod stropem. Sací strana je napojena přes tlumící vložku na odtahové potrubí s vyústkami. Výtlačná strana je vyvedena do fasády, kde je zakončena samočinnou klapkou.

Sociální zařízení v hospodářském pavilonu jsou bez možnosti přirozeného větrání. Proto jsou vybaveny odsávacími ventilátory. Vyvedení vzduchu je nad střechu.

Kuchyně bytové jednotky je vybavena odsavačem. Odsavač je osazen nad instalovaný sporák a napojen na přistavěný komínový průduch.

Tabulka 8 Přehled větracích zařízení – část 1

tech. parametry	VJA 3000.082.PN	DVJ-A450, 7PL 127331	DVJ-A-280-9	APT 315/3
popis a umístění	přívod vzduchu, kuchyně	rovnotlaký odvod vzduchu, kuchyně	podtlakový systém větrání, šatny, příslušné sociální zařízení	axiální přetlakový ventilátor, sklady
jmen. průtok vzduchu	3 000 m ³ /hod	3 000 m ³ /hod	1 000 m ³ /hod	1 800 m ³ /hod
topný výkon	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
topné médium	topná voda 110/70°C	-	-	-
el. příkon ventilátoru	0,75 kW	0,18kW	0,09kW	0,12kW
celkový počet jednotek	1	1	1	1
výrobce	ZWZ Záv. Nové město n. Váhom	Liberecké vzd. závody	ZVVZ Liberec - Vesec	nezjištěno
rok výroby / instalace	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno

Tabulka 9 Přehled větracích zařízení – část 2

tech. parametry	odsávací ventilátory ELKO-VH-1S	odsavač par NORMA 170
popis a umístění	odsávání sociálních zařízení	odsávání kuchyně bytové jednotky
jmen. průtok vzduchu	nezjištěno	nezjištěno
topný výkon	-	-
topné médium	-	-
el. příkon ventilátoru	nezjištěno	nezjištěno
celkový počet jednotek	3	1
výrobce	ELKO-Nový Kolín	NORMA n.p. Frýdlant
rok výroby / instalace	nezjištěno	nezjištěno

2. 3. 6. Spotřebiče zemního plynu

Zemní plyn je kromě kotelny spotřebováván pro vaření ve školní kuchyni. Instalované plynové spotřebiče jsou plynový průtokový ohřívač Mora typu 370PO, plynový sporák SPE 40, stolička Ascobloc.

2. 3. 7. Spotřebiče elektrické energie

Na spotřebě elektrické energie v objektu MŠ se nejvíce podílí spotřeba na umělé osvětlení, technologii v plynové kotelně, vzduchotechniku, spotřebiče ve školní kuchyni, např. chladnička Gorenje (P=0,2 kW), toustovač (0,7 kW; 1,2 kW), sendvičovač (0,64 kW), 3 x kuchyňský robot (0,25 kW; 0,6 kW; 0,7 kW), 4 x mikrovlnná trouba (0,8 kW; 1,2 kW), 4 x chladnička, mraznička, mrazicí box, infrazářič (0,8 kW), vysavač (1,2 kW), 3 x myčka nádobí (2,0 kW), 3 x varná konvice (1,0 kW; 2,2 kW), a drobné kancelářské spotřebiče, např.

zvlhčovač vzduchu (0,95 kW), automatická pračka. Provoz elektrických spotřebičů je nárazový a nepravidelný. Osvětlení je zajištěno převážně zářivkami, dále žárovkami.

Celkový instalovaný příkon elektrospotřebičů objektu je $P_{\max} = 67,4$ kW (hodnota je převzata ze zprávy o pravidelné revizi elektrických spotřebičů z roku 2005).

Tabulka 10 Významnější elektrospotřebiče (Pravidelná zpráva o revizi elektrického zařízení, 2005)

zařízení	instalovaný výkon / počet
svítidla žárovková a zářivková, jiné výbojkové spotřebiče	20,7 kW / 210 ks
tepelné spotřebiče	41,2 kW / 15 ks
motory (VZT, svářečka,...)	5,5 kW / 7 ks

Výpočtem umělého osvětlení metodou popsanou v ČSN 36 0450 - Umělé osvětlení vnitřních prostorů bylo zjištěno, že intenzita osvětlení na sledovaných místech vybrané učebny dosahuje průměrné hodnoty 342 luxů (intenzita osvětlení je vztažena na srovnávací rovinu, která je v komunikačních prostorech na podlaze a v učebnách v místě zrakového úkolu tj. v učebnách uvažováno ve výšce 0,85 m). Požadavek pro učebny školských zařízení je 300 lx (pro učebny s náročnější zrakovou činností i více), pro komunikace a chodby 100 lx, pro schodiště 150 lx. Hodnota stanovená výpočtem byla ověřena v učebně ve 2.NP.

Neméně důležitou veličinou charakterizující kvalitu osvětlení je rovnoměrnost na srovnávací rovině, která udává, jaký je poměr nejmenší hodnoty intenzity osvětlení (E_{\min}) a místně průměrné intenzity osvětlení (E_p). V učebnách škol musí být dodržena minimální hodnota rovnoměrnosti $r = 0,65$ v prostorách s trvalým pobytem a $r = 0,40$ v prostorách s krátkodobým pobytem dětí a žáků (za trvalý charakter pobytu se považuje činnost dítěte nebo žáka v délce 4 a více hodin). Dosažení této hodnoty bylo výpočtem ověřováno, splněna je minimální hodnota pro prostory s trvalým pobytem žáků a dosahuje $r = 0,73$.

2. 3. 8. Rozvody energie

Otopná soustava

Rozvody ÚT jsou provedeny dvěma samostatnými větvemi – pro pavilon 1 a pro pavilon 2. Větvě jsou vedeny z technické místnosti spojovacím kanálem pod chodbou. Na větvích jsou uzavírací ventily a ruční regulace. Rozvodné potrubí je vedeno v suterénu kolektoru. Upevnění potrubí v kolektoru na železech, v kanálkách na podložkách. Izolace potrubí v kolektorech je suchá balená. V kanálkách ucpaná skelná vata krytá osinkovou pokrývkou. Volné vedení stoupaček je natřeno emailovou barvou.

Rozvody teplé (užitkové) vody

Na rozvaděči ÚT jsou umístěny tři okruhy: okruh pro otopná tělesa, okruh pro vzduchotechnické jednotky a okruh pro TV. Na okruh pro TV je připojen nepřímotopný zásobník TV DRAŽICE OKC 400 NTR s jednou topnou vložkou. Zásobník je umístěn v technické místnosti dle výkresu a je připojen na rozvod studené vody. Rozvod teplé vody bude proveden od zásobníku TV. Teplá voda vedená od zásobníku k jednotlivým zařizovacím předmětům je napojena na stávající rozvod TV vedený v technické místnosti. Rozvody vody budou provedeny z plastových trubek rPE HOSTALEN-PN20. Veškerý rozvod bude opatřen izolací MIRELON min. tl. 9 mm.

Rozvody vzduchotechniky

Hlavní trasy odvodu a přívodu vzduchu pro VZT jsou vedeny pod stropem místností a chodeb. Hlavní rozvod je veden z místnosti vzduchotechniky a dále pak do hlavní kuchyně, skladů, sociálních zařízení. Odtah vzduchu je situován na střechu. Potrubí jsou plechová čtyřhranného průřezu 630 x 280 mm, 200 x 315 mm a 315 x 315 mm.

2. 4. Bilance zdrojů energie

V následující tabulce je shrnuta bilance výroby tepla z vlastního zdroje (plynový kotel pro ÚT, TV a VZT) umístěného v kotelně v budově HP.

Tabulka 11 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro rok 2008 (vyhláška č. 2132001 Sb., příloha č. 3)

ř.	ukazatel	jednotka	hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem ¹⁾	MW	0,260 + 0,015
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh/rok	-
6	Prodej elektřiny	MWh/rok	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu tepla ²⁾	MWh/rok	5,2
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ/rok	-
9	Výroba dodávkového tepla	GJ/rok	572
10	Prodej tepla cizím	GJ/rok	-
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ/rok	743
12	Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ/rok	743

¹⁾ odborně odhadnut instalovaný výkon zdroje v bytové jednotce

²⁾ odborně odhadnut, hodnotu nelze stanovit z projektové dokumentace

2. 5. Záměry zadavatele

Záměrem zadavatele je snížit energetickou náročnost budovy. Vlastník budovy, městská část Praha - Libuš, má zájem získat dotaci v aktuálním dotačním programu, operačního programu životního prostředí (dále jen OPŽP), prioritní osa 3. Při rekonstrukci by se zadavatel rád zaměřil na snížení spotřeby energie zlepšením tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy. Jelikož v objektu již byla provedena výměna oken, zadavatel by rád zateplil obvodové konstrukce, případně i střechu objektu.

3. Zhodnocení výchozího stavu

3.1. Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie

Spotřebu zemního plynu a elektrické energie za poslední úplný rok dokumentuje následující tabulka.

Tabulka 12 Základní tvar energetické bilance pro rok 2008 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 4)

ř.	ukazatel	GJ/rok	Kč/rok vč. DPH
1	Vstupy paliv a energie	801	305 244
1a	z toho el. energie	59	75 782
1b	z toho zemní plyn	743	229 462
2	Změna zásob paliv a energie	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	801	305 244
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	801	305 244
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	171	52 867
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	572	176 595
7a	z toho vytápění	514	158 936
7b	z toho TV	57	17 660
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	59	75 782

Následující tabulka ukazuje základní technické ukazatele vlastního zdroje.

Tabulka 13 Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 5)

název ukazatele	jednotka	ÚT+TV
Roční energetická účinnost zdroje	%	77
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	%	-
Roční energetická účinnost výroby tepla	%	77
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ/MWh	-
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	GJ/GJ	1,30
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	h/rok	-
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	h/rok	-
Roční využití pohotového elektrického výkonu	h/rok	-
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	h/rok	578

3. 2. Zhodnocení stávajícího stavu budovy

V následující tabulce jsou shrnuty klíčové vstupní hodnoty charakterizující klimatické podmínky v regionu a vnitřní podmínky v budově, které vstupují do následujících výpočtů.

Tabulka 14 Průměrné klimatické podmínky dle ČSN 38 3350

parametr	hodnota
lokalita (Praha)	225 m.n.m.
venkovní výpočtová teplota (Θ_e)	-13,0 °C
návrhová teplota vnitřního vzduchu (Θ_{ai})	22,0 °C
průměrná vnitřní teplota (Θ_{is})	20,0 °C
průměrná venkovní teplota v otop. obd. (Θ_{es})	4,3 °C
definovaná teplota pro zahájení vytápění	13,0 °C
počet dnů otopného období (d)	225 dnů
počet denostupňů normativních $D = d (\Theta_{is} - \Theta_{es})$	3 536 D°

3. 2. 1. Informace o objektu

Konstrukce budovy jsou popsány v kapitole 2. 1. 2. Základní geometrické parametry objektu a výměry ochlazovaných konstrukcí uvádí následující přehled.

Tabulka 15 Základní technické parametry objektu

technické parametry objektu	hodnota	m.j.
zastavěná plocha objektu	802	m ²
světlá výška podlaží	2,25-3,25	m
konstrukční výška podlaží	3,30-3,60	m
celková vnitřní podlahová plocha A_{gross} ¹⁾	943,07	m ²
Celková užitná podlahová plocha	861,25	m ²
vytápěný obestavěný prostor budovy	3 667,881	m ³
plocha plné části svislých obvodových konstrukcí	708,39	m ²
plocha otvorových výplní	258,81	m ²
plocha konstrukce na terénu	801,58	m ²
plocha střechy	801,58	m ²
celková plocha ochlazovaných konstrukcí	2 570,36	m ²

¹⁾ § 2, písm. p zákona č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Ve výpočtu uvažované součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí a hodnoty požadované normou ČSN 73 0540-2 z roku 2007 uvádí následující přehled. Pro porovnání jsou uvedeny jak hodnoty normou požadované, které je nutné splnit při rekonstrukci příslušné části budovy, tak i doporučené. ¹

¹ Rekonstrukce budovy, pro kterou je žádáno o dotaci v rámci OPŽP, by měla směřovat k postupnému dosažení tzv. nízkoenergetického standardu, což vyžaduje dosažení cca 2/3 hodnot doporučených normou (dle poznámky 3 pod Tabulkou 3 v ČSN 73 0540-2) a dosažení potřeby tepla na vytápění domu do 50 kWh/(m²rok).

Tabulka 16 Součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí a požadavky normy

konstrukce	současná hodnota U	požadovaná hodnota $U_{N,req}$	doporučená hodnota $U_{N,rc}$	stav
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	
karamzitbetonové panely MS 71	1,20-1,60	0,38	0,25	nevyhovuje
parapetní panely, atikové panely	1,20-1,60	0,38	0,25	nevyhovuje
štíťová stěna, vyzdění CDK	1,48	0,38	0,25	nevyhovuje
spojovací chodba, CDK	1,48	0,38	0,25	nevyhovuje
okna plastová zdvojená	1,25	1,70	1,20	vyhovuje
dveře plastová zdvojená	1,25	1,70	1,20	vyhovuje
střecha	0,38	0,24	0,16	nevyhovuje
podlaha vytáp. prostoru na terénu	1,04	0,45	0,30	nevyhovuje

Součinitele prostupu tepla dosud nerekonstruovaných obvodových konstrukcí jsou z pohledu dnešních požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov na nevyhovující úrovni, tyto konstrukce nesplňují požadavky na součinitele prostupu tepla uvedené v normě ČSN 73 0540-2:2007, které musejí být splněny u všech novostaveb a změn dokončených staveb.

3. 2. 2. Prostup tepla obálkou budovy dle ČSN 73 0540-2:2007

Požadavek na prostup tepla obálkou budovy se hodnotí pomocí průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} a splnění požadavku se prokazuje porovnáním této zjištěné hodnoty U_{em} s požadovanou normovou hodnotou průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,rq}$.²

Tabulka 17 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

průměrný součinitel prostupu tepla	m.j.	výpočet	hodnota
objemový faktor tvaru budovy	m ² /m ³	A/V	0,70
měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	$A_i \cdot U_i \cdot b_i$	2 227
vypočtená hodnota U_{em}	W/(m²K)	H_T / A	0,87
požadovaná hodnota $U_{em,rq}$	W/(m²K)	$0,30 + 0,15 / (A/V)$	0,51
doporučená hodnota $U_{em,rc}$	W/(m ² K)	$0,75 \cdot U_{em,rq}$	0,39
hodnota pro stavební fond $U_{em,s}$	W/(m ² K)	$U_{em,rq} + 0,60$	1,10

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy se stanovují podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$ a hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$. Mohou se zpracovávat rovněž jako příloha průkazu energetické náročnosti budov.

² Splnění požadavků na prostup tepla obálkou budovy je možné doložit energetickým štítkem a protokolem k energetickému štítku obálky budovy podle přílohy B normy ČSN 73 0540-2:2007.

Tabulka 18 Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy (normou doporučené hodnocení)

klasifikační třídy	průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² K)]	slovní vyjádření klasifikační třídy	klasifikační ukazatel CI
A	$U_{em} \leq 0,3 \cdot U_{em,rq}$	velmi úsporná	0,3
B	$0,3 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,6 \cdot U_{em,rq}$	úsporná	0,6
C	$0,6 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	vyhovující	1,0
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	nevyhovující	1,5
E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s}) < U_{em} \leq U_{em,s}$	nehospodárná	2,0
F	$U_{em,s} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,s}$	velmi nehospodárná	2,5
G	$U_{em} > 1,5 \cdot U_{em,s}$	mimořádně nehospodárná	

Z předchozích tabulek a výpočtů je patrné, že ve stávajícím stavu budova nesplňuje požadavek ($U_{em} \leq U_{em,rq}$) normy na průměrný součinitel prostupu tepla pro novostavby a změny dokončených staveb. Budova spadá do **klasifikační třídy E**, a je tudíž z hlediska prostupu tepla obálkou budovy „**nehospodárná**“. **Klasifikační ukazatel CI je roven 1,6**, což znamená, že budova je 1,6krát „horší“ (resp. průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy je 1,6krát „vyšší“), než je požadovaná hodnota v klasifikační třídě C - vyhovující. Energetický štítek obálky budovy ve stávajícím stavu uvádí Příloha 5.

