

**Energie ve všech podobách**

**SEAM - energetika**

spol. s r.o.

certifikát ISO 9001:2001

## **Energetický audit**

**Odborné učiliště a praktická škola Žamberk**



**Leden 2008**

## **1. Identifikační údaje**

### **Objednatel:**

Název : Pardubický kraj  
Adresa : Komenského nám.125, 532 11 Pardubice  
Zástupce : Ing.Pavel Kalivoda, vedoucí Odboru strategického rozvoje  
IČO : 708 92 822

### **Zhotovitel:**

Název: SEAM - energetika, spol. s r.o.  
Zástupce: Ivan Marek, jednatel  
Adresa: Horní lán 1196/9, 779 00 Olomouc  
Telefon: 77 55 78 111  
IČO: 268 46 497

Název: Ivan Marek  
Adresa: I.P.Pavlova 1000/36, 779 00 Olomouc  
IČO: 632 28 785  
Osvědčení: energetický auditor MPO č. 264

### **Předmět auditu:**

Název : Odborné učiliště a praktická škola Žamberk  
Zástupce : Mgr.Věra Říčařová, ředitelka  
Adresa : Tyršova 214, 564 01 Žamberk  
Telefon : 465 614 472  
IČO : 493 14 840  
Vlastnické vztahy : Objekt je ve vlastnictví objednatele

### **1.1 Cíl auditu**

Cílem energetického auditu, zpracovaného podle Zákona o hospodaření energií č.406/2000Sb. a vyhlášek č.213/2001Sb. a č.425/2004Sb. v platném znění, je shromáždit informace o způsobech a úrovni využívání energie v budovách a v energetickém hospodářství a navrhnout po stránce energetické, životního prostředí, ekonomické, a případně i podle dalších požadavků nejefektivnější opatření pro snížení energetické náročnosti.

Protože je audit součástí žádosti v rámci Operačního programu Životní prostředí v oblasti realizace úspor energie, bude jeho součástí navíc specifikace podmínek, údajů a výstupů pro tento operační program.

## **2. Popis výchozího stavu**

### **2.1 Obecné informace**

Odborné učiliště a praktická škola v Žamberku je příspěvkovou organizací, zřízenou Pardubickým krajem. Areál tvoří dva propojené a navazující objekty, původní byl postaven před r.1900, přístavba byla kolaudována v r.1994.

Odborné učiliště a praktická škola zajišťuje pro mentálně postižené děti, a částečně také pro děti s poruchou výchovy, v rámci tříletého učiliště vzdělání v oboru kuchař, řezník, zedník, zámečnický ve stavebnictví, švadlena a pečovatelka. Jednoletá a dvouletá Praktická škola je zaměřena na všeobecné práce. Kapacita Odborného učiliště je 220 žáků a kapacita Praktické školy je 36 žáků. Školu v současnosti navštěvuje asi 200 žáků a provoz zajišťuje 39 pracovníků, z toho zhruba 28 pedagogických.

Kromě kmenových učeben jsou součástí školy také odborné učebny. Ve škole jsou dvě školní výukové kuchyně, šicí dílny a počítačová učebna. Součástí školy je také školní kuchyně s denní kapacitou až 140 jídel.

Součástí této školy je také internát s kapacitou 96 lůžek ve 34 pokojích hotelového typu s vlastním hygienickým zázemím.

Z posuzovaného objektu nejsou žádné energetické výstupy, ceny jsou uváděny vč.DPH.

Objekt je umístěn na parcel.č.222/1 a 222/2, katastrální území 794368 Žamberk, obec 581259 Žamberk.

### **2.2 Elektrická energie**

Elektrická energie je dodávána z distribuční kabelové sítě přes jedno odběrné místo, které je dvoutarifní třífázový maloodběr. Objekt je napojen z vnějšího kabelového NN rozvodu distribuční společnosti, který je proveden zemním kabelem do kabelové skříně na boční stěně budovy. Odtud pokračuje napájecí kabel AYKY 3x240+120mm<sup>2</sup> do hlavního rozvaděče objektu. Ten je oceloplechový skříňového provedení se dvěma poli a je instalován v 1.NP přístavby v samostatné místnosti - rozvodně NN. Fakturační měření je nepřímé (měřicí transformátory 150/5A). Z hlavního rozvaděče jsou napojeny podružné oceloplechové rozvaděče v původním objektu a v přístavbě. Napěťová soustava je 3+PEN, 3x 230/400 V, 50 Hz, TN-C, TN-S. Vlastní instalace objektu je provedena kabely typu AYKY a CYKY. El. rozvody domu mají charakter instalace, proto není sestavena obvyklá tabulka páteřních rozvodů.

Dodavatel	ČEZ Prodej, s.r.o., Praha
Sazba	C 25d / Akumulace 8
Jistič před elektroměrem	3x 125 A
ČOM	2100002029 / 591932

Celková statistika nákupu v období r.2004 - 2006

<b>Elektrická energie</b>	<b>Jednotka</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Roční spotřeba	kWh/rok	78 090	94 020	85 100
Přepočtená roční spotřeba	GJ/rok	281,1	338,5	306,4
Celkové náklady	Kč/rok	200 703	255 640	261 048
Nákladová cena elektřiny	Kč/GJ	714	755	852

Nejvýznamnějším segmentem spotřeby el. energie v posuzovaném domě byly tepelné spotřebiče ve školní i výukové kuchyni a v elektrických boilerech - celkový výkon tepelných spotřebičů je v úrovni 140kW. Rovněž podstatným segmentem spotřeby je osvětlení s celkovým instalovaným výkonem téměř 45 kW při počtu svítidel asi 600 kusů. Použita jsou zejména stropní zářivková svítidla, v tělocvičně pak svítidla výbojková. Celkový instalovaný výkon celého areálu je v úrovni 190 kW.

## 2.3 Vlastní energetické zdroje

V komplexu jsou provedeny dva vlastní energetické zdroje – plynová teplovodní kotelná III. kategorie a jedno odběrné plynové zařízení. V obou místech se připravuje teplá užitková voda a proto je jejich provoz prakticky celoroční. Pro nepřímý ohřev jsou v každém místě instalovány zásobníky objemu 1.000 litrů.

### ▪ Původní objekt

Zdroj byl uveden do provozu v r.1994. Je situován v 1.PP objektu a má instalovaný výkon 90kW ve dvou stacionárních litinových kotlích Viadrus. Projektovaná teplota topné vody je 90/70°C. Topný systém je opatřen expanzomatem objemu 200 litrů a obvyklý tlak soustavy je 200 kPa. Izolace teplovodních rozvodů v kotelně jsou provedeny minerální vlnou tl. 20-40mm s vrchní úpravou a také PE skořepinami tl. 10-20 mm. Odvod spalín je proveden do vnitřních komínů.

Kotle pracují na vlastní kotlový termostat, počet kotlů v provozu určuje obsluha. Z kotlového okruhu je odbočeno potrubí pro ohřívač vzduchotechniky kuchyně s konstantní teplotou topné vody a potrubí ohřevu boileru v kotelně. Na výstupu kotelný je instalován 3-cestný směšovač Komex ovládaný ekvitermním regulátorem Komex RVT 052 s časovým programem, a 1+1 oběhové čerpadlo topné vody Magna 31-100-180.

Parametry kotlů:

Typ	: G 27	- 2 x
Výrobce	: Viadrus, ČR	
Rok výroby	: 1994	
Tepelný výkon	: 45 kW	
Příkon	: 49,5 kW	
Druh hořáku	: atmosférický	
Tabulková účinnost	: 91 %	
Parametry média	: 85°C, 400 kPa	
Předpokládaná životnost	: 30 let	

### ▪ Přístavba

Zdroj byl uveden do provozu v r.1994. Je situován v podkrovní vestavbě přístavby a má instalovaný výkon 150 kW ve dvou stacionárních litinových kotlích Viadrus. Projektovaná teplota topné vody je 85/65°C. Topný systém je opatřen dvěma expanzomaty objemu á 140 litrů a obvyklý tlak soustavy je do 180 kPa. Izolace teplovodních rozvodů v kotelně jsou provedeny PE skořepinami tl. 15 mm. Odvod spalín je proveden do vnitřních víceplášťových komínů.

Kotle pracují na vlastní kotlový termostat, počet kotlů v provozu určuje obsluha. Kotlový okruh má instalováno oběhové čerpadlo řady NTV. Na výstupu z kotelný je proveden hlavní rozdělovač/sběrač s těmito okruhy:

-ohřev TUV, DN 25, čerpadlo NTV, konstantní teplota vody  
-topení okruh 1, DN 50, 3-cestný směšovač Komex, čerpadlo NTV,  
-topení okruh 2, DN 50, 3-cestný směšovač Komex, čerpadlo NTV.  
Regulátory jsou ekvitermní Komex RVT 052 s časovým programem. Na jednotlivých okruzích je provedena regulace diferenčního tlaku přepouštěním.

**Parametry kotlů:**

Typ	: G 100	- 2 x
Výrobce	: Viardus, ČR	
Rok výroby	: 1993, 1994	
Tepelný výkon	: 75 kW	
Druh hořáku	: atmosférický	
Tabulková účinnost	: 91 %	
Parametry média	: max.95°C, 400 kPa	
Předpokládaná životnost	: 30 let	

Všechny rozvody vyrobené energie jsou v objektu pouze distribuční a jsou specifikovány v části vytápění.

Bilance výroby energie v tabulkovém provedení nebyla sestavena, protože za jedním fakturačním měřením jsou provedeny prakticky čtyři oblasti spotřeby (kotelna stará část, kotelna nová část, technologie vaření, kotel podkroví) a spotřebu do jednotlivých oblastí nelze samostatně stanovit.