3. 2. 3. Výpočet tepelné ztráty a potřeby tepla na vytápění

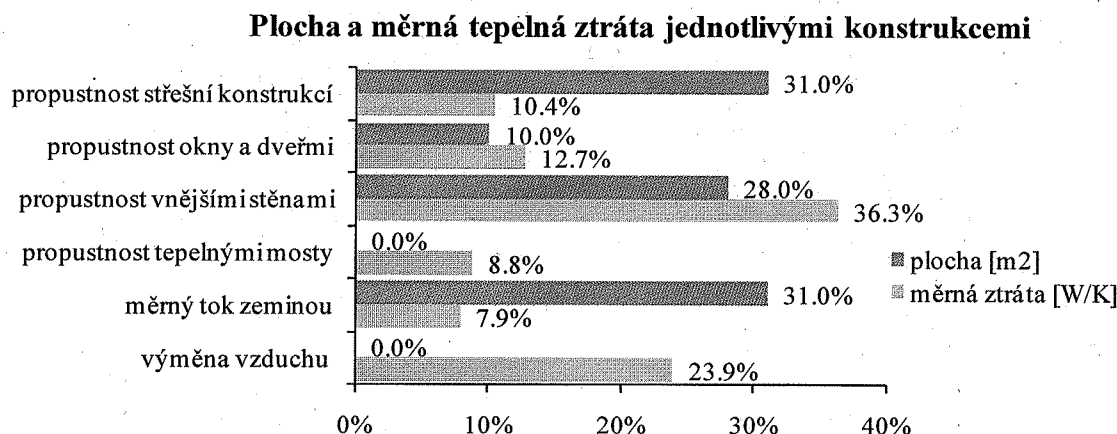
Výpočet tepelné ztráty byl proveden podle ČSN EN ISO 13790, ČSN EN 832 a ČSN 730540. Výstupy výpočtu pro stávající stav budovy a pro doporučená opatření jsou součástí Přílohy 4.

Otopná soustava je sice regulována podle venkovní teploty a nastavené topné křivky, proto byly ve výpočtu potřeby tepla na vytápění zohledněny tepelné zisky (vnitřní – od osob a zařízení, vnější – solární záření). Tyto zisky byly vyčísleny dle ČSN EN 832 (Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění – Obytné budovy).

Měrná tepelná ztráta budovy činí 2 886 W/K, tomu odpovídá „potřeba“ tepla na vytápění 753 GJ/rok (nezahrnuje vliv účinnosti otopné soustavy), která již zahrnuje vliv útlumu vytápění a vliv regulace. Po zahrnutí účinnosti otopné soustavy činí konečná spotřeba tepla na vytápění objektu 978 GJ/rok.

Největší tepelné ztráty dle výpočtu vznikají prostupem tepla plošnými konstrukcemi a dále pak výměnou vzduchu. Více než jednu čtvrtinu tepelných ztrát představují tepelné ztráty prostupem obvodovou stěnou. Podíl měrných tepelných ztrát prostupem jednotlivými konstrukcemi a větráním na celkové měrné tepelné ztrátě budovy a podíl ploch jednotlivých konstrukcí jsou patrné z následujícího grafu.

Obrázek 3 Poměr měrných tepelných ztrát objektu



Ztráta tepla větráním je důsledkem zajištění hygienického minima čerstvého vzduchu a v případě konkrétního objektu ji nelze nijak jednoduše redukovat (ke snížení ztráty tepla větráním by bylo nutné realizovat v celém objektu nucené větrání s rekuperací tepla z odváděného vzduchu, popř. předehřev přiváděného vzduchu do pobytových místností přes zemní registr). Ve výpočtu je v prostorech s přirozeným větráním výměna vzduchu uvažována podle ČSN EN 832 hodnotou násobnosti výměny vzduchu $n = 0,5$ 1/h.

3. 2. 4. Přepočet spotřeby tepla denostupňovou metodou

Pro zohlednění vlivu konkrétních klimatických podmínek v lokalitě a pro kontrolu a určení skutečné výše tepelné ztráty objektu byl proveden přepočet spotřeby tepla pro vytápění denostupňovou metodou.

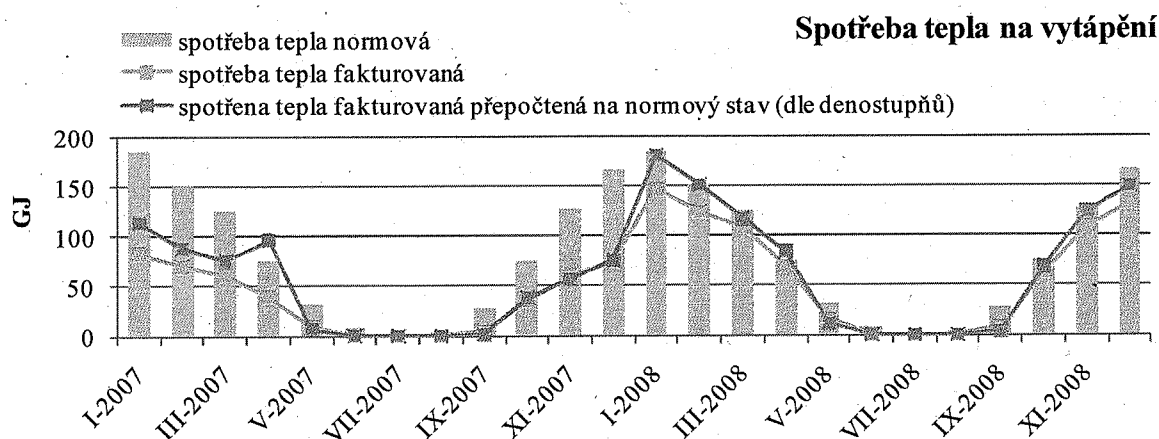
Spotřeba tepla (paliva v jednotlivých měsících) na vytápění není samostatně měřena, byla stanovena výpočtem, a tudíž nemá zcela vypovídající hodnotu. Za těchto předpokladů je z následující tabulky a grafu patrné, že ve sledovaném období byl v roce 2007 větší výkyv ve spotřebě tepla na vytápění.

Tabulka 19 Přepočtení spotřeby tepla na vytápění – bude ověřeno na základě možného upřesnění denostupňů v lokalitě

rok	m.j.	2006	2007	2008	průměr	norma
spotřebované ¹⁾ teplo na vytápění	GJ/rok	770	431	668	623	978
počet denostupňů	D°	3 225	3 018	3 101	-	3 536
přepočtená spotřeba tepla na vyt.	GJ/rok	844	505	763	704	978

¹⁾ není samostatně měřeno, stanoveno výpočtem (odborným odhadem)

Obrázek 4 Spotřeba tepla na vytápění normová a skutečná přepočtená na normový stav denostupňovou metodou (bude upřesněno)



Charakteristická hodnota v $\text{GJ}/(\text{m}^2\text{rok})$ poskytuje možné srovnání jednotlivých objektů mezi sebou až po uplynutí celého roku, hodnota v $\text{MJ}/(\text{m}^2\text{D}^\circ\text{rok})$ umožňuje vyhodnocovat spotřebu tepla za jednotlivé měsíce v průběhu celého roku, což ukazuje Tabulka 21 v kapitole 3. 3. 3. Na základě provedeného propočtu byla sestavena upravená vstupní energetická bilance objektu, která bude použita při výpočtech úspor jednotlivých variant. Vzhledem k různým klimatickým podmínkám v jednotlivých letech jde o metodu, která přepočtem „upravuje“ fakturovanou spotřebu tepla na vytápění na dlouhodobý průměr denostupňů.

Tabulka 20 Upravená vstupní energetická bilance objektu (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 6)

ř.	ukazatel	GJ/rok	Kč/rok vč. DPH
1	Vstupy paliv a energie	1 115	400 185
1a	z toho el. energie	57	73 202
1b	z toho zemní plyn	1 058	326 983
2	Změna zásob paliv a energie	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 115	400 185
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	1 115	400 185
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	244	75 335
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř.5)	814	251 648
7a	z toho vytápění	753	232 652
7b	z toho TV	61	18 996
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	57	73 202

3. 3. Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství

3. 3. 1. Krytí energetických potřeb

Potřeba tepla na vytápění a přípravu teplé vody je kryta z vlastní plynové kotelny (samostatný zdroj pro prostory školy a samostatný zdroj pro bytovou jednotku). Přípravu teplé vody zajišťuje v prostorách školy nepřímotopný zásobníkový ohřívač vody napojený na topnou vodu z kotle na zemní plyn. Jelikož je plynová kotelná včetně přípravy TV od roku 2005 nově

zbudována, účinnost výroby tepla zdrojem a možnosti regulace systému vytápění a ohřevu vody jsou na dobré úrovni.

Článeková otopná tělesa nejsou opatřena regulačními ventily s termohlavicemi, čímž není naplněn požadavek § 6 zákona 406/2000 Sb., kdy je vlastník objektu povinen vybavit vnitřní tepelná zařízení přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům. Zdroj tepla je možné regulovat automaticky dle venkovní teploty a nastavené topné křivky.

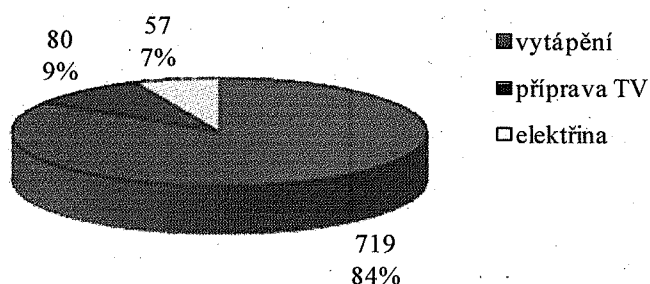
Ve větší části objektu jsou osazeny směšovací vodovodní baterie s předem přednastavenou teplotou vody, které se spouštějí na dotyk. Jedná se pouze o umývárny dětí. V ostatních částech objektu jsou původní kohoutkové baterie.

Část potřeby tepla na vytápění je kryta vzduchotechnickým systémem, zajišťujícím větrání hlavní kuchyně, skladů a chodby v technickém pavilonu.

Největším spotřebitelem energie je však spotřeba tepla na vytápění (v průměru ÚT cca 84 %), zbývající cca 9 % připadají na TV a 7 % na osvětlení a ostatní spotřebiče elektriny (kuchyňské, kancelářská technika a technologické spotřebiče).

Obrázek 5 Celková spotřeba energie dodávaná do budovy rozdělená dle dílčích potřeb

**Rozložení celkové energie dodávané do budovy
dle účelu užití - průměrné hodnoty [GJ/rok]**



3.3.2. Posouzení izolace rozvodů ÚT a TV a zásobníků dle vyhlášky č. 193/2007 Sb.

Vzhledem k nedostatečným informacím o průměru a materiálu stávajícího potrubí topné vody a jeho tepelné izolaci budou v této kapitole uvedeny pouze požadavky vyhlášky. Podle § 5 odst. 9 vyhlášky č. 193/2007 Sb. se tloušťka tepelné izolace u rozvodů stanoví výpočtem tak, aby součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky potrubí U byl menší nebo roven, jak hodnoty uvedené v Příloze 3 vyhlášky.

Posouzení zásobníků teplé vody stanovuje § 8 vyhlášky č. 193/2007 Sb. Dle vyhlášky je požadována minimální tloušťka izolace akumulčního zásobníku 100 mm při použití izolačního materiálu s tepelnou vodivostí rovnou nebo menší než $0,04 \text{ W/(mK)}$, resp. při větších hodnotách součinitele tepelné vodivosti musí být požadovaný součinitel prostupu tepla $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Splnění požadavků současné platné vyhlášky nebylo možné z nedostatků podkladů ověřit.

Veškeré rozvody v technické místnosti (kotelně) pocházejí z roku 2005, kdy byla provedena rekonstrukce systému vytápění celého objektu. Z centrálního zásobování tepla byla zřízena samostatná plynová kotelná. Tepelná izolace rozvodů v tomto místě je tedy v dobrém stavu.

Pozn.: Požadavky vyhlášky č. 193/2007 Sb. se vztahují na nově zřizovaná zařízení pro rozvod tepelné energie a pro vnitřní rozvod tepelné energie a chladu, a na vybavení těchto zařízení tepelnou izolací, regulací a řízením, které slouží k dodávkám tepelné energie bytovým objektům nebo společně bytovým objektům, pro technologické účely a pro nebytové prostory.

3.3.3. Posouzení měrných ukazatelů spotřeby tepla dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.

Podle § 6a odst. 9 úplného znění zákona o hospodaření energií č. 61/2008 Sb. nesmí vlastník budovy při užívání nových budov nebo při užívání budov dokončených po jejich změně mající vliv na všechny tepelné technické vlastnosti budovy překročit měrné ukazatele spotřeby tepla pro vytápění a chlazení a pro přípravu teplé vody stanovené prováděcím právním předpisem.

Měrné ukazatele spotřeby tepla na vytápění a přípravu teplé vody (TV) v předmětu energetického auditu jsou zahrnuty v následující tabulce, v které jsou rovněž uvedeny požadavky vyhlášky a posouzení jejich splnění. Spotřeba tepla na vytápění a ohřev vody však není samostatně měřena, byla stanovena odborným odhadem, a údaje jsou proto pouze orientační. Z hlediska legislativy musí být požadavky splněny po plánované rekonstrukci budovy.

Tabulka 21 Měrné ukazatele spotřeby tepelné energie dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.

měrný ukazatel spotřeby	m.j.	2006	2007	2008	průměr. hodnota	požadovaná hodnota	posouzení
na vytápění	GJ/(m ² rok)	není samostatně měřeno			0,66	1,24	vyhovuje
na vytápění	MJ/(m ² D°)	není samostatně měřeno			0,21	0,35	vyhovuje
na ohřev TV	GJ/(m ² rok)	není samostatně měřeno			0,07	0,09	vyhovuje
na ohřev TV	GJ/(m ³ rok)	není samostatně měřeno			-	-	-

Pozn.: Požadavky vyhlášky č. 194/2007 Sb. na „měrné ukazatele spotřeby tepelné energie na vytápění a na přípravu teplé vody“ se uplatňují při užívání nových nebo při změně dokončených staveb. Měrné ukazatele spotřeby tepelné energie na vytápění a na přípravu teplé vody nebytových budov se stanoví individuálně způsobem uvedeným v příloze č. 3 k této vyhlášce vypočteným podle zvláštního právního předpisu (vyhláška č. 148/2007 Sb.).

3.3.4. Posouzení energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy musí být zpracováván od 1.1.2009 jako součást stavební projektové dokumentace při výstavbě nových budov, při větších změnách³ dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1 000 m², které ovlivňují jejich energetickou náročnost, a při prodeji nebo nájmu uvedených budov. Vzhledem k tomu, že budova nepřesahuje celkovou vnitřní podlahovou plochou 1 000 m², není povinností vlastníka vypracování průkazu zajistit.

³ Větší změnou dokončené budovy taková změna dokončené budovy, která probíhá více než 25 % celkové plochy obvodového pláště budovy, nebo taková změna technických zařízení budovy s energetickými účinky, kde výchozí součet ovlivněných spotřeb energií je vyšší než 25 % celkové spotřeby energie (§2 q zákona č. 406/2000 Sb. ve znění zákona č. 61/2008 Sb.).