## 2.4 Zemní plyn

V komplexu je provedeno jedno fakturační odběrné místo. Přípojka zemního plynu LPE 63 na hladině STL 300 kPa je přivedena do pilíře v oplocení. Zde je provedena regulace tlaku na NTL a fakturační měření. Plynovod se dále dělí pro původní objekt a přístavbu. Pro původní část pokračuje v dimenzi DN 40 zemí v délce cca 6 metrů k původnímu objektu, kde prostupuje do suterénu a do kotelny ke kotlům. V trase je odbočen plynovod do kuchyně pro varné spotřebiče.

Pro přístavbu pokračuje v dimenzi DN 50 zemí ke spojovací části v délce asi 30 metrů, stoupá po objektu do podkroví v délce přibližně 12 metrů a v objektu v délce asi 30 metrů do kotelny ke kotlům. V trase je provedeno odbočení DN 25 pro kotel v půdní vestavbě původního objektu. Vzhledem k jednoúčelovosti rozvodů nebyla sestavena obvyklá tabulka rozvodů.

Dodavatel	RWE-VČP a.s., Hradec Králové
ČOM	9300516908 – maloodběr

Celková statistika nákupu zemního plynu za sledované období let 2004 – 2006:

<b>Zemní plyn</b>	<b>Jednotka</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Roční spotřeba	m <sup>3</sup> /rok	63 739	61 429	60 800
Přepočtená roční spotřeba	GJ/rok	2 170,3	2 091,7	2 070,2
Celkové náklady	Kč/rok	431 345	468 021	601 906
Nákladová cena plynu	Kč/GJ	199	224	291

Vlastní plynové zdroje jsou uvedeny samostatně. Další spotřebiče zemního plynu jsou pro potřebu kuchyně a kotel vytápění podkrovní vestavby původního objektu.

V kuchyni jsou instalovány varný kotel RP 22, sporák VP 40, ohřívací stolička VP 13 a výdejní vana. Celkový instalovaný výkon je do 100 kW.

Pro vytápění podkrovní vestavby původního objektu je instalován závěsný kondenzační kotel Junkers ZWB-7-26A Cerasmart o instalovaném výkonu 21 kW při tepelném spádu 80/60°C. Navazující topný systém je osazen expanzomatem objemu 35 litrů. Kotel je řízen referenčním termostatem v reálném čase.

## 2.5 Parametry oblasti a objektů

Objekt se nachází v oblasti, která je charakterizována:

$\theta_e = -15^\circ\text{C}$  návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období,  
 $h = 325 \text{ m n.m.}$  nadmořská výška oblasti,  
normální zatížení větrem v krajině,  
2 teplotní oblast.

Objekt je charakterizován:

Objekt	konstrukční výška	zastavěná plocha	podlahová plocha	obestavěný objem
	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Tyršova 214, Žamberk	17,0	1 092	3 599,9	14 086,5

## 2.6 Stavební konstrukce

Komplex se skládá z původního objektu postaveného před rokem 1900, spojovací část a přístavba byly kolaudovány v r.1994. Původní objekt má 1.PP, 2.NP a podkrovní vestavbu, přístavba má 3.NP a podkrovní vestavbu.

### ▪ Původní část

Původní objekt je, vzhledem k období výstavby, postaven klasickým cihelným zdívem tl. 450-800 mm a vodorovné konstrukce tvoří cihelné klenby a záklopové konstrukce. Střecha je valbová s krytinou eternitovými šablonami. Vestavba je provedena sádkokartonem tl. 12,5 mm a tepelnou izolací minerální vlny tl. 200 mm. Podlahy na terénu jsou betonové. Výplně otvorů jsou dřevěné zdvojené (z r.1975) netěsněné, vstupy dřevěné a dřevěné s jedním sklem, střešní okna v podkrovní vestavbě jsou Velux s izolačním dvojsklem.

### ▪ Přístavba

Nová část je postavena železobetonovým prefabrikovaným skeletem s obvodovým keramickým pláštěm z panelů tl. 320 mm, přední část krčku je vyzděna plynosilikátem tl. 400mm. Střecha je sedlová s valbami a krytinou z eternitových šablon. Vestavba je realizována ve stropě s tepelnou izolací minerální vlnou tl. 100 mm a ve střeše s tl.izolace 120 mm. Podlahy na terénu jsou s tepelnou izolací PPS tl. 50 mm. Okna jsou dřevěná jednoduchá s izolačním dvojsklem, dřevěná zdvojená, na schodišti ocelová se dvěma skly. Střešní okna jsou Velux a původní jednoduchá dřevěná s izolačním dvojsklem (původní třetí sklo bylo odstraněno). Vstupy jsou ocelové se dvěma skly.

## 2.7 Vytápění a rozvody

Topné systémy připojené na jednotlivé zdroje jsou dimenzovány v tepelném spádu 90/70°C a 85/65°C. Radiátory jsou v původní části plechové článkové, v podkrovní vestavbě tvoří vytápění ocelová desková tělesa Radik. V přístavbě jsou použity litinové článkové radiátory Kalor. Topný systém byl v létě 2006 osazen termostatickými ventily a hlavicemi.

U zdroje v 1.PP původního objektu jsou rozvody provedeny nepravidelně pod stropem 1.PP a do jednotlivých stoupaček. Vychází z hlavního 3-cestného směšovače řízeného ekvitermním regulátorem Komex RVT 052, oběhové čerpadlo je řady Magna. Samostatné potrubí je již za kotli odbočeno pro topnou část vzduchotechniky kuchyně v 1.NP a ohřev teplé vody v boileru v kotelně.

Ve vestavbě staré části je proveden jeden topný okruh měděným potrubím nad podlahou. Radiátory jsou ocelové deskové se spodním připojením.

U přístavby začíná vytápění na hlavním rozdělovači/sběrači, kde jsou provedeny dva topné okruhy – okruh 1 je určen pro učebny a související prostory, okruh 2 pak pro ubytovací část. Ležaté rozvody jsou provedeny nad podlahou podkroví, pod stropem 1.NP, někde nad podlahami.

Všechny rozvody v areálu jsou převážně ocelové dvoutrubkové, nepravidelně vedené. Izolovány jsou minerální vlnou tl. 20-40 mm s vrchní úpravou a PE skořepinami tl. 15 mm. Protože jsou rozvody v objektu pouze distribuční, nebyla sestavena tabulka rozvodů.

## 2.8 Vzduchotechnika

V objektu je proveden jeden významnější vzduchotechnický systém – pro kuchyň ve staré části. Ostatní instalovaná zařízení jsou jen lokální odsávací ventilátory s nepravidelnou dobou provozu (např.vnitřní hygienická zařízení pokojů). Malá tělocvična v 1.NP přístavby má přirozené větrání okny v dosahu obsluhy.

Systém kuchyně je koncipován jako samostatný přívod s teplovodním ohřevem větracího vzduchu a jako samostatný odtah. Řízení přívodní části je regulátorem Jesy - Regu AD-TV, topný díl přívodní části má vlastní oběhové čerpadlo a 3-cestný směšovací uzel.

Přívodní část je instalována ve stropním podhledu místnosti vedle kuchyně, rozvod vzduchu je přes stěnu do kuchyně. Odtahová část je instalována v plechové skříni na stěně kuchyně. Podrobnější parametry k systému nebyly zjištěny.

## 2.9 Příprava teplé vody a rozvody

Teplá užitková voda je připravována lokálně elektrickými boilerly, dvě větší přípravy jsou umístěny ve vlastních zdrojích – v přístavbě je umístěn v kotelně nepřímo ohříváný boiler objemu 1.000 litrů, který zásobuje teplou vodou podkroví této přístavby, v původním objektu je rovněž umístěn nepřímo ohříváný boiler objemu 1.000 litrů, který zásobuje celý původní objekt (kuchyň i ostatní prostory). Teplota připravované vody je v úrovni 50-55°C.

V přístavbě je provedena neřízená cirkulace teplé vody čerpadlem UPS. Rozvod je v plastu a pozinkovaný, tepelné izolace tvoří PE (a PPS) skořepiny tl. 5 mm a minerální vlna tl. 20-30mm s vrchní úpravou, izolace boileru je realizována minerální vlnou tl. 60 mm s vrchní úpravou. Regulace ohřevu je ventilem Mertik s teplotní hlavici v ohřivači.

V původní části není ve většině objektu cirkulační potrubí provedeno a jsou zde rozvody původní pozinkované s tepelnou izolací minerální vlnou tl. 20-30 mm s vrchní úpravou a filcovou omotávkou ve stoupačkách. Pro podkrovní vestavbu je proveden rozvod vody v plastu PPR s tepelnou izolací PE skořepinami tl. 5-15 mm a je realizována i cirkulace neřízeným čerpadlem Wilo.

## 2.10 Energetické manažerství

Energetické manažerství probíhá v běžné míře a spočívá v sumarizaci fakturačních údajů a vlastních měsíčních odečtů fakturačních měřidel. Podrobnější vyhodnocování (např. ve vazbě na vývoj topného období) neprobíhá.

## 2.11 Energetické vstupy do předmětu EA

Hlavní podíl v nakupovaných energiích má nákup zemního plynu pro vytápění, přípravu teplé vody a vaření (88% v energetickém objemu a 68% v objemu finančním), elektrická energie tvoří přibližně 12% v objemu energií a 32% v objemu finančním.