3. 4. Technický potenciál úspor

V předmětu energetického auditu lze dosáhnout energetických úspor, které jsou **dosažitelné realizací opatření v současné době dostupnými technologiemi** (všechna opatření však nemusejí být ekonomicky výhodná). Tento potenciál je označován jako teoretický či technický.

U technického potenciálu se nepředpokládá jeho plná realizace a slouží proto jako informace o mezní hodnotě technicky dosažitelné úrovně úspor. Úroveň technického potenciálu se může změnit, pokud budou vyvinuty nové technologie. Technický potenciál může být odhadnut na základě uvažování potenciálu všech možných opatření, avšak při uvažování interakcí mezi jednotlivými opatřeními.

Určitý potenciál energetických úspor lze najít v obvodových konstrukcích, ve spolehlivé funkční regulaci otopného systému, v užití úspornějších spotřebičů elektrické energie, v disciplinovaném chování uživatelů, atp.

Předběžnými výpočty lze odhadnout maximální potenciál úspor energie, pro jehož vyčíslení byla uvažována následující opatření:

- snížení potřeby tepla objektu na vytápění dosažené zlepšením tepelně-technických vlastností obvodových konstrukcí objektu (zateplení stěn, zateplení střešního pláště, tepelná izolace podlahy, atd.) na hodnoty součinitele prostupu tepla doporučené normou a lepší,
- použití moderních spotřebičů s nízkými spotřebami elektrické energie (kategorie A+ či A++ energetického štítku),
- zpětné získávání tepla v systému nuceného větrání,
- využití obnovitelných zdrojů energie.

Těmito opatřeními lze teoreticky dosáhnout snížení spotřeby tepla a energie o více jak cca 700 GJ/rok (= technický potenciál úspor).

4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

4.1. Druhy úsporných opatření

Úsporná opatření je možné obecně dělit:

a) podle rozsahu investice

- beznákladová - opatření především organizačního charakteru. Jedná se např. o dodržování vnitřních teplot v jednotlivých prostorech, realizaci útlumových programů (snížování teplot v nočních hodinách nebo při dlouhodobé nepřítomnosti osob), energetický management (sloužící k neustálému zlepšování energetického hospodářství v budovách), apod.
- nízkonákladová - opatření, která za poměrně malých investičních nákladů vyvolají efekt úspor energie. Jedná se obecně např. o utěsnění oken (snížení infiltrace), výměna oběhových čerpadel za čerpadla s vyšší účinností, apod.
- vysokonákladová - opatření týkající se kompletní rekonstrukce fasády (výměna oken, zateplení), zateplení střechy, apod.

b) podle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

- opatření s rychlou návratností - takové opatření, které dosahuje vysokých úspor energie a tedy i krátké doby návratnosti, v poměru k investičním nákladům.
- opatření nenávratná nebo s vysokou dobou ekonomické návratnosti - jsou to opatření směřující obecně ke snižování energetické náročnosti provozu budov a zařízení. Tato opatření často řeší také zvýšené provozní náklady na údržbu a opravy konstrukcí, prvků či technického zařízení budovy.

V následujících podkapitolách je uveden popis možných energeticky úsporných opatření na stavebních konstrukcích včetně opatření na otopné soustavě (zdroje tepla, rozvody, armatury, atd.), jejich souhrnný přehled pak uvádí kapitola 4. 5.

Realizace některých opatření obecně předpokládá přednostní realizaci opatření jiných – např. návrh nového zdroje tepla by měl být logicky proveden na stav budovy po realizaci energeticky úsporných opatření, tzn. až po snížení energetické náročnosti budovy. Posuzované varianty (= kombinace vhodných opatření) včetně vyčíslení potenciálu úspor energie a provozních nákladů jsou uvedené v kapitole 4. 6. energetického auditu.

Pro dosažení předpokládaných úspor je ve všech níže popsanych případech (včetně zateplení stěn a střechy) nezbytné následné hydraulické vyvážení otopné soustavy (otopná soustava bude po zateplení dodávat menší množství tepla na vytápění) a regulaci zdroje tepla a otopných těles⁴.

⁴ V projektové dokumentaci zateplení je nutné dbát na doložení popisu technického a technologického řešení a dimenzování tepelné izolace, návrh rozhodujících konstrukčních detailů a návrh systému kontrol, které zajistí dosažení požadované kvality provedení. Realizace by měla být nejen v souladu zejména s vyhláškou č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu, ale i se souvisejícími platnými normami. Při rekonstrukci by měl být použit certifikovaný tepelně-izolační systém.

4. 2. Beznákladová a nízkonákladová opatření

4. 2. 1. Opatření A – Energetický management

Základní charakteristika:

- osvěta pro uživatele i žáky - doporučení vedoucí k úsporám energie a důraz na jejich dodržování a motivace zaměstnanců a hlavně žáků k těmto úsporám
- zodpovědnost za energetickou náročnost provozu
- vyhodnocování spotřeb tepla a energie

Energetický management (dále jen EM) se skládá z následujících, neustále se opakujících, činností: měření spotřeby energie – stanovení potenciálu úspor energie – realizace opatření – vyhodnocení a porovnání velikosti úspor předpokládaných a skutečně dosažených. Následující tabulka uvádí přehled obecných i konkrétních beznákladových a nízkonákladových opatření vhodných pro snížení spotřeby energie a nákladů v objektu.

Tabulka 22 Úkoly energetického managementu (EM)

obecné úkoly EM	úkoly v konkrétních podmínkách objektu
měření spotřeb všech forem energie a jejich vyhodnocování	návrhy na investiční akce pro majitele, resp. provozovatele budovy na základě zpracovaného energetického auditu
stanovovat priority investičních akcí a oprav s dopadem na energetické hospodářství	podílet se na zabezpečování vnitřních podmínek dle příslušných hygienických předpisů (zajištění požadované vnitřní teploty, dostatek čerstvého vzduchu, apod.)
sledovat předpokládaný vývoj cen energií pro vlastní rozhodování	Informovat zaměstnance o možnostech úspory energie, výukových program pro žáky se zaměřením na energetiku.
zabezpečovat efektivní smluvní podmínky s dodavateli energií, volba vhodných cenových tarifů	průběžně kdykoli v případě realizace energetických úspor nebo při přechodu na nový způsob vytápění
zabezpečování vhodných smluvních podmínek s nájemci, osvěta pro nájemníky, doporučení vedoucí k úsporám energie	při pořizování nových spotřebičů volit spotřebiče v kategorii A (případně A+ či A++) energetického štítku, účinné a přesto energeticky nenáročné vytápění, větrání, osvětlení, atd.

Spotřeba tepla na vytápění i ohřev vody v objektu není samostatně měřena, proto je vhodné měření zavést (pokud by bylo v budoucnu možné, tak i pro každý subjekt zvlášť) a průběžně ji **sledovat a vyhodnocovat**, spotřebu tepla na vytápění přepočítanou denostupňovou metodou na spotřebu odpovídající normovým klimatickým podmínkám porovnávat s dlouhodobým průměrem. V případě výraznějších odchylek (vzrůst spotřeby) hledat příčinu a učinit opatření. Sociální zařízení pro děti je opatřeno vodovodní termostatickou baterií reagující na stisknutí. Teplota vody je přednastavena pákovou baterií umístěnou ve výšce dospělé osoby. V ostatních částech provozech určených pro zaměstnance jsou původní kohoutkové baterie. Jejich výměnou za pákové nebo termostatické lze snížit množství teple vody i teplo na její přípravu (u pákových až o 30 % a u termostatických až o 50 % tím, že u termostatických je totiž přesně nastavena teplota vytékající vody a nejsou závislé na chování uživatelů).

Informační setkání nebo jiná forma osvěty pro zaměstnance, žáky i nájemníky jsou také účinným nástrojem pro dosažení úspor energie (změnou chování uživatel), zejména po realizaci energeticky úsporných opatření. Např. po instalaci termoregulačních ventilů s termostatickými hlaviciemi (TRV) je vhodné uživatele informovat o funkci a správném používání ventilů, po osazení nových (plastových) oken informovat o vhodném a účinném větrání. Částečně pootevřené okno je nesprávným způsobem větrání, větrat je potřeba krátce a intenzivně a v závislosti na ročním období, resp. venkovní teplotě, v zimě zpravidla dvakrát denně po dobu 5 minut každou místnost. Čím je chladněji, tím je kratší doba větrání, protože výměna vzduchu proběhne rychleji. Následkem nedostatečného větrání může dojít ke snížení kvality vnitřního vzduchu v místnostech a také (v případě zvýšené vlhkosti ve vzduchu) se zvyšuje riziko kondenzace vodní páry na povrchu stavebních konstrukcí, které má za následek nejen jejich rychlejší znehodnocení, ale i možný výskyt plísní na povrchu těchto konstrukcí. Navíc tzv. mikroventilace („4. poloha kliky“) nezajistí větrání s dostatečnou intenzitou.⁵ Řada uživatelů nechává např. nevhodně zakrytá otopná tělesa nábytkem a záclonami tak, že teplo je jimi akumulováno, nebo při snížení výkonu otopného tělesa díky pasivním solárním ziskům mají pocit, že těleso dostatečně „nehřeje“ a požadují zvýšit tepelný výkon tělesa, přestože je místnost vytápěna na jimi požadovanou nastavenou teplotu apod.

Postupem času probíhá postupná **výměna osvětlovacích těles** za energeticky úspornější, zejména v místnostech pracovních dětí a hernu. Vhodné by však bylo, aby v rámci rekonstrukce bylo umělé osvětlení a jeho regulace navrženy tak, aby respektovaly nejen obtížnost zrakových činností a jejich rozmístění a časový charakter, ale také podmínky denního osvětlení a vazbu umělého osvětlení na ně. Úroveň denního osvětlení a jeho rozložení ve vnitřním prostoru by měla být zjištěna buď měřením, nebo výpočtem. Světla by měla být možné zapínat/vypínat v řadách rovnoběžných s okny, a tak šetřit elektřinu vypínáním řady světel blíže k oknům v případě, kdy je denní osvětlení v tomto místě dostatečné. Je též vhodné osadit **čidla pro automatické zapínání/vypínání osvětlení** dle pohybu osob v méně často využívaných prostorech např. na chodbách a v prostorách hygienických zařízení. Vzhledem k tomu, že nebyl znám přesný počet a typ osvětlovacích těles, je úspora vyčíslena odborným odhadem (viz dále).

Stav veškerých spotřebičů el. energie odpovídá jejich stáří, v případě jejich výměny je vhodné volit **spotřebiče s nízkou spotřebou energie** (v kategorii A energetického štítku). Při stávajícím způsobu zásobování objektu energií lze dále obecně doporučit vzájemné blokování odběru rozhodujících elektrických spotřebičů odběratele a respektovat současnost jejich provozu tak, aby postačující hodnota hlavního jističe v místě měření odběru elektřiny byla co nejmenší (např. blokovat odběr přímotopných topidel, pokud by se v objektu nějaká vyskytovala, při krátkodobém provozu elektrospotřebičů v kuchyni), pokud tak není již učiněno.

Fungující energetický management v některých případech dokáže výrazně snížit náklady na energie. Konkrétní vyčíslení úspor energie je však velice obtížné, neboť záleží na mnoha faktorech – **finanční motivací členů EM počínaje a cenami energie konče**. Tepelná ztráta budov závisí nejen na tepelně technických vlastnostech obvodových konstrukcí, ale také na chování a disciplíně uživatelů. Např. nadměrné větrání (i se současným přetápěním) může výrazně zvýšit ztrátu tepla. Spotřebu energií lze též ovlivnit kontrolovaným provozem elektrických spotřebičů, včetně osvětlení.

⁵ Na pracovišti musí být k ochraně zdraví zaměstnance zajištěna dostatečná výměna vzduchu přirozeným nebo nuceným větráním. Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být (podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci) s ohledem na vykonávanou práci a její fyzickou náročnost 50-90 m³/h na zaměstnance. Tato hodnota se ještě zvětšuje při další zátěži větraného prostoru (teplo, pachy, kouř, přístup veřejnosti atd.).

Další doporučení: V případě mateřské školky je dobré v rámci energetického managementu doporučit správné osazení krytů otopných těles.

Základní charakteristika opatření pro systém vytápění:

- osazení účinnějších krytů na radiátory, celkem 48 m krytů
- zefektivnění distribuce tepla v místnosti

Otopná tělesa a rozvody společně s kryty otopných těles nebyly zatím rekonstruovány a jsou stále v původním stavu. Kryty otopných těles jsou zhotoveny tak, že jsou z čelní strany zakryty dřevěnou deskou a z horní strany zakryty dřevěným roštem. Tento způsob ochrany dětí před popálením otopnými tělesy není ale optimální z hlediska účinného využití (předávání) tepla do místnosti. Překážka před otopnou plochou a rošt nad otopnou plochou snižuje účinnost přenosu tepla do místnosti ze 100 % (otopné těleso stojící u stěny bez překážek) až na pouhých 87 %.

Doporučují se provést nové kryty, které budou jednak chránit přímému kontaktu dětí s otopným tělesem a jednak nebudou bránit prostupu tepla do prostoru. Vzhledem k nízkým nákladům jsou doporučeny kryty vyrobené z plechu. Vhodný materiál by měl doporučit odborník vzhledem k prostředí, ve kterém budou kryty umístěny. Čelní deska by měla být co nejvíce prodyšná a zároveň bezpečná pro děti. Další možností je ponechání otopných těles bez krytů, neboť po realizaci energeticky úsporných opatření bude dostatečná teplota přívodní topné vody v otopných tělesech nižší, než na jakou byla otopná soustava původně dimenzována (plocha těles zůstane stejná, a tak pro požadovaný topný výkon otopné soustavy postačí nižší teplota přívodní topné vody do otopných těles, resp. topná soustava bude provozována s nižším teplotním spádem).

4. 3. Nízkonákladová opatření

4. 3. 1. Opatření B – Rekonstrukce a optimalizace osvětlení

Základní charakteristika:

- výměna stávajících osvětlovacích těles za energeticky úspornější
- celkový počet všech osvětlovacích těles (žárovky zářivky) odhadem 79 ks s instalovaným příkonem cca 5,5 kW
- osazení 28 ks úsporných osvětlovacích těles

Vzhledem k tomu, že nejsou k dispozici jednotlivé příkony a přesné počty osvětlovacích těles, bude toto opatření posouzeno pouze odborným odhadem.

V částech objektu, kde probíhala rekonstrukce (místnosti pro odpočinek a herna dětí), jsou již vyměněna osvětlovací tělesa za energeticky úspornější. Tělesa jsou osazena vhodně, tzn. rovnoběžně s okny. Úpravu osvětlení je možné provést výměnou zbývajících žárovkových svítidel za zářivkové zdroje, náhradou žárovek kompaktními zářivkovými zdroji, osazení spínačů reagující na pohyb lidí v místnosti. Změna uživatelských návyků přinese výrazné úspory energie bez vynaložení investičních nákladů. Předpokládá se, že dosud není vyměněna zhruba 1/2 osvětlovacích těles.

Energeticky a ekonomicky úsporné osvětlení vyžaduje:

- správnou volbu světelného zdroje
- správnou volbu způsobu osvětlení
- vhodný způsob regulace a ovládání

Investiční náklady činí přibližně 16 tis. Kč včetně DPH. Realizací opatření se docílí úspory el. energie cca 2,4 GJ/rok (0,7 MWh/rok). Prostá návratnost investice do tohoto opatření činí 5,1 let.

4.3.2. Opatření C – Zavedení regulace podle vnitřní teploty

Základní charakteristika opatření:

- osazení 53 ks termoregulačních ventilů s termostatickými hlavicemi na otopná tělesa
- regulace vytápěných prostor v závislosti na vnitřní teplotě, přizpůsobení tepelného režimu individuálním potřebám jednotlivých místností
- zefektivnění distribuce tepla v objektu - hydraulické vyvážení otopné soustavy zajišťující funkčnost TRV
- měrné investiční náklady cca 800 Kč/ks včetně DPH

Otopná soustava (rozvody a otopná tělesa) zatím nebyla rekonstruována a je v původním stavu. Pouze rozvody v kotelně proběhly rekonstrukcí společně s výstavbou plynové kotelny. Článeková otopná tělesa nejsou osazena regulačními ventily s termostatickými hlavicemi.

Cílem automatické regulace tepelného výkonu otopných soustav je ve všech případech dodržet požadované teploty ve vytápěných místnostech a pružně a automaticky reagovat na změny teploty v místnosti. Regulací vytápění podle vnitřní teploty se dosáhne snížení potřeby tepla o využitelné tepelné zisky (především solární zisky, případně zisky od osob a spotřebičů) a rovněž se zamezí přetápění prostor. Otopnou soustavu bude nutné následně kvalitně vyregulovat, jinak hrozí neefektivní až nefunkční provoz soustavy. Při správném použití termoregulačních hlavic se doporučuje před hlavicí neumísťovat žádné překážky (nábytek, clony, ...), díky efektivnosti hlavic doporučujeme provést opatření vhodnějších krytů na radiátory popsané v opatření A-energetický management.

Investiční náklady na osazení termoregulačních ventilů činí přibližně 43 tis. Kč včetně DPH. Po realizaci opatření lze očekávat snížení spotřeby tepla na vytápění o cca 49 GJ/rok. Prostá návratnost investice do tohoto opatření činí 2,8 let.

Doplnění varianty C – kombinace TRV s IRC⁶: Za zmínku stojí také tzv. programová regulace teploty (IRC – Individual Room Control) jednotlivých místností, která je v současné době jedním z nejmodernějších způsobů, jak dosáhnout požadované kvality vnitřního prostředí při dosažení co největších úspor tepla. Na jednotlivých otopných tělesech by byly místo termoregulačních ventilů s termostatickými hlavicemi osazeny ventily se servopohony ovládající plynule průtok topného média škrcením radiátorového ventilu. Systém je centrálně řízen počítačem podle nastaveného programu, a na základě porovnání vnitřní teploty v daném místě otopného tělesa a přednastavené hodnoty je regulován průtok topné vody do těles. Výhodou je jednak přesné docílení požadovaných teplot v interiéru, režimu tlumeného provozu v určitých prostorech, pokud nejsou využívány, a dále automatické okamžité, ale i dlouhodobé vyhodnocování spotřeb energie. Jednotlivé akční členy (servopohony) jsou propojeny s řídicí jednotkou (počítačem) dvou vodičovou sběrnici zabezpečující komunikaci i napájení hlavic, přičemž napětí na ní nepřevyšuje 10 V. Systém IRC je obecně vhodné opatřit do veřejných budov jako jsou školy, školky, administrativní budovy, nemocnice, úřady, kde zejména v těchto budovách může klasickými uzavíracími kohouty či termostatickými ventily manipulovat každá osoba. Praxí je prokázáno, že regulace IRC i přes vyšší pořizovací náklady cca 2 500 Kč/otopné těleso uspoří v průměru 12 % i více energie. Vzhledem k vysokým nákladům není nutné instalovat tyto hlavice na všechna otopná tělesa. Doporučujeme osadit všechna tělesa umístěná v paviloně 1 a paviloně 2. Na ostatních otopných tělesech (kuchyně, chodba) budou instalovány regulační ventily s termostatickými hlavicemi, čímž bude naplněn požadavek § 6a zákona 406/2000 Sb. Investiční náklady na systém IRC činí přibližně 120 tis. Kč včetně DPH. Po realizaci opatření lze očekávat snížení spotřeby tepla na vytápění o cca 97 GJ/rok. Prostá návratnost investice do tohoto opatření činí 4,0 let.

⁶ Toto opatření je uvedeno pouze pro informaci a názornost výhodnosti. Ve výpočtu bude uvažováno s variantou osazení termoregulačních ventilů a následné vyvážení otopné soustavy.

4. 4. Vysokonákladová opatření

4. 4. 1. Opatření D – Zateplení obvodových stěn

Základní charakteristika:

- součinitel prostupu tepla vnější stěny po zateplení musí minimálně odpovídat požadovaným hodnotám ČSN 73 0540-2:2007
- celková plocha pro zateplení cca 708 m²
- měrné investiční náklady pro vnější zateplení v rozsahu normových požadavků přibližně odpovídají 1 200 – 1 600 Kč/m² včetně DPH
- doporučená tloušťka tepelné izolace obvodových stěn 140 mm

Součinitel prostupu tepla zateplenou obvodovou konstrukcí musí minimálně odpovídat hodnotě $U_{N,rq} = 0,38 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, aby byl splněn požadavek normy ČSN 730540-2:2007. Z dlouhodobého technicko-ekonomického hlediska je vhodnější dosažení normou doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla je $U_{N,rc} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. U energeticky úsporných budov je nutné zajistit ještě nižší hodnoty prostupu tepla, např. u pasivních staveb je doporučován součinitel prostupu tepla konstrukce max. $0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Po kontaktním zateplení obvodových stěn uvažovanou tloušťkou 140 mm tepelné izolace bude součinitel prostupu tepla stěny menší než $0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a bude tak vyhovovat doporučené hodnotě normy.

Následující tabulka uvádí pro srovnání vliv zateplení obvodových stěn tepelnou izolací různé tloušťky nejen na součinitel prostupu tepla, ale i na úsporu spotřeby tepla na vytápění.

Tabulka 23 Součinitel prostupu tepla a úspora tepla po realizaci zateplení vnějších stěn

tloušťka tepelné izolace [cm]	součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]	spotřeba tepla na vytápění [GJ/rok] ¹⁾	úspora tepla na vytápění [%]	ne/vyhovuje požadavku normy na součinitel prostupu tepla
0 mm	1,50	978	0 %	nevyhovuje
80 mm	0,37	598	39 %	vyhovuje požadované hodnotě
120 mm	0,27	566	42 %	
140 mm	0,24	498	50 %	vyhovuje doporučené hodnotě
200 mm	0,17	476	51 %	

¹⁾ Spotřeba již zahrnuje nejen vliv účinnosti otopné soustavy, ale také vliv nesoučasnosti vytápění, vliv útlumu vytápění a vliv regulace.

Pozitivní vlastnosti zateplení konstrukcí: snížení energetické náročnosti budovy, snížení studeného sálání zdí směrem do interiéru, snížení infiltrace, zvýšení ochrany konstrukce před povětrnostními vlivy, obnova vnějšího obvodového pláště, zhodnocení stavby, zlepšení estetického vzhledu budovy, apod.

Další doporučení: Z důvodu minimalizace tepelných mostů by obecně izolace obvodových stěn nad vytápěným (technickým) podlažím nebo suterénem měla zasahovat pod úroveň terénu. Okenní ostění (parapet, nadpraží) by měla být izolována tepelnou izolací v tloušťce min. 2-3 cm, optimálně 5 cm (pokud to dovolí šířka okenního rámu).

Investiční náklady činí přibližně 1 133 tisíc Kč včetně DPH, tzn. 1 600 Kč/m² včetně DPH. Po realizaci opatření lze očekávat snížení spotřeby tepla na vytápění o cca 489 GJ/rok. Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy bude $0,46 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a při realizaci tohoto opatření tak bude splněn požadavek normy (klasifikační třída C2 – vyhovující požadované úrovni). Prostá návratnost investice do tohoto opatření činí 7,5 let.

4. 4. 2. Opatření E – Tepelně-technická sanace střešního pláště

Základní charakteristika:

- součinitel prostupu tepla střechy po zateplení musí minimálně odpovídat požadovaným hodnotám ČSN 73 0540-2: 2007
- celková plocha pro zateplení střechy cca 801 m²
- měrné investiční náklady pro vnější zateplení střechy v rozsahu normových požadavků přibližně odpovídají 1 000 – 1 500 Kč/m² včetně DPH
- doporučujeme snížení prostupu tepla střešní konstrukcí položením nové tepelné izolace tloušťky 140 mm

Přestože střešním pláštěm neuniká výrazné množství tepla, je vhodné do budoucna při výraznějším zásahu do konstrukce snížit součinitel prostupu tepla touto konstrukcí, který je z pohledu dnešních požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov nevyhovující.

Po průzkumu stávajících souvrství, statiky a stávajících konstrukcí se rozhodne, zda se vrstvy ponechají, či odstraní a nahradí novými. Součinitel prostupu tepla zateplenou střechou by měl být maximálně $U_{N,rq} = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, aby byl splněn požadavek normy ČSN 730540-2:2007, lepší je ale dosahovat zateplením hodnot nižších (normou doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je $U_{N,rc} = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$). U energeticky úsporných budov je nutné zajistit ještě nižší hodnoty prostupu tepla, např. u pasivních staveb je doporučován součinitel prostupu tepla konstrukce max. $0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Uvažuje se zateplení střechy novou tepelnou izolací tl. 140 mm na stávající skladbu konstrukce. Po provedení bude součinitel prostupu tepla $0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a bude tak vyhovovat doporučené hodnotě normy. Při provádění je nutné provést sondu střešním pláštěm a zjistit, zda jsou všechny vrstvy zachovalé. V případě provedení opatření je nutné se ujistit, zda v konstrukci nekondenzuje vodní pára.

Následující tabulka uvádí pro srovnání vliv dodatečného resp. v tomto případě nového zateplení střechy tepelnou izolací různé tloušťky, a to nejen na součinitel prostupu tepla, ale i na snížení spotřeby tepla na vytápění.

Tabulka 24 Součinitel prostupu tepla a úspora tepla po realizaci zateplení střechy

tloušťka tepelné izolace [cm]	součinitel prostupu tepla [$\text{W/(m}^2\text{K)}$]	spotřeba tepla na vytápění [GJ/rok] ²⁾	úspora tepla na vytápění [%]	ne/vyhovuje požadavku normy na součinitel prostupu tepla
stávající ¹⁾	0,38	978	0,0 %	nevyhovuje
60 mm	0,24	925	5,4 %	vyhovuje požadované hodnotě
90 mm	0,20	910	7,0 %	
140 mm	0,16	894	8,6 %	vyhovuje doporučené hodnotě
260 mm	0,10	872	10,8 %	

¹⁾ Tepelně-izolační vrstvu tvoří desky z keramzitu ve spádu tl. cca 50-250 mm.

²⁾ Spotřeba již zahrnuje nejen účinnosti otopné soustavy, ale také vliv nesoučasnosti vytápění, vliv útlumu vytápění a vliv regulace.

Investiční náklady činí přibližně 961 tisíc Kč včetně DPH, tzn. 1 200 Kč/m² včetně DPH. Po realizaci opatření lze očekávat snížení spotřeby tepla na vytápění o cca 84,0 GJ/rok. Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy bude $0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a při realizaci tohoto opatření nebude splněn požadavek normy (klasifikační třída zůstane D – nevyhovující). Prostá návratnost opatření činí 37 let.

4. 4. 3. Opatření F – Instalace solárních kolektorů pro částečnou přípravu teplé vody

Základní charakteristika:

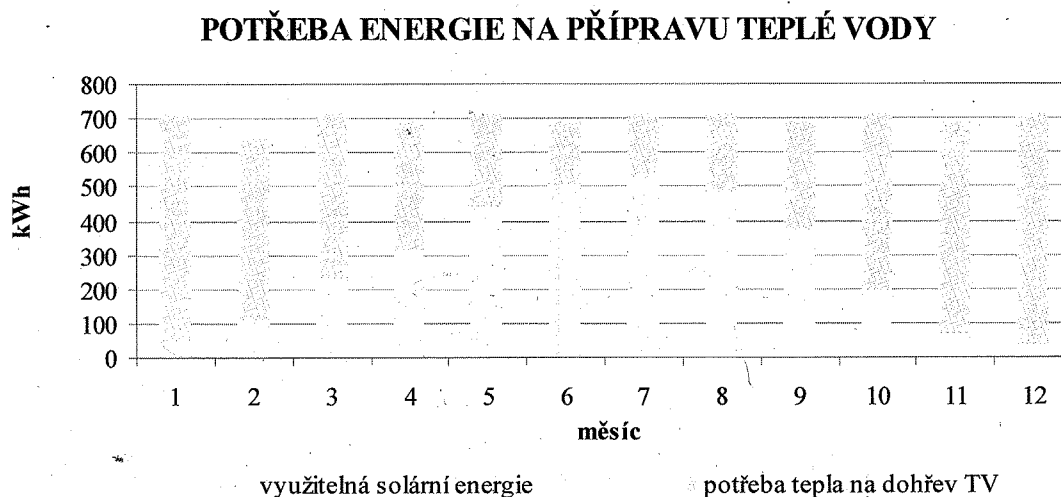
- osazení kolektorového pole 9,2 m² což odpovídá cca 1,5 % z celkové lochy střechy) na plochou střechu mateřské školy pavilonu 2
- měrné investiční náklady činí přibližně 15 – 20 tis. Kč/m² včetně DPH
- využití obnovitelného zdroje energie

Provoz školních budov a jejich časové využití obecně sice nedávají samy o sobě nejlepší předpoklad pro možnost využití solární energie pro ohřev vody, neboť v době největšího zisku sluneční energie nebývá budova využívána.

Umístění objektu a jeho dispozice umožňuje relativně snadnou instalaci kolektorového pole na střeše budovy, nutné je ovšem statické posouzení únosnosti střechy. Z hlediska efektivního provozu je uvažováno pouze s částečným ohřevem vody pomocí solárních kolektorů, zbývající potřeba energie by zůstala kryta stávajícím způsobem. Optimální stupeň pokrytí ohřevu vody solárním systémem je v praxi obvykle 40 % až 60 %. Důležitá je vhodná volba všech prvků (součástí systému včetně regulace) projektantem tak, aby stagnace zásobníku byla co nejmenší. Aby se zabránilo přehřátí kolektorů, musí mít akumulaci zásobník dostatečný objem a musí být zajištěn každodenní odběr vody.

Návrh systému byl proveden pro měsíc červenec z důvodů minimalizace přebytku solární energie v letních měsících, následně ještě upraven tak, aby pokrytí potřeby teplé vody odpovídalo 50 % (v projektu by bylo však nutné vycházet z reálného průběhu potřeby teplé vody v budově v jednotlivých měsících).

Obrázek 5 Krytí potřeby tepla na ohřev pomocí solární energie



Investiční náklady činí přibližně 140 tis. Kč včetně DPH, tzn. cca 15 250 Kč/m². Po realizaci opatření lze očekávat snížení konečné spotřeby tepla na přípravu teplé vody o cca 12,1 GJ/rok. Dodatečná spotřeba elektrické energie, která vyvstane realizací opatření, je ve výpočtu zanedbána.⁷ Prostá návratnost opatření činí zhruba 37,4 let.

⁷ Je nutné poznamenat, že navržená plocha solárních kolektorů zajistí snížení spotřeby tepla na přípravu TV o dané % z celoroční spotřeby, nikoliv měsíční, neboť v zimních měsících bude zisk energie z kolektorů menší, než představuje celoroční průměr. Bude nutné osadit i nový zásobník TV ve stávajících prostorech, proto je nutné posoudit nejvhodnější možnosti instalace v prováděcím projektu.

4. 4. 4. Opatření G – Instalace fotovoltaických panelů

Základní charakteristika:

- osazení fotovoltaických panelů (článků) 82 m² na plochou střechu budovy
- měrné investiční náklady činí přibližně 110 – 130 tis. Kč/kW_p včetně DPH
- využití obnovitelného zdroje energie
- výnos z prodeje elektřiny

Veškerá elektrická energie vyrobená fotovoltaickým systémem (FVS) bude prodávána do rozvodné sítě⁸, elektrický výkon tedy nebude využit pro vlastní spotřebu (provoz elektrospotřebičů). Pro výpočet byly použity klimatické údaje pro oblast hl. města Prahy (50°1'1" North, 14°24'50" East), celková plocha panelů cca 82 m² s celkovým instalovaným výkonem 10,0 kW_p, umístěná na střechě budovy.