Energetické vstupy do předmětu EA - průměr za roky 2004-2006:

Rok					2004-2006
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jedn.)	Přepočet na GJ	Roční náklad (Kč)
Nákup el.energie	MWh	85,737	3,6	309	239 130 Kč
Nákup tepla	GJ	0	1	0	0 Kč
Zemní plyn	tis.m <sup>3</sup>	61,989	34,05	2 111	500 424 Kč
Propan	t	0	0	0	- Kč
Propan-butan	t	0	0	0	- Kč
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0	0	0	- Kč
Jiné		0	0	0	- Kč
Celkem vstupy paliv a energie				2 420	739 554 Kč
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				2420	739 554 Kč

### 3. Zhodnocení výchozího stavu

#### 3.1 Roční energetická bilance stávajícího předmětu EA

Pro zhodnocení výchozího stavu byla sestavena průměrná roční energetická bilance segmentů spotřeby energie z roků 2004 až 2006. Náklady na energie jsou uváděny včetně DPH. Průměrná cena el.energie je 775,- Kč/GJ a zemního plynu 237,- Kč/GJ.

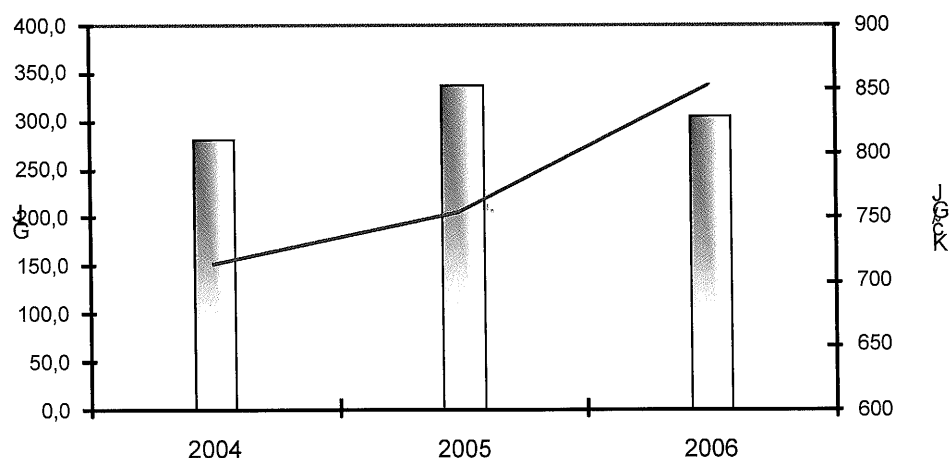
Rok	2004-2006	
Ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
Vstupy paliv a energie	2 420	739,6
Změna zásob paliv	-	-
Spotřeba paliv a energie	2 420	739,6
Prodej energie cizím	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2 420	739,6
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	250	59,3
Spotřeba energie na vytápění a TUV	1861	441,2
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	309	239,1

#### 3.2 Elektrická energie

Průměrná cena el. energie byla stanovena z faktur a zahrnuje platby za silovou energii a platby za jistič před elektroměrem a další doprovodné náklady. Konečná cena je závislá na poměru odběru el. energie a platu za velikost jističe před elektroměrem a také na poměru odběru ve vysokém a nízkém tarifu.

Obecně se cena elektřiny mění v závislosti na obchodních podmínkách dodavatele elektřiny a na regulaci cen podle cenových výměrů ERÚ. Meziroční vývoj jednotkové ceny pro objekt byl trvale stoupající o téměř 20%, objem spotřeby byl kolísavý také v rozmezí 20%. Vývoj spotřeby a ceny za odběr zachycuje následující graf.

ODBĚR ELEKTŘINY A PRŮMĚRNÁ CENA



Ve sledovaných letech tvořila spotřeba v nízkém tarifu 38-42% celkového odběru. Vzhledem k akumulacím spotřebičům je pro odběr správně zvolena dvoutarifní sazba. Také hodnota hlavního jističe je volena správně a odpovídá danému odběrovému profilu.

Rozvody jsou původní v soustavě TN-C, tedy dvouvodičové nebo čtyřvodičové se sdruženým ochranným a nulovacím vodičem, což již neodpovídá současným aktuálním standardům. Přenosová kapacita kabelových rozvodů je s dostatečnou rezervou a je umožněno selektivní jištění jednotlivých úseků kabelových rozvodů i vnitřní instalace.

Umělé osvětlení prostorů v domě je řešeno zejména zářivkovými svítidly s dobrou měrnou světelnou účinností. Podle provedených orientačních měření je průměrná úroveň osvětlenosti v učebnách 400-600 lx, v pokojích 130-330 lx, v kancelářích 300-550 lx, v tělocvičně 300-550 lx, v kuchyni 420-560 lx, na komunikačních prostorách 40-190 lx. Tyto úrovně vyhovují aktuálním požadavkům normy ČSN EN 12464-1. Osvětlení je možné ovládat po jednotlivých sekcích podle skutečného využití prostorů. Proto lze označit osvětlení objektu jako vyhovující.

Provozovatel má k dispozici revizní zprávy elektroinstalace a zjištěné závady se odstraňují.

### 3.3 Vlastní energetické zdroje

Základní technické ukazatele energetických zdrojů nebyly specifikovány do obvyklých tabulek, protože za jedním fakturačním měřením jsou provedeny reálně čtyři oblasti spotřeby a spotřebu do jednotlivých oblastí nelze relevantně samostatně stanovit. Zdroje jsou obecně v dobrém stavu. Účinnost se posuzuje podle vyhlášky č.150/2001 Sb., která stanoví minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie. Pro palivové kotle spalující zemní plyn jsou požadovány tyto minimální hodnoty:

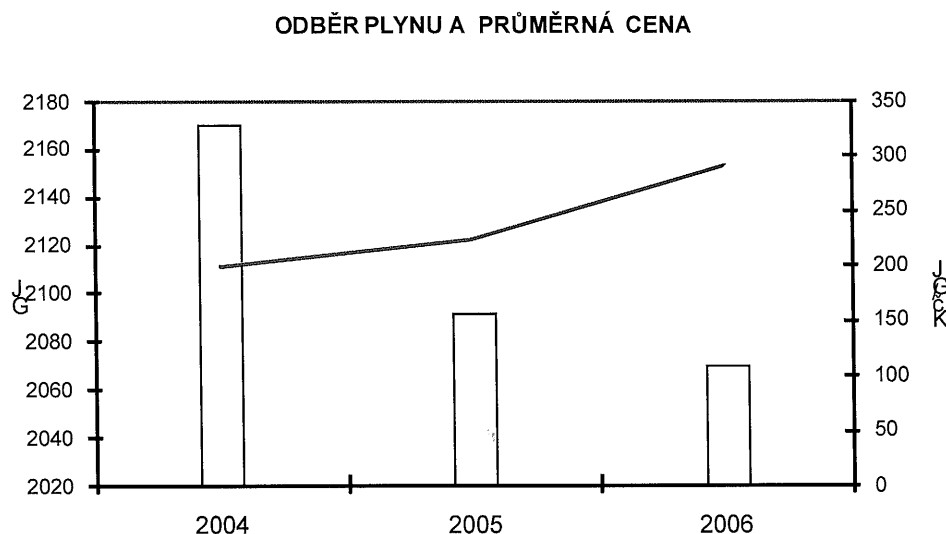
výkon kotle ve zdroji tepelné energie	min.účinnost při použití zemního plynu (%)
do 0,5 MW	85
0,51 - 3 MW	86
3,1 - 6 MW	87
6,1 - 20 MW	90
20,1 - 50 MW	92
nad 50 MW	93

Dosahovaná hodnota účinnosti kotlů kolem 90% je vyhovující a splňuje požadavky vyhlášky. Doporučujeme dořešit používání ekvitermních regulátorů Komex, minimálně je nahradit současným typem a zařízení používat. Také by bylo možné instalovat nový regulační systém celé kotelny (investice dle konkrétního řešení v úrovni 150-250 tis.Kč bez DPH/kotelnu). Tepelné izolace v prostoru zdroje ne vždy odpovídají aktuálním legislativním požadavkům.

### 3.4 Zemní plyn

Cena zemního plynu se obecně nejvýrazněji mění v závislosti na regulované ceně podle cenových výměrů ERÚ. Meziroční vývoj ceny a spotřeby je nejlépe charakterizován následujícím grafem.

Meziroční vývoj jednotkové ceny byl trvale vzestupný, celkově o 47%, objem spotřeby byl klesající o 5%. Hodnocení nákupu plynu bude provedeno až po stanovení energetické náročnosti stavby.



Z evidence provozovatele byl specifikován měsíční průběh spotřeby zemního plynu a jeho spotřeba rozdělena přibližně v těchto relacích:

- 57% pro vytápění
- 38% pro ohřev teplé vody
- 5% pro technologie (vaření),

které budou dále využity v jednotlivých hodnoceních auditu.

### 3.5 Objekty a jejich energetická náročnost

#### 3.5.1 Tepelně izolační vlastnosti

Stavba byla posouzena a hodnocena bilančně i operativně podle normy ČSN 73 0540/2007 - Tepelná ochrana budov, normy ČSN EN ISO 13790 - Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění, ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu, ČSN EN 13947 - Tepelné chování LOP - Výpočet součinitele prostupu tepla, a dalších normativů, vše v aktuálním znění a ve vztahu k Vyhlášce č.148/2007 o energetické náročnosti budov.

Společným cílem požadavků těchto předpisů je vyhodnotit stavbu jako celek a její hlavní konstrukce k vnějšmu prostředí podle aktuálně platných požadavků. Výsledkem hodnocení je zjištění rozdílů mezi požadavky a skutečností a klasifikace stavby. Jsou specifikovány základní požadavky na zlepšení současného stavu a výsledné parametry objektu.

Cílem všech těchto možných úprav je zlepšení ochrany tepla, jako jednoho z hlavních požadavků na stavby podle Vyhlášky č.137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu, a snížení energetické náročnosti.

Podle výsledku hodnocení jsou objekty zařazeny do klasifikačních tříd podle ČSN 73 0540-2/2007. Stavba je tak klasifikována:

- A velmi úsporná
- B úsporná
- C vyhovující
- D nevyhovující
- E ne hospodárná
- F velmi ne hospodárná
- G mimořádně ne hospodárná

Pro hodnocení konstrukcí a objektu jako celku byly použity výpočtové programy Teplo 2007, Energie 2007 a Ztráty 2007.

V areálu zatím neproběhly komplexní rekonstrukční a renovační zásahy a úpravy.

Hodnocení objektu je provedeno pro tyto okrajové podmínky:

$\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$	návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období,
$h = 325 \text{ m n.m}$	nadmořská výška oblasti,
2	teplotní oblast,
normální	zatížení větrem v krajině,
$d = 254 \text{ dnů}$	počet dnů vytápění v topném období,
$\theta_{em} = +3,5^{\circ}\text{C}$	průměrná roční teplota venkovního vzduchu,
$\theta_{ai} = 20^{\circ}\text{C}$	návrhová teplota vnitřního vzduchu.

Výpočet objektu byl proveden jako třízónový – pro původní objekt s převažující návrhovou teplotou vnitřního vzduchu  $20^{\circ}\text{C}$ , pro přístavbu a její prostory s převažující návrhovou teplotou vnitřního vzduchu  $20^{\circ}\text{C}$  a pro komunikační a další části přístavby s převažující návrhovou teplotou  $15^{\circ}\text{C}$ .

Výsledky provedených hodnocení u jednotlivých teplosměnných konstrukcí obálky budovy na její systémové hranici jsou pro přehlednost sestaveny v následující tabulce, a současně porovnány s aktuálními normovými požadavky v úrovni požadovaných a doporučených hodnot součinitele prostupu tepla, a je specifikována předběžná úroveň zateplení (izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti do  $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ ) pro dosažení těchto hodnot:

konstr.	popis	stávající U (W/m <sup>2</sup> K)	požadovaný U (W/m <sup>2</sup> K)	doporučený U (W/m <sup>2</sup> K)	zateplení pro požadované hodnoty mm	zateplení pro doporučené hodnoty mm
so	klas.cihelná 450	1,47	0,38	0,25	+ 100	+ 160
so	klas.cihelná 500	1,37	0,38	0,25	+ 100	+ 160
so	klas.cihelná 650	1,13	0,38	0,25	+ 100	+ 140
so	keram.panel 320	1,05	0,38	0,25	+ 80	+ 140
so	plynosilikát 400	0,55	0,38	0,25	+ 60	+ 100
so	vestavba miner.200	0,29	0,30	0,20	x	+ 60
so	vestavba ytong 250	0,38	0,38	0,25	x	+ 60
sch	vestavba 120 pps	0,40	0,24	0,16	+ 60	+ 160
sch	vestavba miner.200	0,28	0,24	0,16	+ 40	+ 140
str	vestavba miner.100	0,45	0,30	0,20	+ 60	+ 100
pdl	na terénu 50 pps	0,65	0,38/0,45	0,25/0,30	x	x
pdl	do suterénu	1,20	0,60	0,40	x	x
okna	dřevěná zdvoj/dvojit	2,40	1,70	1,20	x	x
okna	ocelová 2 skla	3,90	1,70	1,20	x	x
okna	střešní původní	3,00	1,50	1,10	x	x
okna	střešní nová	2,50	1,50	1,10	x	x
dveře	dřevěné, 1 sklo	4,00	1,70	1,20	x	x
dveře	dřevěné plné	2,30	1,70	1,20	x	x
dveře	ocelové 2 skla	4,00	1,70	1,20	x	x

Ze srovnání vyplývá, že rozhodující konstrukce k vnějšímu prostředí nesplňují aktuální požadavky normy ČSN 73 0540-2/2007.

Objekt je v aktuálním stavu klasifikován jako D-nevyhovující a nesplňuje současné požadavky. Všechny výsledky provedených hodnocení jsou opět pro přehlednost sestaveny v následující tabulce:

ozn.	popis	hodnota	jednotka
Fi,HL	tepelná ztráta objektu celkem	209 540	W
Fi,T	z toho tepelná ztráta objektu prostupem	153 934	W
Fi,V	tepelná ztráta objektu větráním	55 606	W
V	objem budovy stanovený z vnějších rozměrů	14 086,5	m <sup>3</sup>
Qh	potřeba tepla na vytápění (bez úč.systému)	1 179	GJ
Qh	potřeba tepla na vytápění (bez úč.systému)	327,4	MWh
Ev	měrná potřeba tepla na vytápění budovy podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832	23,2	kWh/m <sup>3</sup> .a
Ht	součet měrných tepelných ztrát prostupem	4 398,1	W/K
A	plocha obalových konstrukcí budovy	4 574,5	m <sup>2</sup>
Uem	průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	0,96	W/m <sup>2</sup> K
x	klasifikační třída	D nevyhovující	
CI	klasifikační ukazatel	1,3	
A/V	objemový faktor budovy A/V	0,32	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Uem,N,rq	požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy	0,76	W/m <sup>2</sup> K
Uem,N,rc	doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy	0,57	W/m <sup>2</sup> K
Uem,s	průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu	1,36	W/m <sup>2</sup> K

### 3.5.2 Energetická náročnost objektů a rozbor spotřeby tepla

Přehled nejdůležitějších výsledků předchozího hodnocení je uveden v následující tabulce:

objekt	tepelná ztráta kW	potřeba tepla na vytápění $Q_h$ GJ	měrná potřeba tepla na vytápění $E_v$ kWh/m <sup>3</sup> .a	$U_{em}$ W/m <sup>2</sup> K	klasifikace
Tyršova 214, Žamberk	210	1 179	23,2	0,96	D-nevyhovující

Roční výpočtová energetická náročnost objektu je 1179 GJ a výpočtová měrná energ.náročnost 0,328 GJ/m<sup>2</sup>.

Spotřeba tepla pro vytápění je ovlivněna několika parametry – průměrnou teplotou dosahovanou v interiéru, průměrnou teplotou venkovního vzduchu dosaženou za celé konkrétní topné období a samozřejmě počtem dnů vytápění. Počet denostupňů  $D_p$  ( $D^\circ$ ) je tedy dán vztahem

$$D_p = n \cdot (\theta_{ai,m} - \theta_{e,m}), \text{ kde}$$

$n$  - počet dnů s výskytem střední teploty venkovního vzduchu (počet dnů vytápění v topném období),

$\theta_{ai,m}$  - střední teplota vnitřního vzduchu ( $^\circ\text{C}$ ), průměrná vnitřní výpočtová teplota,

$\theta_{e,m}$  - střední teplota venkovního vzduchu ( $^\circ\text{C}$ ), průměrná teplota venkovního vzduchu ve dnech vytápění v topném období.

Podle vnitřní teploty ve vytápěném prostoru se obvykle používá počet denostupňů pro 20 $^\circ\text{C}$ , 19 $^\circ\text{C}$ , 18 $^\circ\text{C}$  a 16 $^\circ\text{C}$ .

Meziroční změny těchto údajů jsou obvykle plošné na celém území republiky, v konkrétním období jsou ale samozřejmě v různých lokalitách do určité míry odlišné. V posledních několika letech byl vývoj náročnosti pro vytápění následující:

období/rok	vývoj počtu denostupňů $D_{20}$	odchylka od dlouhodobého průměru (%)
2000	2920	-17
2001	3380	-4
2002	3220	-9
2003	3280	-7,5
2004	3260	-8
2005	3280	-7,5
2006	3180	-10

Další tabulka srovnává výpočtové předpoklady energetické náročnosti objektu, korigované na skutečný vývoj topného období, s reálnou spotřebou tepla pro vytápění v jednotlivých sledovaných letech:

období/rok	předpoklad spotřeby tepla (GJ)	skutečná spotřeba tepla (GJ)	odchylka (%)
2004	1085	1058	- 2
2005	1091	1019	- 6
2006	1061	1009	- 5

Ve vztahu skutečné energetické náročnosti ke skutečnému vývoji topného období odpovídala spotřeba výpočtovým předpokladům, resp. byla mírně nižší (v závislosti na odhadu spotřeby do jednotlivých oblastí spotřeby).

Pro vytápění budov bytových, společných prostor bytových budov a nebytových prostor jsou stanoveny ve vyhlášce č.194/2007 Sb. měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění, vztahené na 1 m<sup>2</sup> plochy nebytových prostor, započitatelné podlahové plochy bytů a společných prostor bytových budov. Porovnání skutečně dosažených výsledků s těmito limitními hodnotami vyhodnotí provoz energetického hospodářství a stav objektů a zařízení. Měrné ukazatele jsou dány při průměrné výšce stropu místnosti 2,7 m a při vytápění ze zdroje tepla s násypnými kotli na tuhá paliva jsou 0,6 GJ/m<sup>2</sup> za otopné období nebo 0,175 MJ/m<sup>2</sup>D°, při vytápění z ostatních zdrojů tepla jsou 0,47 GJ/m<sup>2</sup> nebo 0,138 MJ/m<sup>2</sup>D°. Pro jinou průměrnou výšku místnosti se hodnoty přepočtou poměrem.