Průměrné roční množství elektrické energie dodané FVS, tj. odhadovaný potenciál při sklonu panelů 35° a orientaci resp. odklonu od jižního směru cca 0° (azimut), činí 8 450 kWh/rok tj. cca 30 GJ/rok. Investiční náklady činí přibližně 1 150 tisíc Kč včetně DPH, tzn. cca 115 tis. Kč/kW_p. Prostá návratnost opatření činí více jak 10,8 let, při ceně vykupované elektrické energie 12,790 Kč/kWh⁸ bez DPH.

⁸ Technické podmínky a vyvedení el. výkonu se řídí vyhláškou ERÚ č. 51/2006 Sb., o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. Prodejní cena elektrické energie do distribuční sítě je dána platným cenovým rozhodnutím ERÚ (nyní Cenové rozhodnutí č. 8/2008 ze dne 18. listopadu 2008).

⁸ Výkupní cena elektřiny dodaná do sítě pomocí využití slunečního záření platná pro rok 2009.

4. 4. 5. Opatření H – Nucené větrání s rekuperací tepla

Základní charakteristika:

- snížení tepelné ztráty větráním díky řízenému větrání se zpětným využitím tepla odváděného vzduchu
- potřeba čerstvého vzduchu v učebnách škol $20\text{--}30 \text{ m}^3/(\text{os.h})$
- kvalitní vnitřní prostředí budov, automatický přívod čerstvého vzduchu (vzduch je mimo jiné filtrován)
- možnost chlazení přívodního větracího vzduchu v létě (když je venkovní teplota vyšší než teplota v interiéru)
- instalace možná v jakémkoli prostoru i bez stroje vzduchotechniky

Nucené větrání s rekuperací tepla zajistí nejen nepřetržitý dostatečný přívod čerstvého (hygienicky nezávadného) vzduchu, ale také snížení spotřeby energie na vytápění resp. větrání. Školy se navíc od bytových nebo např. administrativních budov zásadně liší tím, že je zde velká „obsazenost“ místností a provozní doba je kratší, proto je nutná větší výměna vzduchu během kratší provozní doby zařízení.

Toto opatření má zvláště velký význam při rekonstrukci budov, kdy došlo k osazení nových, těsných oken, které sice přinesou požadované snížení potřeby tepla na vytápění, ale díky jejich dokonalé těsnosti je výrazně snížena infiltrace venkovního vzduchu okenními spárami do budovy. Uživatelé ve většině případů nejsou poučeni o správném způsobu větrání (častém, ale jen nárazovém), nebo jej nedodrží. Následkem toho dochází ke snížení kvality vnitřního vzduchu v místnostech a také (v případě zvýšené vlhkosti ve vzduchu) se zvyšuje riziko kondenzace vodní páry na povrchu stavebních konstrukcí, které má za následek nejen jejich rychlejší znehodnocení, ale i možný výskyt plísní na povrchu těchto konstrukcí. Navíc tzv. mikroventilace („4. poloha kliky“) nezajistí větrání s dostatečnou intenzitou.⁹

Podrobný návrh musí vycházet z požadované výměny vzduchu v jednotlivých prostorách budovy (učebny, tělocvična, kanceláře, kuchyň, jídelna, atd.), tzn. zohledňovat např. počet osob, provozní dobu, v budovách s vlastní kuchyní i počet vařených jídel, apod. V předmětu energetického auditu připadá v úvahu decentrální koncepce větrání.

Decentrální koncepce větrání: Tento systém slouží na principu, kdy čerstvý vzduch je nasáván na vhodném místě nejčastěji z fasády do decentrální větrací jednotky, která může být uvnitř nebo vně větrané místnosti. V jednotce vzduch prochází výměníkem, kde je upravován (ohřev, vlhčení, chlazení) a takto upravený vzduch je pouštěn do místnosti, kterou provětrává. Odpadní vzduch je odsáván zpět do větrací jednotky a ochlazen po průchodu výměníkem ZZT vyfukován ven.

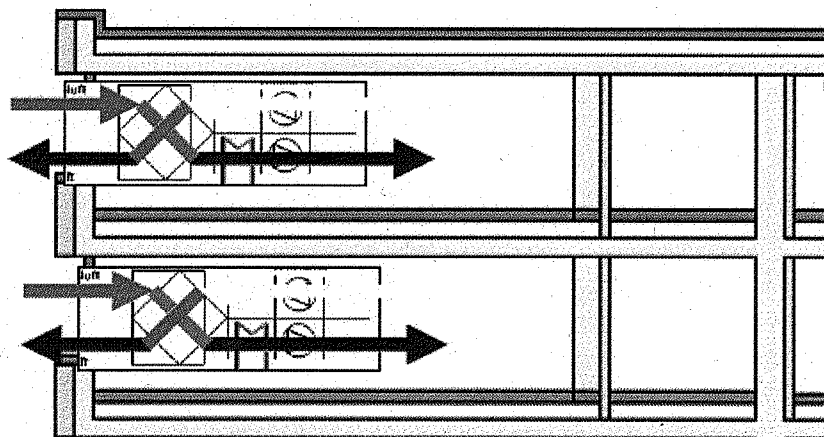
Tento systém se hodí do stávajících objektů a díky velmi snadné instalaci a malým stavebním pracím jsou náklady na pořízení nižší než u ostatních systémů. Jednotka neklade velké nároky na prostor, může být zavěšena pod stropem místnosti. Provoz a údržba jednotky není obzvláště náročná. Je nutná údržba a výměna filtrů, ale díky velmi krátkým rozvodům odpadá potřeba čištění potrubí.

Rekuperační jednotky by byly osazeny pouze v hlavních učebnách a hernách mateřské školky (3 místnosti), pokud by byl zvolen systém decentrální. Do budoucna je vhodné doporučit také výměnu stávající vzduchotechnické jednotky umístěné v technickém pavilonu, která zajišťuje

⁹ Průměrná intenzita větrání čerstvým vzduchem v době využití interiéru musí (podle vyhlášky č. 410/2005 Sb., hygienické požadavky na prostory pro výchovu a vzdělávání dětí) při přirozeném větrání vyhovovat požadavkům na výměnu čerstvého vzduchu, které jsou např. pro učebny $20 - 30 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 žáka a pro tělocvičny $20 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 žáka.

větrání kuchyně, skladů a také sociálních zařízení za novou. Nová jednotka by měla být opatřena rekuperací.

Obrázek 6 Decentrální systém větrání – samostatná větrací jednotka pro každou místnost



Zdroj: Příručka Nucené větrání s možností rekuperace odpadního tepla v objektech pro vzdělání, CPD

Investiční náklady činí přibližně 300 tis. Kč včetně DPH. Po realizaci opatření lze očekávat snížení spotřeby tepla na vytápění (resp. větrání) o cca 59 GJ/rok. Prostá návratnost investice do tohoto opatření činí 16,5 let.

Poznámka: Uvedený návrh je pouze orientační, musí být proveden projektantem v oboru technických zařízení budov (přesněji vzduchotechnických zařízení).

4. 5. Souhrn navržených opatření

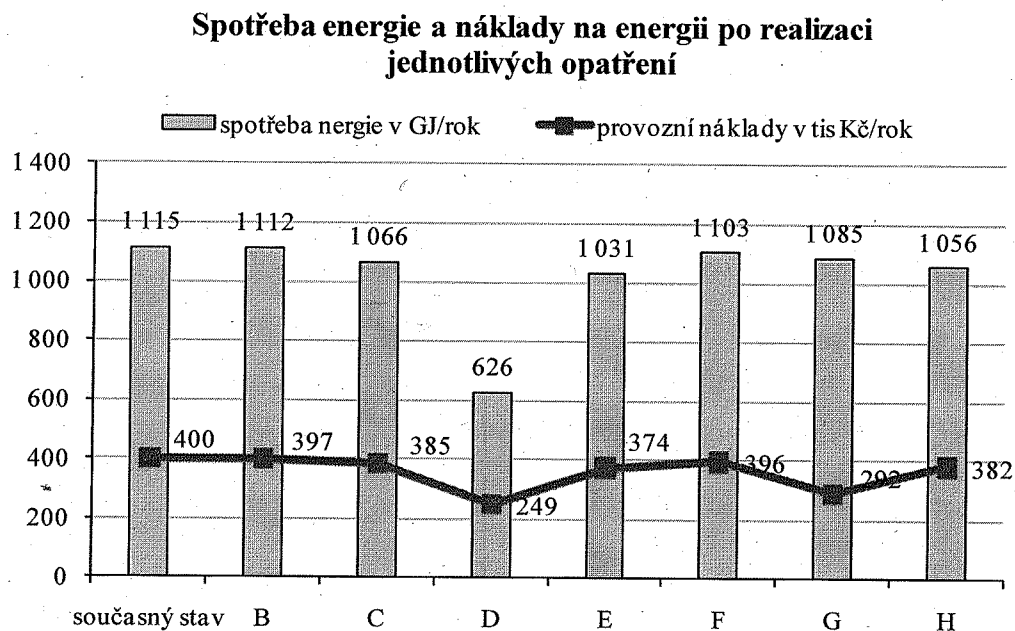
V následující tabulce je uveden přehled navržených opatření a shrnutí investičních nákladů jednotlivých navrhovaných opatření. **Některá opatření je však smysluplné realizovat až po přednostní realizaci opatření jiných**, tuto skutečnost již zahrnují varianty (definované v následující kapitole) obsahující vhodnou kombinaci těchto opatření.

Tabulka 25 Souhrn navrhovaných opatření – označení a popis variant a jejich investiční náklady

navržené opatření		náklady na realizaci [tis. Kč/rok]	úspora energie [GJ/rok]	úspora nákladů [tis. Kč/rok]	prostá návratnost [roky]
energetický management	A	-	-	-	-
rekonstrukce a optimalizace osvětlení	B	16	2,4	3,1	5,1
zavedení regulace podle vnitřní teploty	C	43	49,0	15,1	2,8
zateplení obvodových stěn	D	1 133	489,0	151,1	7,5
tepelně-technická sanace střešního pláště	E	961	84,0	25,9	37,0
solární kolektory pro částečný ohřev vody	F	140	12,1	3,7	37,4
fotovoltaické panely pro výrobu elektřiny	G	1 150	30,0	108,1	10,8
nucené větrání s rekuperací	H	300	59,0	18,2	16,5

Pozn.: Ve všech realizovaných případech bude nutné zpracovat pro přesný návrh projektovou dokumentaci. Opatření nebyla vyčíslena v případě, kdy nebyly známy dostatečně přesné údaje pro charakteristiku výchozího stavu nebo pokud neexistují reference s věrohodnými údaji o investiční a provozní náročnosti daného opatření.

Obrázek 7 Spotřeba energie a provozní náklady posuzovaných opatření



4. 6. Definování variant

Navržená opatření lze samozřejmě realizovat každé samostatně tak, že za dané investice přinesou odpovídající úsporu energie uvedenou v předchozích kapitolách. Vzhledem k tomu, že některá opatření je smysluplné realizovat současně resp. v logicky navazujících krocích, budou v následujícím textu sestaveny soubory opatření do jednotlivých variant a další posouzení energetického auditu bude prováděno pro tyto varianty.

4. 6. 1. Varianta 1.1 – Částečná stavební rekonstrukce vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy

Po realizaci varianty 1.1, která se týká rekonstrukce obvodových stěn s dopadem na úsporu tepla na vytápění, bude splněn požadavek normy ČSN 73 0540:2, přesněji doporučená hodnota součinitele prostupu tepla zateplené svislé obvodové konstrukce (viz předchozí text). Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy bude $0,46 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, a při realizaci tohoto opatření tak bude splněn požadavek normy (klasifikační třída bude C2 – vyhovující požadované úrovni). Klasifikační ukazatel CI bude roven 0,9.

4. 6. 2. Varianta 1.2 – Komplexní stavební rekonstrukce vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy

Po realizaci varianty 1.2, která se týká rekonstrukce obvodového pláště s dopadem na úsporu tepla na vytápění, bude splněn požadavek normy ČSN 73 0540:2, přesněji doporučená hodnota součinitele prostupu tepla všech zateplených konstrukcí a stavebních prvků objektu (viz předchozí text). Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy bude $0,37 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, a při realizaci tohoto opatření tak bude splněn požadavek normy (klasifikační třída bude C – vyhovující, podrobněji C1 - vyhovující doporučení úrovni). Klasifikační ukazatel CI bude roven 0,7.

4. 6. 3. Varianta 2 – Solární ohřev vody

Varianta 2 se netýká úspory tepla na vytápění, po její realizaci bude prostup tepla obálkou budovy stejný jako ve stávajícím stavu.

4. 6. 4. Varianta 3 – Fotovoltaický systém

Varianta 3 se netýká úspory tepla na vytápění, po její realizaci bude prostup tepla obálkou budovy stejný jako ve stávajícím stavu.

4. 6. 5. Varianta 4 – Částečná stavební rekonstrukce objektu, zavedení regulace podle vnitřní teploty

Varianta 4 předpokládá pouze zateplení obvodových stěn. Tepelně technické parametry tohoto opatření jsou stanoveny v kapitole 4. 4. 1. Po zateplení budou provedeny změny na krytech otopných těles a poté budou osazeny termoregulační ventily na otopných tělesech, tzn. zavedení regulace podle vnitřní teploty.

Ve vyčíslení úspor energie, snížení emisí a úspor nákladů není v jednotlivých variantách zahrnuta předpokládaná úspora při zavedení energetického managementu, neboť tuto úsporu ovlivňuje celá řada faktorů a není možné ji zaručit. Zavedení energetického managementu se však doporučuje realizovat jako součást všech variant. Přehled posuzovaných variant uvádí následující tabulka.

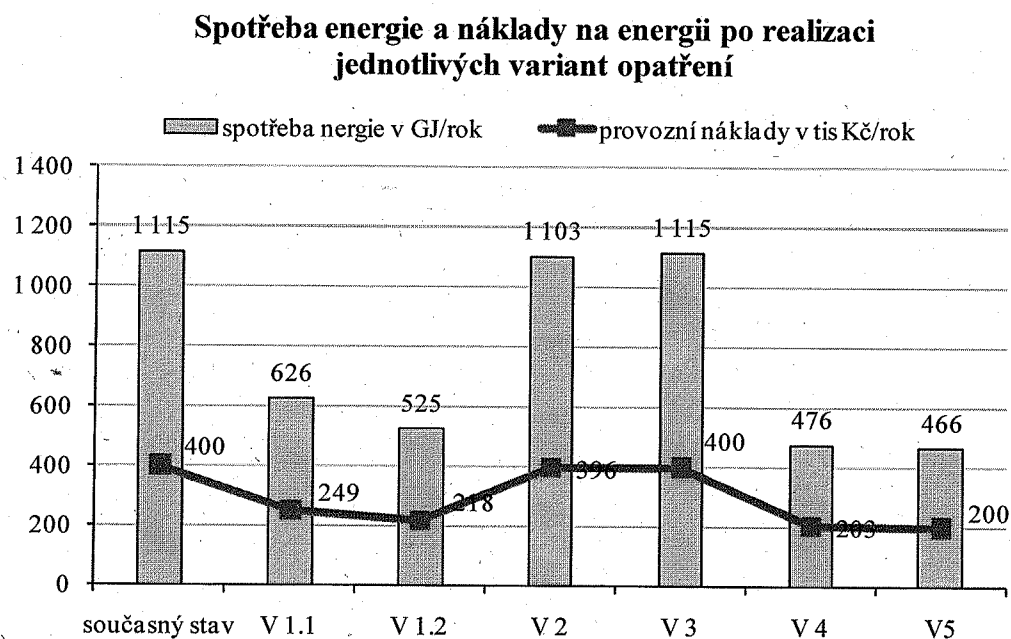
Tabulka 26 Definování variant

označení varianty	označení opatření	popis opatření
V 1.1	D	částečná stavební rekonstrukce vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy (doporučené hodnoty U), budova spadá do klasifikační třídy C2- vyhovující požadované úrovni energetického štítku
V 1.2	D + E	komplexní stavební rekonstrukce vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy (doporučené hodnoty U), budova spadá do klasifikační třídy C1 - vyhovující doporučené úrovni energetického štítku
V 2	F	solární ohřev vody
V 3	G	fotovoltaický systém
V 4	V 1.2 + C	Komplexní stavební rekonstrukce + regulace podle vnitřní teploty + použití výhodnějších krytů na otopná tělesa
V5	V 1.2 + H	Komplexní stavební rekonstrukce + Nucené větrání s rekuperací tepla z odváděného vzduchu

Tabulka 27 Investiční náklady na realizaci jednotlivých variant a vyčíslení úspor po realizaci projektu

označení varianty	označení opatření	náklady na realizaci [tis. Kč/rok]	úspora energie [GJ/rok]	úspora nákladů [tis. Kč/rok]	prostá návratnost [roky]
V 1.1	D (doporučené hodnoty)	1 133	489	151,1	7,5
V 1.2	D+E (doporučené hodnoty)	2 094	590	182,3	11,5
V 2	F	140	12	3,7	37,4
V 3	G	1 150	30	108,1	10,8
V 4	V 1.2 + C	2 137	639	197,4	10,8
V 5	V 1.2 + H	2 394	649	200,5	11,9

Obrázek 8 Spotřeba energie a náklady posuzovaných variant (kombinací opatření)



V následujících tabulkách jsou shrnuty upravené energetické bilance jednotlivých energeticky úsporných variant, a to jak v bilancích energie (GJ/rok), tak ve finančních tocích (tisíce Kč/rok). Aby bylo možné jednotlivé varianty názorně srovnat s reálným stavem, byly ceny energie vztaheny k cenám za rok 2008. Ceny jsou uvažovány včetně DPH.

Poznámka: V posouzeních energetického auditu se vychází z tzv. upravené energetické bilance.

Tabulka 28 Upravená energetická bilance – energie (část 1)

ř.	ukazatel [GJ/rok]	součas. stav	V 1.1	V 1.2	V 2
1	Vstupy paliv a energie	1 115	626	525	1 103
2	Změna zásob paliv a energie	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 115	626	525	1 103
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1 115	626	525	1 103
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	244	131	108	241
7	Spotřeba energie na vytápění a TV	814	438	360	805
8	Spotřeba energie na technol. a ostatní procesy	57	57	57	57

Tabulka 29 Upravená energetická bilance – energie (část 2)

ř.	ukazatel [GJ/rok]	součas. stav	V 3	V 4	V5
1	Vstupy paliv a energie	1 115	1 115	476	466
2	Změna zásob paliv a energie	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 115	1 115	476	466
4	Prodej energie cizím	0	30	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1 115	1 085	476	466
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	244	244	97	94
7	Spotřeba energie na vytápění a TV	814	814	323	315
8	Spotřeba energie na technol. a ostatní procesy	57	57	57	57

Tabulka 30 Upravená energetická bilance – náklady (část 1)

ř.	ukazatel [Kč/rok včetně DPH]	součas. stav	V 1.1	V 1.2	V 2
1	Vstupy paliv a energie	400 185	249 098	217 892	396 446
2	Změna zásob paliv a energie	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	400 185	249 098	217 892	396 446
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	400 185	249 098	217 892	396 446
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	75 335	40 525	33 336	74 474
7	Spotřeba energie na vytápění a TV	251 648	135 370	111 354	248 771
8	Spotřeba energie na technol. a ostatní procesy	73 202	73 202	73 202	73 202

Tabulka 31 Upravená energetická bilance – náklady (část 2)

ř.	ukazatel [Kč/rok včetně DPH]	součas. stav	V 3	V 4	V 5
1	Vstupy paliv a energie	400 185	400 185	202 752	199 663
2	Změna zásob paliv a energie	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	400 185	400 185	202 752	199 663
4	Prodej energie cizím	0	108 076	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	400 185	292 110	202 752	199 663
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	75 335	75 335	29 848	29 136
7	Spotřeba energie na vytápění a TV	251 648	251 648	99 703	97 325
8	Spotřeba energie na technol. a ostatní procesy	73 202	73 202	73 202	73 202

5. Ekonomické hodnocení navržené varianty

5.1. Metoda hodnocení

Pro investiční opatření navržená v energetickém auditu se pro ekonomické hodnocení projektu stanoví (v souladu s vyhláškou č. 213/2001 Sb. ve znění vyhlášky č. 425/2004 Sb.) tyto ukazatele:

1. Prostá doba návratnosti investice – doba splacení investice (T_s)

$$T_s = I_0 / CF$$

kde: I_0 = investiční náklady

CF = roční Cash - Flow projektu

2. Reálná doba návratnosti (výpočetem z diskontovaného Cash – Flow projektu)

3. Čistá současná hodnota (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n [CF_t / (1 + r)^t] - I_0$$

kde: CF_t - Cash - Flow projektu v roce t

r - diskont

t - hodnocené období (1 až n let)

4. Vnitřní výnosové procento (IRR)

$$\text{Pro } I_0 - \sum_{t=1}^n [CF_t / (1 + r)^t] = 0 \quad \text{platí: } IRR = r$$

Ve výpočtech bylo uvažováno: diskontní sazba 7,0 %, hodnocení je provedeno včetně DPH, doba hodnocení projektu 15-30 let podle typu opatření. Prodejní cena elektrické energie (v opatření instalace FVS) je ve výpočtu uvažována v režimu výkupních cen¹⁰. V posouzení počítáno bez růstu cen energií, jak požaduje vyhláška č. 213/2001 Sb. Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky.

Pozn.: Návratnosti uvedené v auditu jsou vztaženy k ceně technických a jiných opatření bez prostředků potřebných pro projektování, technického dozoru na investiční akci, sledování a vyhodnocování účinnosti zavedených opatření. Rovněž není uvažována cena finančních zdrojů (úroků).

5.2. Vyhodnocení variant

V následujících dvou tabulkách jsou shrnuty ekonomické ukazatele jednotlivých variant¹¹.

¹⁰ Z praxe je zjevné, že ekonomické hodnocení investice (do výroby energie z OZE) v režimu zelených bonusů bude vycházet lépe, než v režimu výkupních cen. To je jedním z důvodů, proč je v energetickém auditu počítáno s výkupními cenami tj. na straně bezpečnosti. Druhým důvodem je skutečnost, že známe přesnou výši výkupní ceny elektřiny, kdežto u zelených bonusů je smluvní cena mezi výrobcem a odběratelem elektřiny individuální záležitostí.

¹¹ V ekonomickém posouzení není uvažováno snížení ceny opatření vlivem zanedbané údržby, která může činit až 15 % investičních nákladů. V případě zohlednění (neuvažování) těchto nákladů by ekonomické parametry projektu byly příznivější.

Tabulka 32 Ekonomické ukazatele vybraných variant bez uvažování růstu cen energie – část 1

ekonomický ukazatel projektu	V 1.1	V 1.2	V 2	jednotka
investiční náklady celkem (počáteční)	1 133	2 094	140	tis. Kč
změna nákladů na energii (paliva a energie)	-151	-182	-4	tis. Kč/rok
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, změna ostatních provozních nákladů (opravy, údržba, pojištění, ...)	0	0	0	tis. Kč/rok
změna nákladů na emise / odpady	0	0	0	tis. Kč/rok
změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	0	0	0	tis. Kč/rok
provozní náklady (bez odpisů)	249	218	396	tis. Kč/rok
přínosy projektu celkem (roční Cash Flow)	151	182	4	tis. Kč/rok
doba hodnocení	30	30	20	roky
diskont	7	7	7	%
prostá návratnost	7,5	11,5	37,4	roky
reálná návratnost	11,0	24,1	>20	roky
NPV	742	168	-100	tis. Kč
IRR	13,0	7,8	-	%
daň z příjmu (včetně sazby a dopadů na úspory)	0	0	0	% tis. Kč/rok

Tabulka 33 Ekonomické ukazatele vybraných variant bez uvažování růstu cen energie – část 2

ekonomický ukazatel projektu	V 3	V4	V5	jednotka
investiční náklady celkem (počáteční)	1 150	2 137	2 394	tis. Kč
změna nákladů na energii (paliva a energie)	-108	-197	-201	tis. Kč/rok
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, změna ostatních provozních nákladů (opravy, údržba, pojištění, ...)	0	0	0	tis. Kč/rok
změna nákladů na emise / odpady	0	0	0	tis. Kč/rok
změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	0	0	0	tis. Kč/rok
provozní náklady (bez odpisů)	400	203	200	tis. Kč/rok
přínosy projektu celkem (roční Cash Flow)	108	197	201	tis. Kč/rok
doba hodnocení	20	30	30	roky
diskont	7	7	7	%
prostá návratnost	10,8	10,8	11,9	roky
reálná návratnost	>20	21,0	>30	roky
NPV	-78	313	-15	tis. Kč
IRR	6,1	8,4	6,9	%
daň z příjmu (včetně sazby a dopadů na úspory)	19 10	0	0	% tis. Kč/rok

Poznámka: Záporná hodnota znamená snížení provozních nákladů, kladná naopak zvýšení.

5.3. Vyhodnocení variant pro polovinu odpisové doby

V § 6 odstavci 5 vyhlášky č. 213/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, je stanoveno, že „Energetický audit zpracováváný pro příspěvkové organizace zřízené správním úřadem navíc stanoví dílčí soubor technických a organizačních opatření ke snížení spotřeby energie, jejichž realizaci lze uhradit z ušetřených nákladů za nespotřebovaná paliva a energie, za období nepřekračující polovinu stanovené odpisové doby příslušného hmotného majetku, zejména energetického hospodářství a budov, podle zvláštního právního předpisu.“

Obvyklým opatřením s velmi krátkou dobou návratnosti je regulace systému vytápění resp. instalace termoregulačních ventilů s termostatickými hlavicemi na otopná tělesa či výměna osvětlovacích zdrojů za energeticky úsporné. Protože v EA je uvažována kombinace osazení termoregulačních hlavic po zateplení objektu je návratnosti delší, ale přesto velice příznivá.

Financování projektů tzv. metodou EPC (Energy Performance Contracting) představuje metodu, na jejímž základě poskytovatel energetických služeb tzv. firmy ESCO (Energy Service Company) nabízí na klíč komplexní služby s cílem snížit spotřebu energie a náklady na energie v objektu zákazníka, přičemž hlavním zdrojem splácení energeticky úsporných opatření jsou samotné úspory nákladů na energie dosažené v průběhu plnění smlouvy mezi dodavatelem a zákazníkem, tzn. že zákazník nemusí vynaložit žádnou investici v době realizace opatření.

6. Environmentální hodnocení navržené varianty

Do environmentálního vyhodnocení jsou započteny emise vznikající jak přímo v místě, tak i mimo budovu (elektrina vyráběná v klasické uhelné elektrárně).

K výpočtu emisí znečišťujících látek byly použity hodnoty uvedené ve vyhlášce č. 425/2004 Sb. (příloha č. 8, pro emise CO₂), kterou se mění vyhláška č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu a také pomocí simulačního modelu GEMIS, jehož databáze energetických procesů je každoročně aktualizována.

V následujících tabulkách jsou shrnuty emise v předmětu auditu v současnosti a dále pak snížení (redukce) emisí po realizaci jednotlivých variant opatření. Dle sledovaných emisí a jejich vyhodnocení vychází nejlépe varianta V5 a V4, dále pak varianta V1.2.

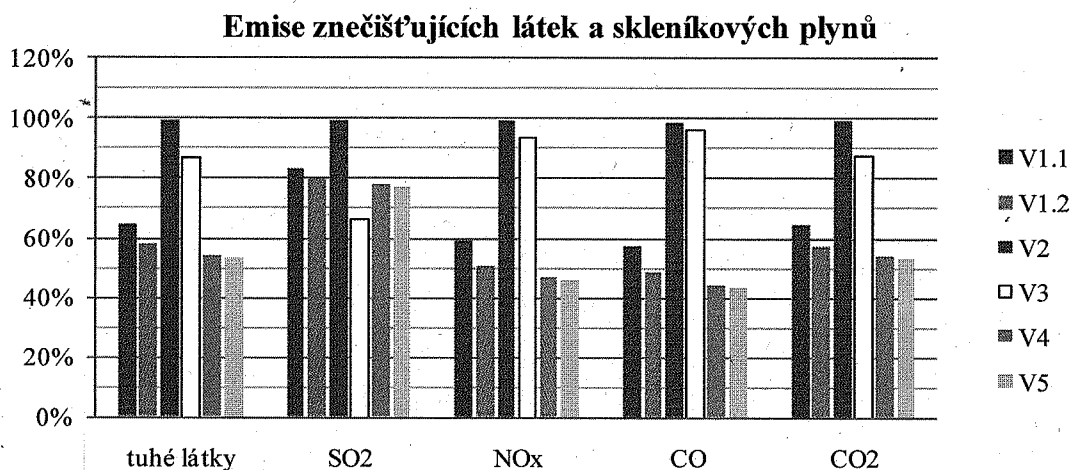
Tabulka 34 Emise znečišťujících látek ve výchozím stavu a v jednotlivých variantách

emise (t/rok)	stávající	V 1.1	V 1.2	V 2	V 3	V 4	V5
Tuhé látky	0,006	0,004	0,003	0,006	0,005	0,003	0,003
SO ₂	0,023	0,019	0,018	0,023	0,015	0,018	0,018
NO _x	0,171	0,102	0,087	0,169	0,160	0,080	0,079
CO	0,077	0,044	0,037	0,076	0,074	0,034	0,033
CO ₂	77,167	50,001	44,389	76,495	67,417	41,667	41,112

Tabulka 35 Redukce emisí znečišťujících látek v jednotlivých variantách

redukce (t/rok)	stávající	V 1.1	V 1.2	V 2	V 3	V 4	V5
Tuhé látky	0,000	0,002	0,002	0,000	0,001	0,003	0,003
SO ₂	0,000	0,004	0,005	0,000	0,008	0,005	0,005
NO _x	0,000	0,069	0,084	0,002	0,011	0,091	0,092
CO	0,000	0,033	0,039	0,001	0,003	0,043	0,043
CO ₂	0,000	27,167	32,778	0,672	9,750	35,500	36,056

Obrázek 9 Emise znečišťujících látek jednotlivých variant energeticky úsporných opatření (vztaženo ke stávajícímu stavu = 100 %)



Pozn.: Emisní faktor 1,17 t CO₂/MWh_e (dle vyhlášky č. 425/2004 Sb.) určený pro výpočet snížení emisí CO₂ při úspoře elektřiny neodpovídá příliš realitě výroby elektřiny v ČR, a při posuzování žádostí o dotace tak znevýhodňuje některá opatření. Tato hodnota byla totiž odvozena z produkce emisí elektráren, v kterých je palivem naše hnědé uhlí. Emisní faktor by měl však zohledňovat celkovou strukturu výroby elektřiny v ČR (v současné době totiž z hnědého uhlí pochází cca 60 % výroby elektrické energie). V odborných člancích jsou proto uváděny reálné hodnoty emisního faktoru elektřiny cca 0,7 t CO₂/MWh_e.

Problematická situace by mohla nastat u žádostí o podporu z EU, kde použití vyhláškové hodnoty 1,17 t CO₂/MWh_e může u zahraničních posuzovatelů projektu vzbudit pochybnosti o serióznosti zpracování projektu (pokud by bylo snížení emisí CO₂ hodnotícím kritériem projektu). Zpracování energetického auditu je však vázáno našimi legislativními předpisy, a proto ve výpočtu byla tato vyhláškou daná hodnota použita.