Pro nebytové budovy se stanovují měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění (a přípravu teplé vody) podle Přílohy č.3 vyhlášky č.194/2007 Sb. Pro daný objekt bylo provedeno hodnocení jednotlivých roků:

Rok	2004	2005	2006
Měrný ukazatel spotřeby GJ/m <sup>2</sup>	0,393	0,393	0,393
Skutečnost GJ/m <sup>2</sup>	0,294	0,283	0,280

Ve sledovaném období bylo průměrně spotřebováno pro vytápění objektu 1.029 GJ a tomu odpovídá průměrná měrná energetická náročnost ve výši 0,286 GJ/m<sup>2</sup> plochy. Při srovnání s vyhláškou č.194/2007 Sb. nedochází k překročení limitních hodnot.

### 3.6 Vytápění a rozvody

Způsoby řízení dodávky tepelné energie, požadavky na tepelné izolace a další parametry vytápění (a přípravu teplé užitkové vody a chladu) upravují vyhlášky č.193/2007 Sb. a č.194/2007 Sb.

Cílem nových realizací i úprav stávajících systémů podle těchto požadavků je optimalizace jejich provozu a snižování energetických ztrát.

V oblasti regulace a řízení dodávky tepelné energie se jedná zejména o správné dimenzování oběhových čerpadel a využívání typů s plynulou nebo třístupňovou regulací otáček, automatickou regulaci parametrů teplotnosné látky ve zdroji a ve spotřebiči a také s ohledem na situování budovy ke světovým stranám, lokální regulaci umožňující zohlednění místních tepelných zisků a aktuální využití prostorů, a v neposlední řadě o optimalizaci průtoků (které se prokazuje měřením) a bezhlučnosti soustav. Opatření se aplikují vždy s ohledem na maximalizaci dosažitelných úspor energie. Všechna tato opatření lze dnes považovat za standard, který navíc patří obecně k energeticky i ekonomicky velmi efektivním opatřením. Pozn.: Provádění zateplování se váže zpětně na topné systémy – po provedení zateplení objektu musí být upraveny parametry topné soustavy.

V oblasti tepelných izolací je kladen důraz na komplexnost, kdy se izoluje potrubí i armatury, a volbu správné tloušťky izolace – zde se provádí optimalizační výpočet. Mimo optimální tloušťku tepelné izolace je potřebné dbát také na správné provedení (montáž, spojování apod.). Je zde rovněž předepsán požadavek na tepelné izolace boilerů, akumulčních a jiných zásobníků.

Topné systémy odpovídají době vzniku. Radiátory mají od r. 2006 osazeny termostatické ventily a hlavice. Zdroje provádí regulaci parametrů teplotnosné látky centrálně nebo na jednotlivých okruzích (i když se aktuálně nepoužívají). Zónovou regulaci nelze, vzhledem k zapojení okruhů, aplikovat. Vhodně jsou v přístavbě rozděleny okruhy pro školní a bytovací část.

Oběhová čerpadla vytápění jsou původní (NTV) a po výměně také elektronicky řízená. Původní čerpadla nesplňují legislativní požadavky a bude nezbytné je nahradit. Je řešena regulace diferenčního tlaku.

Topné systémy tak převážně plní současné legislativní standardy. Rezervy se také vyskytují v tepelných izolacích rozvodů.

### 3.7 Vzduchotechnika

Vzduchotechnické systémy a zařízení (příp. i klimatizační) slouží pro vytváření odpovídajícího prostředí např. v prostorách s vývinem škodlivin, nadměrnou vlhkostí nebo tepelnou zátěží. Dosahovaná výměna vzduchu je také závislá např. na počtu osob v prostoru, druhu vykonávané činnosti a dalších faktorech. Legislativně tuto problematiku řeší několik vyhlášek, norem a nařízení vlády.

Využití přirozeného větrání není dnes efektivním způsobem výměny vzduchu, neboť záleží na aktuálním stavu vnějších podmínek (směr a síla větru, teplotní rozdíl, tlak). V praxi se toto řešení potýká s velkou nerovnoměrností v množství odváděného vzduchu z jednotlivých míst. V rámci regenerace se přednostně tyto původní systémy nahrazují individuálními podtlakovými odtahy v jednotlivých místech. Aplikovat lze také ventilační turbíny místo střešních odtahových ventilátorů - kvalitativně se však nejedná o řešení srovnatelné s individuálními odtahovými ventilátory.

Také je třeba upozornit na nutnost dostatečného větrání i po instalaci výrazně těsnějších oken, resp. je potřebné vytvořit nové možnosti přívodu vzduchu nebo dodržovat režim větrání na straně provozních pracovníků.

V objektu je proveden jeden významnější vzduchotechnický systém – pro kuchyň v původním objektu. Je koncipován jako samostatný přívod s teplovodním ohřevem větracího vzduchu a jako samostatný odtah. Neobsahuje tedy rekuperaci jako nutný nástroj pro snižování energetické náročnosti. Zařízení je původní a bude výhledově vyžadovat rekonstrukci. Umístění přívodní jednotky v mezistropu neumožňuje okamžitou vizuální kontrolu a bezproblémové zásahy.

Ostatní instalovaná zařízení v objektech jsou lokální odsávací ventilátory s nepravdělnou dobou provozu a nejsou k nim připomínky.

### 3.8 Příprava teplé vody a rozvody

V oblasti přípravy a užití teplé užitkové vody platí obdobné požadavky jako na vytápění. Podle vyhlášek č.193/2007 Sb. a č.194/2007 Sb. je limitována energetická náročnost pro její přípravu a shodně jsou aplikovány požadavky na tepelné izolace rozvodů a zásobníků.

Limitní hodnoty měrné spotřeby energie pro přípravu se stanovují odlišně pro přípravu vody v zásobované budově a mimo ní. Limitní hodnoty pro přípravu v budově jsou  $0,17 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$  nebo  $0,3 \text{ GJ/m}^3$ , pro přípravu mimo budovu jsou pak mírně vyšší a jsou  $0,21 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$  nebo  $0,35 \text{ GJ/m}^3$  teplé vody. Dále jsou stanoveny obecné nepřekročitelné limity, které jsou proti předchozím vyšší o 50%. Pro přípravu v budově to je tedy  $0,255 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$  nebo  $0,45 \text{ GJ/m}^3$ , pro přípravu mimo budovu pak  $0,315 \text{ GJ/m}^2\text{rok}$  nebo  $0,525 \text{ GJ/m}^3$  teplé vody.

Pro nebytové budovy se stanovují měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro přípravu teplé vody (a vytápění) podle Přílohy č.3 vyhlášky č.194/2007 Sb.

Teplá užitková voda je připravována lokálně elektrickými boilerly, dvě větší přípravy jsou umístěny ve vlastních zdrojích. Teplota připravované vody je zde v úrovni  $50-55^\circ\text{C}$ . V přístavbě je provedena časově neřízená cirkulace teplé vody čerpadlem UPS, v původním objektu je pro podkroví provedena rovněž časově neřízená cirkulace. V ostatních částech původního objektu cirkulace není, což může zvyšovat spotřebu vody.

Regulace ohřevu boileru je v přístavbě původním ventilem Mertik s teplotní hlavici v ohřivači, který nemusí již zcela splňovat dnešní regulační požadavky. K přípravě teplé vody nejsou jinak významnější připomínky, opět s výjimkou tepelných izolací, které svými parametry a provedením nesplňují všechny současné požadavky.

Jednotlivé vstupy pro vyhodnocení měrné náročnosti se podrobněji nesledují (objem ohřáté vody, teplo pro ohřev) a proto nebylo posouzení měrných ukazatelů provedeno.

### 3.9 Využití obnovitelných zdrojů energie

Obnovitelné zdroje jsou v principu zdroje, které se neustále a autonomně obnovují přírodními procesy. Do této skupiny řadíme energii sluneční, geotermální, větrnou, vodní a energii biomasy a bioplynu. Nejvíce rozšířené je využívání sluneční energie (kolektory a fotovoltaické panely), geotermální energie (tepelná čerpadla) a biomasy (kotle na biomasu).

Při zpracování energetického auditu bylo provedeno posouzení využití obnovitelných zdrojů a návrh opatření je uveden, včetně ekonomického vyhodnocení, v návrhové části. Jako relevantní bylo uvažováno s instalací solárních kolektorů, které by zajistili podporu centrálních příprav teplé vody v obou vlastních zdrojích. Tím by došlo k úspoře zemního plynu pro její ohřev.

### 3.10 Financování metodou EPC

Protože se energetický audit zpracovává pro příspěvkovou organizaci, hledal se dílčí soubor technických a organizačních opatření ke snížení spotřeby energie, jejichž realizaci lze uhradit z uspořené náklady za nespotřebovaná paliva a energii, za období nepřekračující polovinu stanovené odpisové doby příslušného hmotného majetku, zejména energetického hospodářství a budov. I přes některé zjištěné problematické okruhy nenašel audit žádná opatření, která by plnila uvedené požadavky a byla financovatelná metodou EPC.

#### **4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie**

Při zpracování energetického auditu byly uvažovány všechny oblasti úspor – ve stavbách, technických zařízeních i energetickém manažerství. Byly specifikovány některé problémové okruhy a některé z nich budou posouzeny v návrhové části. Ostatní ne vždy přinášejí významný nebo jednoznačně vyčíslitelný přímý energetický nebo ekonomický efekt, nebo se jedná o opatření renovační bez očekávané návratnosti. Proto není u těchto opatření kalkulován jejich ekonomický ani environmentální přínos a jsou nyní uvedena jako výčet a doporučujeme je zadavateli auditu k průběžnému řešení.