7. Závěrečné hodnocení energetického auditora

7. 1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Potřeba tepla na vytápění je kryta z vlastní plynové kotelny, která slouží také pro přípravu teplé vody pomocí nepřímotopného zásobníkového ohřívače. Na otopných tělesech nejsou instalovány regulační ventily s termostatickými hlavicemi, čímž není naplněn požadavek § 6a zákona 406/2000 Sb., který stanoví, kdy je vlastník objektu povinen vybavit vnitřní tepelná zařízení (zde otopná tělesa) přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.

Největším spotřebitelem energie je spotřeba tepla na vytápění (v průměru činí podíl tepla na vytápění odhadem 84 % z celkové spotřeby energie), ostatní spotřeba jakou je spotřeba energie na přípravu teplé vody a ostatní spotřeba (tzn. spotřeba elektřiny na osvětlení, provoz ventilátorů, čerpadel) je přibližně stejná.

Součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí, které dosud neprošly rekonstrukcí, jsou z pohledu dnešních požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov na nevyhovující úrovni. Tyto konstrukce nesplňují požadavky na součinitele prostupu tepla uvedené v normě ČSN 73 0540-2:2007. Z teoretického výpočtu dle normy vychází největší tepelné ztráty prostupem tepla plošnými konstrukcemi, zejména svislými neprůsvitnými konstrukcemi a větráním, které je nutné do výpočtu zahrnout hodnotou odpovídající splnění požadavků na hygienické minimum přiváděného čerstvého vzduchu. Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy U_{em} je ve stávajícím stavu roven $0,87 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a nesplňuje tak požadavek normy $U_{em,rq}$, který je $0,51 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Budova se ve stávajícím stavu řadí do klasifikační třídy E – nevhodná.

Měrná spotřeba tepla na vytápění splňuje požadavek na měrný ukazatel dle vyhlášky č. 194/2007 Sb., požadavek na měrnou spotřebu tepla na ohřev vody je také splněn. Posouzení je však pouze orientační, spotřeba tepla na vytápění a ohřev vody není samostatně měřena.

7. 2. Využití obnovitelných a alternativních zdrojů energie

Tato kapitola je především informativní, je jí též naplněn požadavek vyhlášky č. 425/2004 Sb., kterou se mění vyhláška č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu.

Tepelné čerpadlo je obecně vhodné navrhovat u teplovodních otopných systémů s nízkým teplotním spádem (čím menší rozdíl hladin teplot musí tepelné čerpadlo překonávat, tím méně energie spotřebuje). Otopné soustavy využívající tepelné čerpadlo pracují s nižšími teplotami topné vody a s větší otopnou plochou, proto je vhodné navrhovat tepelná čerpadla u stávajících (zateplených) objektů a obecně u objektů s takovou spotřebou energie, aby instalovaný výkon zdroje byl efektivně využit a tím i náklady na uspořenou jednotku energie byly co nejnižší (vzhledem k velikým investičním nákladům). Vzhledem k výše uvedenému a ke stávajícímu způsobu zásobování teplem, které má nízké palivové náklady, není investice do instalace tepelného čerpadla pro vytápění a ohřev vody v posuzovaném objektu považována za efektivní.

Kotel na spalování biomasy je v porovnání se stávajícím zásobováním teplem technicky komplikovanější a ekonomicky náročnější, neboť stávající zásobování je oproti kotli na biomasu nenáročné na obsluhu (provoz je automatický, dálkově ovládaný). Pořízení kotle na biomasu si vyžádá nejen počáteční investici, ale i prostor pro ni, dále pak náklady na dovoz paliva (biomasy či pelet), náklady na obsluhu kotle, prostor pro skladování paliva apod. Jelikož v budově byla kompletně zřízena nová plynová kotelná, není v současné době vhodné

nahrazovat stávající zdroj novým. Je však třeba zdůraznit, že tento systém zásobení teplem je obecně environmentálně prospěšný a taktéž skýtá výhody sociální – jedná se o decentralizovaný zdroj, je tedy zvýšena bezpečnost zásobování teplem. Vhodným řešením využití energetického potenciálu biomasy jsou centrální výtopny, zásobující teplem na vytápění i přípravu teplé vody větší počet spotřebitelů tepla. U tohoto způsobu vytápění odpadají některé nevýhody vytápění lokálními kotli na biomasu.

Využití **solární energie** je pro objekt možné jak pro výrobu elektrické energie (fotovoltaika), tak i pro výrobu tepla pro přípravu teplé vody či pro přitápění objektu. Spotřeba tepla na ohřev vody v předmětu energetického auditu je velmi malá a současně v době největšího zisku solární energie není objekt využíván. Instalace solárních kolektorů i fotovoltaického systému je v energetickém auditu posouzena v kapitole 4. 4. A následujících kapitolách.

Využití **větrné, vodní a geotermální energie** v daném případě nepřichází v úvahu (není prostor pro výstavbu turbín(y), není dostupná voda, apod.).

Kogenerační jednotka umožňuje kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Teplo vzniklé při výrobě el. energie je využíváno pro výrobu tepla (na rozdíl od klasických elektráren, ve kterých je toto teplo bez užitku odváděno do okolí). Tím dochází k úspoře nejen paliva pro výrobu tepla, ale i finančních prostředků na jeho nákup. Charakter provozu by sice teoreticky umožňoval instalaci podobného zařízení, z hlediska ekonomického se však jedná o velmi náročnou záležitost, nedostatečný odběr tepla a současně elektrické energie v době vysokého tarifu činí toto opatření ekonomicky nevhodným.

7.3. Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu a doporučení energetického auditora

Na základě výsledků energetického auditu se doporučuje realizovat variantu 1.2, která zahrnuje následující opatření (podrobnější popis jednotlivých opatření je uveden v kapitole 4 a jejích podkapitolách):

- opatření D - zateplení obvodových stěn 140 mm tepelné izolace, použití minerální vlny, která dosahuje součinitele tepelné vodivosti $\lambda=0,039 \text{ W/(mK)}$
- opatření E - zateplení střechy 140 mm tepelné izolace, použití pěnového polystyrénu, který dosahuje součinitele tepelné vodivosti $\lambda=0,037 \text{ W/(mK)}$

Doporučená opatření je možno shrnout v těchto základních bodech:

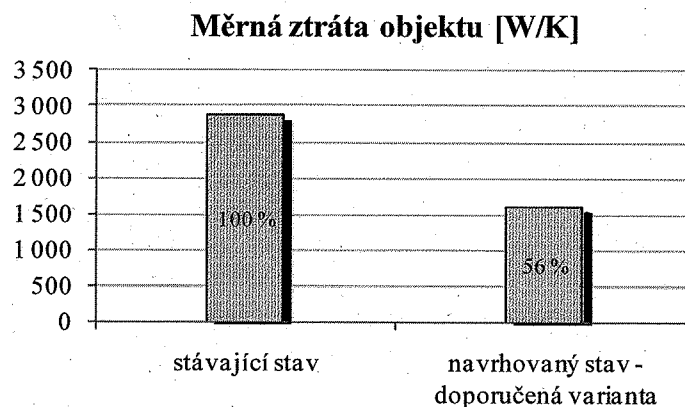
- realizací doporučené varianty se docílí úspory energie 590 GJ/rok v porovnání s výpočtovým stavem, zohledňujícím dlouhodobé klimatické podmínky a provoz budovy na výpočtové parametry vnitřního prostředí
- investiční náklady cca 2 094 tis. Kč
- roční úspora finančních nákladů cca 182 tis. Kč (při ceně energie roku 2008)
- po realizaci doporučených opatření budou součinitele prostupu tepla jednotlivých rekonstruovaných obvodových konstrukcí splňovat doporučené hodnoty normy
- průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy dle ČSN 73 0540:2007 bude $0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, a budova bude tak spadat do klasifikační třídy C – vyhovující (podrobněji: C1 – vyhovující doporučené úrovni)

Po realizaci uvedených opatření budou splněny doporučené hodnoty normy na součinitel prostupu tepla rekonstruovaných částí objektu, současně dojde k nejvyššímu snížení spotřeby tepla z posuzovaných variant. Tato varianta vychází velmi dobře při environmentálním hodnocení, čili přinese nezanedbatelné snížení emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů (v pořadí třetí nejlepší z posuzovaných variant).

Z hlediska ekonomického se jedná o velmi příznivou variantu, vnitřní výnosové procento IRR doporučené varianty činí 7,8 %, a je tak vyšší než uvažovaná diskontní sazba 7,0 %. Tato varianta tak přinese vyšší zhodnocení investovaných prostředků v porovnání s běžným zhodnocením pomocí průměrné úrokové sazby a daná investice je návratná za předpokládanou dobu životnosti opatření.

Nezanedbatelné jsou i další přínosy, např. zhodnocení stavby a prodloužení její předpokládané životnosti apod.

Obrázek 10 Měrná tepelná ztráta objektu před a po realizaci doporučené varianty opatření



8. Evidenční list energetického auditu

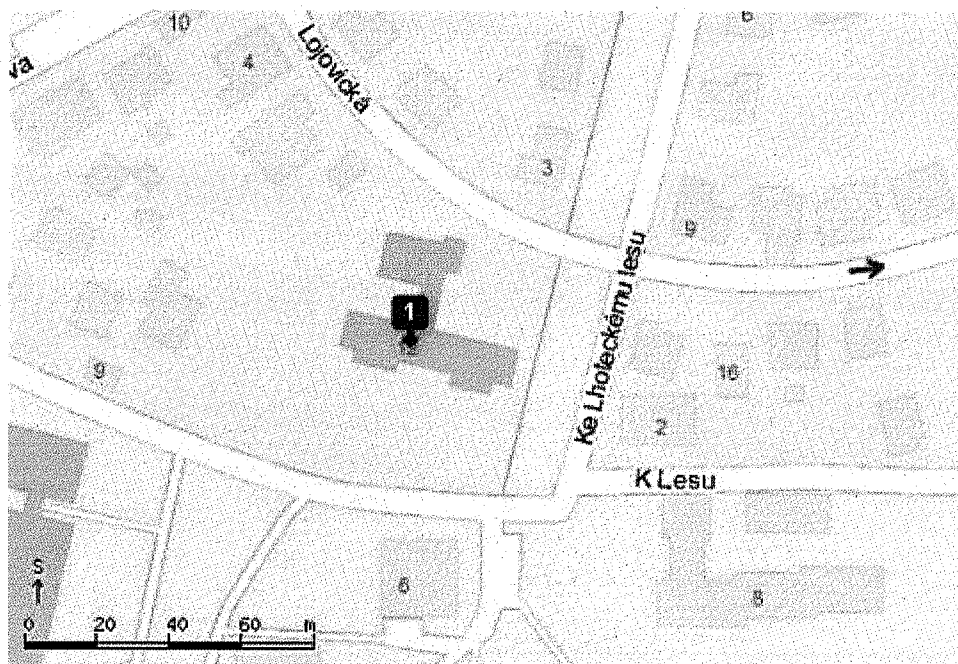
Předmět EA	Mateřská škola Lojovická				
Adresa	Lojovická 557/12, Praha 4 - Libuš, 142 00				
Zadavatel EA	Městská část Praha - Libuš	Zástupce	Petr Mráz, starosta		
Adresa zadavatele	Libušská 35, Praha 4 - Libuš, 142 00				
Telefon	261 711 380	Fax	241 727 864	E-mail	mc.libus@praha-libus.cz
Charakteristika předmětu EA	<p>Objekt je v současné době využíván jako mateřská škola, v části objektu se nachází byt školníka. Objekt mateřské školy tvoří pavilon 1, pavilon 2, dále hospodářský pavilon, který je připojen k ostatním pavilonům spojovací chodbou. Všechny objekty byly postaveny v květnu roku 1980.</p>				
1. Výchozí stav					
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Budova prošla od realizace (cca 30 let) několika rekonstrukcemi. Nejzásadnější rekonstrukce z energetického hlediska proběhla v roce 2005, kdy byla stávající okna vyměněna za plastová a v témže roce došlo k vybudování vlastní plynové kotelny. Objekt je zásoben el. energií a zemním plynem. Zdrojem tepla pro vytápění jsou dva plynové kotle, které také zajišťují přípravu teplé vody v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači. Největším spotřebitelem energie v budově je vytápění (cca 84 %), přibližně stejné množství energie se spotřebovává na ohřev vody a elektrické spotřebiče (osvětlení, elektrospotřebiče v kuchyni a technologické spotřebiče).</p> <p>Součinitele prostupu tepla dosud nerekonstruovaných obvodových konstrukcí jsou z pohledu dnešních požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov na nevyhovující úrovni, konstrukce nesplňují požadavky na součinitele prostupu tepla uvedené v normě ČSN 73 0540-2:2007. Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy je ve stávajícím stavu 1,17 W/(m² K) (klasifikační třída E - nevhodná).</p>				
Vlastní energetický zdroj		Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. výkon (MW)		
		0,275	-		
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd)		-			
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	572			
	Nákup (GJ/r)	-			
	Prodej (GJ/r)	-			
Elektrina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)	-			
	Nákup (MWh/r)	16			
	Prodej (MWh/r)	-			
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)		801	z toho přímá technologická		59
Spotřebiče energie	Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r)		Nositel energie	
vytápění + ohřev vody	260 + cca 15 (267)	743		teplá voda	
ostatní	-	59		el. energie	

2. Energetický úsporný projekt				
Stručný popis doporučené varianty	Doporučuje se realizovat variantu V 1.2 zahrnující opatření: – zateplení obvodových stěn tepelnou izolací tl. 140 mm – zateplení střechy tepelnou izolací tl. 140 mm Následně je nutné nechat vyregulovat otopnou soustavu tak, aby množství dodávaného tepla do objektu odpovídalo jeho skutečné potřebě.			
	investiční náklady (tis. Kč)	2 094	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)
	1 115	400	525	218
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r	
	590		164	
Environmentální přínosy				
Znečišťující látky	Výchozí stav	Stav po realizaci		Rozdíl
Tuhé látky	0,006	0,003		0,002
SO ₂	0,023	0,018		0,005
NO _x	0,171	0,087		0,084
CO	0,077	0,037		0,039
CO ₂	77,167	44,389		32,778
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu (tis. Kč/rok)	182		Doba hodnocení (roky)	30
Prostá doba návratnosti (roky)	11,5		Diskont (%)	7,0
Reálná doba návratnosti (roky)	24,1	NPV (tis. Kč)	168	IRR (%)
				7,8
Energetický auditor	Ing. Lucie Stuchlíková		Č. osvědčení	č. 261 ze dne 16. 5. 2007
Podpis	<i>Stuchlíková</i>		Datum	07. 08. 2009