V oblasti staveb, větrání, vytápění a ohřevu vody obecně:

- průběžně zlepšovat tepelné izolace rozvodů vytápění a teplé vody,
- soustředit se na správné nastavení regulátorů Komex ve zdrojích a jejich funkčnost,
- provést časové řízení existujících cirkulačních čerpadel teplé vody,
- doplnit vodoměry studené vody pro ohřev teplé vody u obou boilerů objemu 1.000 litrů a zavést jejich sledování do systému energetického manažerství,
- nahradit regulátor mertik odpovídajícím regulačním systémem,
- připravovat rekonstrukci větrání hlavní kuchyně s využitím rekuperace.

Protože je tento audit určen jako součást žádosti v Operačním programu Životní prostředí v oblasti realizace úspor energie, bude jedna z posuzovaných variant sestavena z projektovaných opatření tak, jak je v OP ŽP vyžadováno.

Dále jsou stanovena, v návaznosti na zjištěnou výši dosažitelných energetických úspor, konkrétní opatření vedoucí k jejich využití.

- Opatření č.1 – Zateplení stropu do půdy v nové části na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Parametry zateplení budou voleny v souladu s vyhodnocením v předchozích částech. Bude provedeno zateplení izolačním (λ=0,040W/mK) v tl. 100 mm (na celkem 200 mm).

Základní údaje pro ekonomické hodnocení v rámci energetického auditu:

Investiční náklad (tis.Kč)	160	Životnost opatření (roky)	40
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	5	Energetická úspora (GJ/rok)	20
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	32,0

Investice je uvedena v souladu s vyhláškou č.425/2004 Sb., kde je vyžadováno ekonomické hodnocení bez zahrnutí nákladů na opatření k odstranění zanedbané údržby. Investiční náklad obsahuje DPH 19%.

- Opatření č.2 – Zateplení obvodového pláště nové části na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Parametry zateplení budou voleny v souladu s vyhodnocením v předchozích částech. Bude provedeno zateplení kontaktním systémem s izolačním (λ=0,040W/mK) v tl. 200 mm.

Základní údaje pro ekonomické hodnocení v rámci energetického auditu:

Investiční náklad (tis.Kč)	1300	Životnost opatření (roky)	40
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	36	Energetická úspora (GJ/rok)	150
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	36,2

Investice je uvedena v souladu s vyhláškou č.425/2004 Sb., kde je vyžadováno ekonomické hodnocení bez zahrnutí nákladů na opatření k odstranění zanedbané údržby.  
Investiční náklad obsahuje DPH 19%.

- Opatření č.3 – Výměna všech výplní otvorů (stará i nová část) na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Parametry výplní budou voleny v souladu s vyhodnocením v předchozích částech. Nové instalované výplně (okna) budou plastové s izolačním trojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Nové instalované výplně (střešní okna) budou s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Nové instalované výplně (dveře) budou plastové s izolačním dvojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Nové instalované výplně (dveře – hlavní vstup do objektu) budou hliníkové s izolačním dvojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Základní údaje pro ekonomické hodnocení v rámci energetického auditu:

Investiční náklad (tis.Kč)	1700	Životnost opatření (roky)	40
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	43	Energetická úspora (GJ/rok)	180
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	39,6

Investice je uvedena v souladu s vyhláškou č.425/2004 Sb., kde je vyžadováno ekonomické hodnocení bez zahrnutí nákladů na opatření k odstranění zanedbané údržby.  
Investiční náklad obsahuje DPH 19%.

- Opatření č.4 – Změna nastavení regulační techniky podle legislativních standardů

Opatření předpokládá, v návaznosti na zateplení objektu a výměnu výplní otvorů, změnu nastavení topné soustavy v oblasti průtokového přednastavení systému. Součástí opatření je zpracování projektové dokumentace.

Základní údaje pro ekonomické hodnocení v rámci energetického auditu:

Investiční náklad (tis.Kč)	20	Životnost opatření (roky)	40
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	5	Energetická úspora (GJ/rok)	20
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	4,0

Investice je uvedena v souladu s vyhláškou č.425/2004 Sb., kde je vyžadováno ekonomické hodnocení bez zahrnutí nákladů na opatření k odstranění zanedbané údržby.  
Investiční náklad obsahuje DPH 19%.

▪ Opatření č.5 – Instalace solárního systému

Opatření navrhuje instalaci solárního systému pro podporu centrální přípravy teplé vody v jednom z míst přípravy. Bude instalován kombinovaný smaltovaný boiler, s měděnou solární vložkou, předpokládaného objemu 800 litrů. Kolektorové pole je uvažováno z plochých kolektorů umístěných na střeše s aktivní plochou cca 16m<sup>2</sup>. Rozvody měděné, izolace minerálními a kaučukovými skořepinami.

Základní údaje pro ekonomické hodnocení v rámci energetického auditu:

Investiční náklad (tis.Kč)	300	Životnost opatření (roky)	30
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	10	Energetická úspora (GJ/rok)	40
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	2	Prostá návratnost (roky)	37,5

Investice je uvedena v souladu s vyhláškou č.425/2004 Sb., kde je vyžadováno ekonomické hodnocení bez zahrnutí nákladů na opatření k odstranění zanedbané údržby. Investiční náklad obsahuje DPH 19%.

Zjištěná konkrétní opatření jsou uspořádána do dvou variant pro komplexní vyhodnocení.

#### 4.1 Varianta 1.

Varianta obsahuje tato navržená opatření:

- Opatření č.1 – Zateplení stropu
- Opatření č.2 – Zateplení obvodového pláště
- Opatření č.3 – Výměna výplní otvorů
- Opatření č.4 – Změna nastavení regulační techniky

##### 4.1.1 Upravená energetická bilance

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)
Vstupy paliv a energie	2 420	739,6	2 050	650,6
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie	2 420	739,6	2 050	650,6
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2 420	739,6	2 050	650,6
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	250	59,3	180	42,6
Spotřeba energie na vytápění a TUV	1861	441,2	1561	368,9
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	309	239,1	309	239,1

Realizací úsporných opatření podle Varianty I. dochází ke snížení energetické náročnosti o 370 GJ a úspoře nákladů 89.000,- Kč.

Pro přehlednost jsou výše uvedená opatření č.1, 2, 3, 4, tedy projektové řešení, a výstupy hodnocení specifikovány následujícími tabulkách.

V první je uvedena konstrukce, tloušťka zateplení, původní a dosažený součinitel prostupu tepla a pro srovnání také jeho požadované a doporučené hodnoty.

konstr.	popis	stávající U (W/m2K)	realizované zateplení mm	dosažený U (W/m2K)	požadovaný U (W/m2K)	doporučený U (W/m2K)
so	klas.cihelná 450	1,47	x	1,47	0,38	0,25
so	klas.cihelná 500	1,37	x	1,37	0,38	0,25
so	klas.cihelná 650	1,13	x	1,13	0,38	0,25
so	keram.panel 320	1,05	+ 200	0,19	0,38	0,25
so	plynosilikát 400	0,55	+ 200	0,16	0,38	0,25
so	vestavba miner.200	0,29	x	0,29	0,30	0,20
so	vestavba ytong 250	0,38	x	0,38	0,38	0,25
sch	vestavba 120 pps	0,40	x	0,40	0,24	0,16
sch	vestavba miner.200	0,28	x	0,28	0,24	0,16
str	vestavba miner.100	0,45	+ 100	0,20	0,30	0,20
pdl	na terénu 50 pps	0,65	x	0,65	0,38/0,45	0,25/0,30
pdl	do suterénu	1,20	x	1,20	0,60	0,40
okna	dřevěná zdvoj/dvojit	2,40	x	1,00	1,70	1,20
okna	ocelová 2 skla	3,90	x	1,00	1,70	1,20
okna	střešní původní	3,00	x	1,50	1,50	1,10
okna	střešní nová	2,50	x	2,50	1,50	1,10
dveře	dřevěné, 1 sklo	4,00	x	2,00	1,70	1,20
dveře	dřevěné plné	2,30	x	2,00	1,70	1,20
dveře	ocelové 2 skla	4,00	x	2,80	1,70	1,20

Ve druhé tabulce je uvedeno hodnocení objektu po souboru realizovaných opatření. Vyplývá z ní tepelná ztráta budovy, její energetická náročnost, průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy ve srovnání s požadovanou a doporučenou hodnotou a další údaje.

ozn.	popis	hodnota	jednotka
Fi,HL	tepelná ztráta objektu celkem	137 245	W
Fi,T	z toho tepelná ztráta objektu prostupem	81 638	W
Fi,V	tepelná ztráta objektu větráním	55 607	W
V	objem budovy stanovený z vnějších rozměrů	14 086,5	m3
Qh	potřeba tepla na vytápění (bez úč.systému)	782	GJ
Qh	potřeba tepla na vytápění (bez úč.systému)	217,3	MWh
Ev	měrná potřeba tepla na vytápění budovy podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832	15,4	kWh/m3.a
Ht	součet měrných tepelných ztrát prostupem	2 332,5	W/K
A	plocha obalových konstrukcí budovy	4 574,5	m2
Uem	průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	0,51	W/m2K
x	klasifikační třída	C1 vyhovující doporučené	
CI	klasifikační ukazatel	0,7	
A/V	objemový faktor budovy A/V	0,32	m2/m3
Uem,N,rq	požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy	0,76	W/m2K
Uem,N,rc	doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy	0,57	W/m2K
Uem,s	průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu	1,36	W/m2K

V další tabulce je pro přehlednost uvedeno srovnání objektu po realizovaném souboru opatření (srovnává se proti obdobné tabulce v předchozích částech auditu).

objekt	tepelná ztráta kW	potřeba tepla na vytápění Q <sub>h</sub> GJ	měrná potřeba tepla na vytápění E <sub>v</sub> kWh/m <sup>3</sup> .a	U <sub>em</sub> W/m <sup>2</sup> K	klasifikace
Tyršova 214, Žamberk	137	782	15,4	0,51	C1 - vyhovující doporuč.

## 4.2. Varianta 2

Varianta obsahuje tato navržená opatření:

- Opatření č.1 – Zateplení stropu
- Opatření č.2 – Zateplení obvodového pláště
- Opatření č.3 – Výměna výplní otvorů
- Opatření č.4 – Změna nastavení regulační techniky
- Opatření č.5 – Instalace solárního systému

### 4.2.1 Upravená energetická bilance

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)
Vstupy paliv a energie	2 420	739,6	2 010	642,6
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie	2 420	739,6	2 010	642,6
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2 420	739,6	2 010	642,6
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	250	59,3	180	42,6
Spotřeba energie na vytápění a TUV	1861	441,2	1521	360,9
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	309	239,1	309	239,1

Realizací úsporných opatření podle Varianty II. dochází ke snížení energetické náročnosti o 410 GJ a úspoře nákladů 97.000,- Kč.

## 5. Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické hodnocení je provedeno v souladu s vyhláškou č.213/2001 Sb. ve znění vyhlášky č.425/2004 Sb. Hodnotí se prostá doba návratnosti investice, reálná doba návratnosti při uvažování diskontní sazby, čistá současná hodnota NPV a vnitřní výnosové procento IRR, vše ve stálých cenách. Doba sledování projektu je 40 roků a uvažovaná diskontní sazba je 3%. Ceny energií jsou uvedeny v předchozích částech auditu. Ekonomické hodnocení investice bylo provedeno v prostředí sw programu Comfar III Business Planner.

Investice do úsporných opatření je předpokládána z vlastních prostředků, bez využití cizího kapitálu. Možná dotace není v ekonomickém hodnocení uvažována (v souladu s vyhláškou č.213/2001 Sb. v platném znění). Při jiném financování se doby návratnosti jednotlivých opatření a celých variant odpovídajícím způsobem změní.

Realizace úsporných opatření proběhne v roce 2008. Hlavní výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách pro obě srovnávané varianty.

#### Přehled vstupních údajů Varianty 1.

opatř. číslo	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory				
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
		tis.Kč	GJ/rok	tis.Kč/rok			
1	zateplení stropu	160	20	0	5	0	5
2	zatepl.obvod.pláště	1300	150	0	36	0	36
3	výměna výplní otvorů	1700	180	0	43	0	43
4	změna nastav.MaR	20	20	0	5	0	5
	<b>celkem Var.1</b>	<b>3180</b>	<b>370</b>	<b>0</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>89</b>

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení Varianty 1

Údaje	tis. Kč ost. jednotky
Investiční výdaje projektu (počáteční výdaje na realizaci navržených opatření)	3180
Změna nákladů na energii ( - snížení, + zvýšení )	- 89,0
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	x
- změna osobních nákladů ( mzdy, pojistné,... ) ( -/+ )	0
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojistné.)	0
- změna nákladů na emise resp. odpady ( -/+ )	0
Změna tržeb ( za teplo, elektřinu, využití odpady ( - snížení, + zvýšení )	0
Přínosy projektu celkem	89,0
Doba hodnocení ( roků )	40
Diskont ( % )	3
Prostá doba návratnosti $T_s$ ( roků )	35,8
Reálná doba návratnosti $T_{sd}$ ( roků )	nedosažena
Čistá současná hodnota NPV	-1122,79
Vnitřní výnosové procento IRR ( % )	0,56
Daň z příjmu ( % )	22
Úspora energie ( GJ )	370

## Přehled vstupních údajů Varianty 2.

opatř. číslo	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory				
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
		tis.Kč	GJ/rok	tis.Kč/rok			
1	zateplení stropu	160	20	0	5	0	5
2	zatepl.obvod.pláště	1300	150	0	36	0	36
3	výměna výplní otvorů	1700	180	0	43	0	43
4	změna nastav.MaR	20	20	0	5	0	5
5	solární systém	300	40	0	10	-2	8
	<b>celkem Var.2</b>	<b>3480</b>	<b>410</b>	<b>0</b>	<b>99</b>	<b>-2</b>	<b>97</b>

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení Varianty 2

Údaje	tis. Kč ost. jednotky
Investiční výdaje projektu (počáteční výdaje na realizaci navržených opatření )	3480
Změna nákladů na energii ( - snížení, + zvýšení )	- 99,0
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	x
- změna osobních nákladů ( mzdy, pojistné,...) ( -/+ )	0
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojistné.)	2
- změna nákladů na emise resp. odpady ( -/+ )	0
Změna tržeb ( za teplo, elektřinu, využití odpady ( - snížení, + zvýšení )	0
Přínosy projektu celkem	97
Doba hodnocení ( roků )	40
Diskont ( % )	3
Prostá doba návratnosti $T_s$ ( roků )	35,9
Reálná doba návratnosti $T_{sd}$ ( roků )	nedosažena
Čistá současná hodnota NPV	-1284,10
Vnitřní výnosové procento IRR ( % )	0,44
Daň z příjmu ( % )	22
Úspora energie ( GJ )	410

Obě navržené varianty jsou z ekonomického hlediska poměrně srovnatelné a vzájemně blízké. Žádná z variant není z jen čistě ekonomického pohledu zajímavá. K realizaci lze doporučit Variantu 1., která upřednostňuje komplexní zateplení objektů pro konečné snížení energetické náročnosti.

Projekt navrhovaných opatření nemá výrazná rizika. Efektivnost může být ovlivněna cenami energií a dále změnami předpokládaných vstupních makroekonomických ukazatelů, pro něž jsou závěry energetického auditu platné.

Pozn.: V investičních nákladech opatření ve stavbě nejsou obsaženy další realizační náklady, které se váží k údržbě domu. Celkový realizační rozpočet proto nemusí být ve shodě s uváděnými investičními náklady jednotlivých opatření.

## 6. Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí

Z hlediska ochrany životního prostředí bylo provedeno vyhodnocení produkce emisí za současného stavu a po možné realizaci úsporných opatření podle jednotlivých variant.

Hlavními znečišťujícími látkami v ovzduší, které byly hodnoceny, jsou oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), oxid uhelnatý (CO), tuhé látky (TL), oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>, tedy oxid dusnatý – NO a oxid dusičitý – NO<sub>2</sub>), oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>), další sloučeniny síry a uhlovodíky (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). Tyto polutanty jsou obecně sledovány pro jejich nepříznivé účinky na kompletní ekosystém a probíhá jejich pravidelný monitoring, jehož výstupy pak slouží ke stanovení kvality ovzduší a ke kvantifikaci jeho znečištění.

Specifikace zátěže životního prostředí současného stavu a snížení této zátěže úspornými opatřeními je následující:

Varianta I.

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	
Tuhé látky	0,0012	0,0010	-	0,0002
SO <sub>2</sub>	0,0009	0,0007	-	0,0002
NO <sub>x</sub>	0,0991	0,0817	-	0,0174
CO	0,0198	0,0163	-	0,0035
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,0040	0,0033	-	0,0007
CO <sub>2</sub>	117,2787	96,7230	-	20,5557

Varianta II.

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	
Tuhé látky	0,0012	0,0010	-	0,0002
SO <sub>2</sub>	0,0009	0,0007	-	0,0002
NO <sub>x</sub>	0,0991	0,0798	-	0,0192
CO	0,0198	0,0160	-	0,0038
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,0040	0,0032	-	0,0008
CO <sub>2</sub>	117,2787	94,5008	-	22,7780

Varianta II. přináší vyšší snížení emisní zátěže díky vyšší úspoře energie.

## **7. Výstupy energetického auditu**

### **7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství**

Obecně lze energetiku posuzovaného objektu hodnotit jako obvyklou u tohoto typu a stáří domu, tedy problematickou. Z provedených rozborů vyplývá, že v objektu je potenciál energetických úspor (celkově dosažitelných), který leží zejména v oblasti zateplení stavebních konstrukcí.

Nákup elektrické energie je ve vhodné tarifní sazbě a také hodnota hlavního jističe před elektroměrem je zvolena optimálně. Hlavní kabelové rozvody jsou provedeny pro existující spotřebiče s dostatečnou rezervou a nedochází zde k překročení povolených úbytků napětí. Elektroinstalace je v objektu původní v soustavě TN-C. Přenosová kapacita rozvodů má dostatečnou rezervu a je umožněno selektivní jištění.

Hodnocení osvětlení bylo provedeno v souladu s technickými normami pro sdružené a umělé osvětlení a s hygienickými požadavky. Umělé osvětlení je zejména zářivkové. Podle provedeného orientačního měření je dosahovaná úroveň osvětlenosti vyhovující a osvětlení lze ovládat podle skutečného využití prostorů.

Stavba obecně je v technickém stavu, který odpovídá době výstavby. Použité konstrukce vyhovovaly požadavkům na tepelně izolační vlastnosti platným v době výstavby, dnes je potřebné jejich zateplení. Ale vzhledem k provedení půdních vestaveb s poměrně dobrými tepelně izolačními vlastnostmi a kompaktnímu tvaru objektu stavba jako celek sice nesplňuje současné požadavky na měrnou tepelnou náročnost, ale je klasifikována jen jako D-nevyhovující.

Ve vztahu skutečné energetické náročnosti ke skutečnému vývoji topného období odpovídala spotřeba energie výpočtovým předpokladům, resp. byla mírně nižší. Ve sledovaném období bylo průměrně spotřebováno pro vytápění 1029 GJ a tomu odpovídá průměrná měrná energetická náročnost ve výši 0,286 GJ/m<sup>2</sup> plochy. Při srovnání s vyhláškou č.194/2007 Sb. nedochází k překročení limitních hodnot.