9. Přílohy

9.1. Příloha 1 Situace a fotomapa

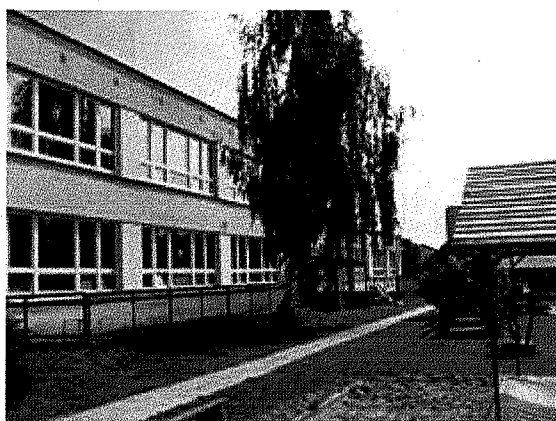


Zdroj: <http://www.mapy.cz/>

9. 2. Příloha 2 Fotodokumentace



Pohled na technický pavilon - západ



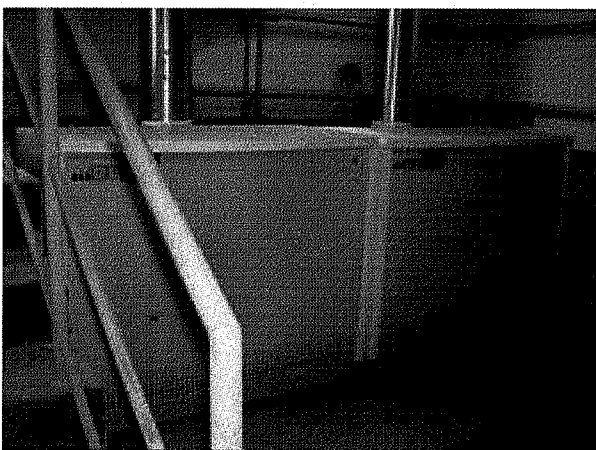
Pavilon 1- jih



Pohled na technický pavilon - sever



Pavilon 2 – sever



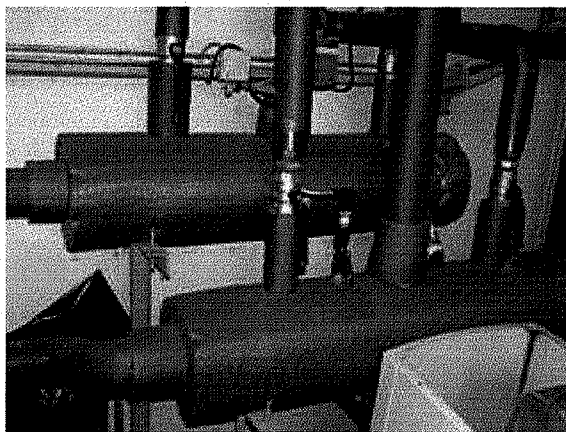
2 x kotel PROTHERM Grizzly 130



Nepřímotopný zásobník TV



Pohled na rozdělovač/sběrač



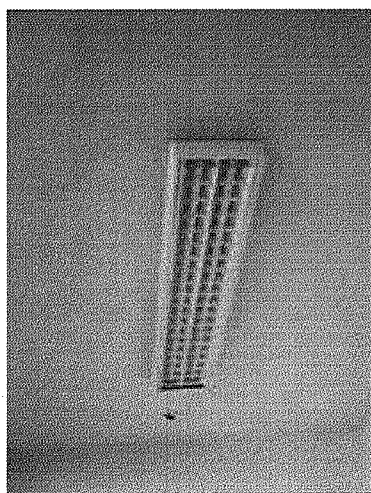
Mřížky VZT



Automatické nastavení teploty u vod. Baterií



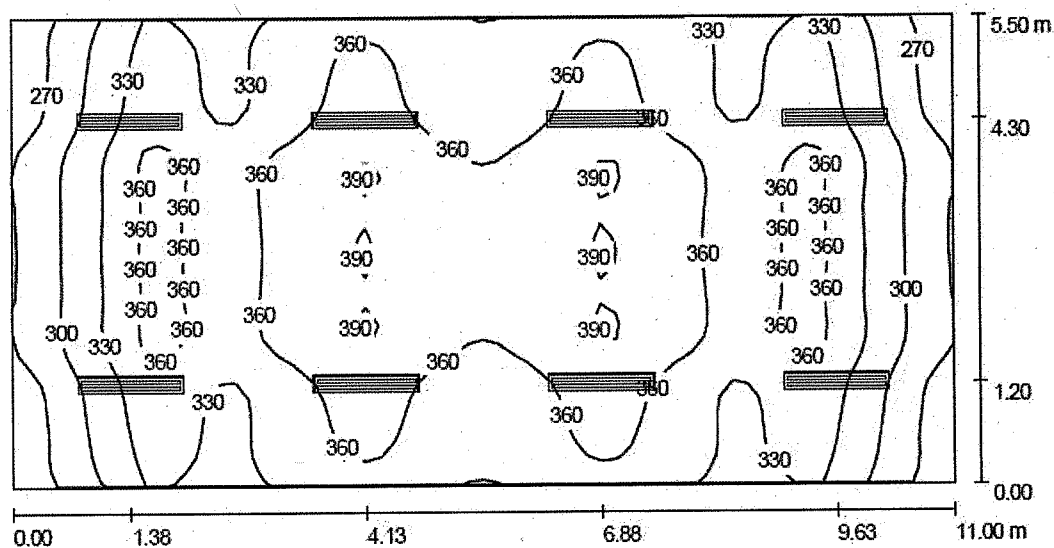
Kryty na radiátory



Nové osvětlovací soustavy-zářivkové

9. 3. Příloha 3 Graf a výstupy výpočtu umělého osvětlení programem DIALux

lehárna + herna 1.NP / Shrnutí



Výška místnosti: 3.300 m, Montážní výška: 3.300 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:79

Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	342	249	393	0.727
Podlaha	20	301	216	370	0.718
Strop	70	369	65	26012	0.175
Stěny (4)	50	165	110	252	/

9. 4. Příloha 4 Výstupy výpočtů z programu Energie 2009

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT - –stávající stav:

Faktor tvaru budovy A/V: 0,7 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	2885,574	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	658,305	22,8 %
	Měrný tok zeminou Hg:	231,047	8,0 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	257,034	8,9 %
	Měrný tok plošnými kcemí Hd,c:	1739,188	60,3 %
<i>rozložení měrných toků po konstrukcích:</i>			
	Obvodová stěna:	1062,570	36,8 %
	Střecha:	304,600	10,6 %
	Podlaha:	231,047	8,0 %
	Otvorová výplň:	333,443	11,6 %
	výplňové otvory - dveře:	38,575	1,3 %
	Zbylé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	2885,574 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	3667,9 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,79 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	57,8 kWh/m ³ ,a

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	2227,3 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	2570,3 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,47 W/m ² K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}: 0,87 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	752,988 GJ	209,163 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	3667,9 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	943,1 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	57,0 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	222 kWh/(m².a)	

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{f,H} [GJ]	Q _{f,C} [GJ]	Q _{f,RH} [GJ]	Q _{f,W} [GJ]	Q _{f,L} [GJ]	Q _{f,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	184,343	---	---	3,737	6,050	1,617	195,747
2	150,936	---	---	3,737	5,001	1,460	161,134
3	126,284	---	---	3,737	5,137	1,617	136,775
4	75,233	---	---	3,737	4,621	1,565	85,155
5	31,436	---	---	3,737	4,490	1,617	41,280
6	8,811	---	---	3,737	4,253	1,472	18,272
7	---	---	---	0,118	4,394	1,253	5,765
8	4,149	---	---	0,118	4,490	1,336	10,092
9	27,355	---	---	3,737	4,658	1,565	37,314
10	75,228	---	---	3,737	5,118	1,617	85,699
11	127,181	---	---	3,737	5,339	1,565	137,821
12	167,451	---	---	3,737	6,012	1,617	178,817

Vysvětlivky: Q_{f,H} je spotřeba energie na vytápění, Q_{f,C} je spotřeba energie na chlazení, Q_{f,RH} je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q_{f,W} je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q_{f,L} je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q_{f,A} je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q_{fuel} je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q_{fuel,H}: 978,407 GJ 271,780 MWh 288 kWh/m²

STOP, Energie 2009

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT – návrhový stav:Faktor tvaru budovy A/V: 0,7 m²/m³**Rozložení měrných tepelných toků**

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	1611,041	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	658,305	40,9 %
	Měrný tok zeminou Hg:	231,047	14,3 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	51,407	3,2 %
	Měrný tok plošnými kcemí Hd,c:	670,282	41,6 %
<i>rozložení měrných toků po konstrukcích:</i>			
	Obvodová stěna:	170,011	10,6 %
	Střecha:	128,253	8,0 %
	Podlaha:	231,047	14,3 %
	Otvorová výplň:	333,443	20,7 %
	výplňové otvory - dveře:	38,575	2,4 %
	Zbylé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	1611,041 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	3667,9 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,44 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	32,3 kWh/m ³ ,a

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	952,7 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	2570,3 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,47 W/m ² K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}: 0,37 W/m²K**Celková a měrná potřeba tepla na vytápění**

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	297,162 GJ	82,545 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	3667,9 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	943,1 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	22,5 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	88 kWh/(m².a)	

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	83,758	---	---	3,737	6,050	1,617	95,161
2	66,206	---	---	3,737	5,001	1,460	76,404
3	50,280	---	---	3,737	5,137	1,617	60,770
4	23,639	---	---	3,737	4,621	1,565	33,561
5	5,475	---	---	3,737	4,490	1,441	15,143
6	---	---	---	3,737	4,253	1,212	9,202
7	---	---	---	0,118	4,394	1,253	5,765
8	---	---	---	0,118	4,490	1,253	5,860
9	4,616	---	---	3,737	4,658	1,381	14,391
10	24,238	---	---	3,737	5,118	1,617	34,709
11	52,977	---	---	3,737	5,339	1,565	63,618
12	74,934	---	---	3,737	6,012	1,617	86,300

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H: 386,123 GJ 107,256 MWh 114 kWh/m²

STOP, Energie 2009

9. 5. Příloha 5 Protokol k energetickému štítku a Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 79 0540-2:2007 – stávající stav

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Mateřská škola Lojovická
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Lojovická 557/12, Praha 4 - Libuš, 142 00
Katastrální území a katastrální číslo	Hl.město Praha, č.kat. 728390
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Mateřská škola Lojovická
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Hlavní město Praha,
Adresa	svěřená správa MČ Praha – Libuš
Telefon / E-mail	Libušská 35, Praha 4 - Libuš, 142 00 261 711 380 / mc.libus@praha-libus.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 667,9 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2 570,3 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	0,70 m ² /m ³
Typ budovy Poměrná plocha průsvitných výplní otvorů obvodového pláště f_w (pro nebyt. budovy)	nebytová 0,50
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-13 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i ($\sum \psi_{k,l_k} + \sum \chi_{l_i}$) [W/(m ² ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$) [W/(m ² ·K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
Obvodová stěna	708,4	1,50	0,38 (0,25)	1,00	1 062,6
Střecha	801,6	0,38	0,24 (0,16)	1,00	304,6
Podlaha	801,6	1,09	0,45 (0,30)	0,27	231,0
Otvorová výplň	232,0	1,25	1,70 (1,20)	1,15	333,4
Výplňové otvory - dveře	26,8	1,25	1,70 (1,20)	1,15	38,5
Tepelné vazby			()		257,0
			()		
			()		
			()		
			()		
Celkem	2 570,4				2 227,1

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

Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	2 227,1
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,87
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² ·K)	0,39
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,51
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m ² ·K)	1,11

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy není splněn.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,15
B – C	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,31
(C1 – C2)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	(W/(m ² ·K))	(0,39)
C – D	$U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,51
D – E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	W/(m ² ·K)	0,81
E – F	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	W/(m ² ·K)	1,11
F – G	$1,5 \cdot U_{em,s}$	W/(m ² ·K)	1,67

Klasifikace: E - nevhodná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:

7.8.2009

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

PORSENNA o.p.s.

IČ: 271 72 392

Zpracoval: Ing. Lucie Stuchlíková, energetický auditor s č. osvědčení 261 ze dne 16.5.2007

Podpis: *Lucie Stuchlíková*

Tento protokol a stavebně energetický štítek odpovídá směrnici 93/76/EWG z 13. září 1993, která byla vydána EU v rámci SAVE. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Mateřská škola Lojovická Lojovická 557/12, Praha 4 - Libuš, 142 00				Hodnocení obálky budovy			
Celková podlahová plocha $A_c = 943,1 \text{ m}^2$				stávající		doporučení	
<div><div>CI Velmi úsporná</div><div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div></div><div>0,3</div><div>0,6</div><div>1,0</div><div>1,5</div><div>2,0</div><div>2,5</div></div><div>Mimořádně nehospodárná</div></div>				<div><div>0,73</div><div>1,60</div></div>			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ <div>$U_{em} = H_T / A$</div>				0,87		0,37	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $A/V = 0,70 \text{ m}^2/\text{m}^3$							
CI	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,15	0,31	(0,39)	0,51	0,81	1,11	1,67
Platnost štítku do							
Datum vystavení štítku				7.8.2009			
Štítek vypracoval				Ing. Lucie Stuchlíková			
				energetický auditor s č. osvědčení 261 ze dne 16.5.2007			

9. 6. Příloha 6 Protokol k energetickému štítku a Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2:2007 - návrhový stav

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Mateřská škola Lojovická
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Lojovická 557/12, Praha 4 - Libuš, 142 00
Katastrální území a katastrální číslo	Hl.město Praha, č.kat. 728390
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Mateřská škola Lojovická
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Hlavní město Praha, svěřená správa MČ Praha – Libuš
Adresa	Libušská 35, Praha 4 - Libuš, 142 00
Telefon / E-mail	261 711 380 / mc.libus@praha-libus.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 667,9 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2 570,3 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	0,70 m ² /m ³
Typ budovy Poměrná plocha průsvitných výplní otvorů obvodového pláště f_w (pro nebyt. budovy)	nebytová 0,50
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_m	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-13 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i ($\sum \psi_{k,lk} + \sum \chi_l$) [W/(m ² ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ($U_{N,rc}$) [W/(m ² ·K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
Obvodová stěna	708,4	0,24	0,38 (0,25)	1,00	170,0
Střecha	801,6	0,16	0,24 (0,16)	1,00	128,3
Podlaha	801,6	1,09	0,45 (0,30)	0,27	231,0
Otvorová výplň	232,0	1,25	1,70 (1,20)	1,15	333,4
Výplňové otvory - dveře	26,8	1,25	1,70 (1,20)	1,15	38,6
Tepelné vazby			()		51,4
			()		
			()		
			()		
			()		
Celkem	2 570,4				952,7

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

Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	952,7
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,37
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² ·K)	0,39
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,51
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m ² ·K)	1,11

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,15
B – C	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,31
(C1 – C2)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	(W/(m ² ·K))	(0,39)
C – D	$U_{em,rq}$	W/(m ² ·K)	0,51
D – E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	W/(m ² ·K)	0,81
E – F	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	W/(m ² ·K)	1,11
F – G	$1,5 \cdot U_{em,s}$	W/(m ² ·K)	1,67

Klasifikace: C1 - vyhovující doporučené úrovni

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 7.8.2009

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: PORSENNA o.p.s.

IČ: 271 72 392

Zpracoval: Ing. Lucie Stuchlíková, energetický auditor s č. osvědčení 261 ze dne 16.5.2007

Podpis: *Stuchlíková*

Tento protokol a stavebně energetický štítek odpovídá směrnici 93/76/EWG z 13. září 1993, která byla vydána EU v rámci SAVE. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Mateřská škola Lojovická Lojovická 557/12, Praha 4 - Libuš, 142 00					Hodnocení obálky budovy			
Celková podlahová plocha $A_c = 943,1 \text{ m}^2$					stávající	doporučení		
<div><div>CI Velmi úsporná</div><div><div><div><div><div></div><div>A</div></div><div><div>0,3</div><div></div></div><div><div>0,6</div><div></div></div><div><div>1,0</div><div></div></div><div><div>1,5</div><div></div></div><div><div>2,0</div><div></div></div><div><div>2,5</div><div></div></div></div><div>Mimořádně neekonomická</div></div><div><div><div><div></div><div>0,73</div></div></div></div></div></div>								
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ <div>$U_{em} = H_T / A$</div>					0,37			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $AV = 0,70 \text{ m}^2/\text{m}^3$								
CI	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50	
U_{em}	0,15	0,31	(0,39)	0,51	0,81	1,11	1,67	
Platnost štítku do								
Datum vystavení štítku				7.8.2009				
Štítek vypracoval				Ing. Lucie Stuchlíková energetický auditor s č. osvědčení 261 ze dne 16.5.2007)				