Topné systémy odpovídají době vzniku. Radiátory mají od r. 2006 osazeny termostatické ventily a hlavice. Zdroje provádí regulaci parametrů teplosné látky centrálně nebo na jednotlivých okruzích. Zónovou regulaci nelze, vzhledem k zapojení okruhů, aplikovat. Vhodně jsou v přístavbě rozděleny okruhy pro školní a ubytovací část. Oběhová čerpadla vytápění jsou původní (NTV) a po výměně také elektronicky řízená. Původní čerpadla nesplňují legislativní požadavky a bude nezbytné je nahradit. Je řešena regulace diferenčního tlaku. Topné systémy tak převážně plní současné legislativní standardy. Rezervy se také vyskytují v tepelných izolacích rozvodů.

Teplá užitková voda je připravována lokálně elektrickými boilerly, dvě větší přípravy jsou umístěny ve vlastních zdrojích. Teplota připravované vody je zde v úrovni 50-55°C. V přístavbě je provedena cirkulace teplé vody čerpadlem UPS, v původním objektu je pro podkroví provedena cirkulace rovněž. V ostatních částech původního objektu cirkulace není. Regulace ohřevu boileru je v přístavbě původním ventilem Mertik s teplotní hlavici v ohřivači, který nemusí již zcela splňovat dnešní regulační požadavky. K přípravě teplé vody nejsou jinak významnější připomínky, opět s výjimkou tepelných izolací, které svými parametry a provedením nesplňují všechny současné požadavky. Jednotlivé vstupy pro vyhodnocení měrné náročnosti se podrobněji nesledují (objem ohřáté vody, teplo pro ohřev) a proto nebylo posouzení měrných ukazatelů provedeno.

V objektu je proveden jeden významnější vzduchotechnický systém – pro kuchyň v původním objektu. Je koncipován jako samostatný přívod s teplovodním ohřevem větracího vzduchu a jako samostatný odťah. Neobsahuje tedy rekuperaci jako nutný nástroj pro snižování energetické náročnosti. Zařízení je původní a bude výhledově vyžadovat rekonstrukci. Ostatní instalovaná zařízení v objektech jsou lokální odsávací ventilátory s nepravidelnou dobou provozu a nejsou k nim připomínky.

Větrání v objektu je převážně přirozené. Také upozorňujeme na nutnost dostatečného větrání i po instalaci výrazně těsnějších oken.

## 7.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor

V předmětu energetického auditu byl nalezen celkový potenciál energetických úspor (celkově dosažitelných) ve výši 410 GJ, přičemž dominantní podíl 350 GJ má energetická náročnost stavby, následují technická zařízení s objemem 20 GJ a ostatní objem potenciálu je z oblasti základního využití obnovitelných zdrojů.

## 7.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu

Navržená Varianta 1. obsahuje následující opatření:

- Zateplení stropu do půdy nové budovy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla - zateplení izolačním systémem v tl. 100 mm na celkem 200 mm,
- Zateplení obvodového pláště nové budovy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla - zateplení kontaktním systémem s izolačním systémem v tl. 200 mm,
- Výměna výplní otvorů převážně na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla - nové instalované výplně (okna) budou plastové s izolačním trojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ , nové instalované výplně (střešní okna) budou s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Nové instalované výplně (dveře) budou plastové s izolačním dvojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ , hlavní vchodové dveře budou z důvodu životnosti v hliníkovém provedení s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ , vchodové dveře v průčelí původní budovy budou v masivu s celkovým součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- Změna nastavení regulační techniky podle legislativních standardů - opatření provádí, v návaznosti na zateplení objektu a výměnu výplní otvorů, změnu nastavení topné soustavy v oblasti průtokového přednastavení systému.

Realizací navrženého souboru opatření z doporučené Varianty 1. bude potenciál úspor vyčerpán z 90%.

Ekonomické hodnocení doporučené varianty a jednotlivých opatření je uvedeno v samostatné kapitole. Žádná z variant není z jen čistě ekonomického pohledu zajímavá. K realizaci byla doporučena Varianta 1., která upřednostňuje komplexní zateplení objektu pro konečné snížení energetické náročnosti.

### Navrženým opatřením

-bude obvodový plášť přístavby zateplen na výsledný součinitel prostupu tepla  $U = 0,16$  a  $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a to je lépe než doporučená hodnota  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

-bude strop do půdy nové budovy zateplen na výsledný součinitel prostupu tepla  $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a to je doporučená hodnota  $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

-výplně otvorů - okna - nahrazena ve staré i nové budově plastovými výplněmi s izolačním trojsklem s výsledným součinitelem prostupu tepla do  $U = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a to je lépe než doporučená hodnota  $U = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

-výplně otvorů - střešní okna - nahrazena výplněmi s výsledným součinitelem prostupu tepla do  $U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a to je požadovaná hodnota  $U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

-výplně otvorů - dveře - nahrazeny plastovými výplněmi s izolačním dvojsklem s výsledným součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ , hliníkovými dveřmi s výsledným součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$  a dveřmi z masivu s výsledným součinitelem prostupu tepla do  $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Podlahové konstrukce na terénu i do suterénu zůstávají původní, bez změny.

Hodnocený objekt dosahuje průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em} = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a to je lépe než požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em,N,rq} = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a lepší než doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em,N,rc} = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Po realizaci doporučené Varianty I. bude objekt zařazen do klasifikační třídy C1-vyhovující doporučené úrovni.

Při hodnocení měrné spotřeby tepla na vytápění budovy podle ČSN EN ISO 13 790 je dosaženo hodnoty  $E_v = 15,4 \text{ kWh/m}^3\cdot\text{a}$ .

### Poznámky:

- Původní budova, postavená před rokem 1900, má historizující fasády a její zateplení není možné, resp. by bylo velmi nákladné.
- Podkrovní vestavby v původním objektu jsou staré cca 5 roků a v přístavbě z období její výstavby. Jejich další zateplování není možné bez úplné rekonstrukce, která je nehospodárná.
- Proto ostatní konstrukce, než výše v opatřeních uvedené, zůstávají bez zásahu a jejich součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v předchozích částech auditu – jedná se o obvodový plášť staré budovy, podkrovní vestavbu staré budovy a střechu podkrovní vestavby v budově nové.

Parametry navrhovaných opatření jsou proto voleny tak, aby bylo dosaženo průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy v úrovni doporučené hodnoty bez toho, aby byla významně narušena původní budova.

### 7.3.1 Okrajové a omezující podmínky

Úspory, týkající se tepelně izolačních vlastností objektů, byly v bilancích kalkulovány na dlouhodobé průměry počtu denostupňů. Výpočtové teploty a hodnoty odpovídají normovým a legislativním údajům - nedodržování těchto podmínek nebylo při návrhu uvažováno.

Obsah a závěry energetického auditu nenahrazují zpracování řádné realizační projektové dokumentace, statické posouzení, řešení stavebních detailů, posouzení teplotních a vlhkostních parametrů konstrukcí, současný stav konstrukcí a další vlastnosti a parametry.

Při realizaci zateplování bude v plném rozsahu respektována norma provádění kontaktních zateplovacích systémů ČSN 73 2901 a další platné normy a legislativa, zateplovací systém bude realizován jako výrobek v certifikované skladbě. Místa s možností poškození (např. štítové stěny) budou ošetřena se zvýšenou mechanickou odolností, event. s ochranou proti sprejům nátěrem antigrafitu.

Při realizaci opatření ve stavbě a v technice je podmínkou realizační projekt s tím, že řešení bude předloženo zpracovateli auditu. Současně jim bude umožněna prohlídka, kontrola realizace a výsledných parametrů.

Úspory prostřednictvím regulačních opatření ve vytápění, stejně jako opatření ve stavbě, jsou podmíněny důsledným energetickým manažerstvím s trvalým odečítáním stavů všech měřidel s nejvýše týdenní periodou a jejich průběžným vyhodnocováním.

V rámci auditu nemohly být prováděny sondy do konstrukcí pro zjištění jejich přesného složení a stavu. V nutných případech budou provedeny před zpracováním realizačního projektu, a to vč. zápisu o jejich provedení, který bude předán zpracovateli auditu.

Na provádění zateplení musí navazovat přeregulování (změna parametrů) topné soustavy objektu.

Ekonomické parametry opatření ke snížení energetické náročnosti jsou kalkulovány na průměrné ceny energií za sledované období. Změny cen energií, materiálů, prací a rozsahu se projeví změnou ekonomických úspor a v době návratnosti opatření. Při těchto změnách je nutné výsledky a závěry aktualizovat.

V investičních nákladech opatření ve stavbě nejsou obsaženy další realizační náklady, které se váží k údržbě domu, a tzv. zanedbaná údržba. Celkový realizační rozpočet proto nemusí být ve shodě s uvažovanými investičními náklady na opatření.

Tento energetický audit je nepřenositelný a vztahuje se pouze na předmět auditu uvedený v části 1.- Identifikační údaje. Nelze jej použít pro shodný nebo obdobný objekt.

### 7.4 Stanovisko a doporučení auditora

Po celkovém vyhodnocení energetiky objektu Odborného učiliště a praktické školy v Žamberku doporučujeme realizovat Variantu 1.

Doporučená varianta energetického auditu (projektové řešení) naplňuje cíle OP ŽP. Snižuje spotřebu energie zejména významným zlepšením tepelně technických vlastností vnějších konstrukcí budov (obvodové pláště, stropy a výplně otvorů) a realizací projektu dochází k úspoře emisí CO<sub>2</sub>.

Projekt úspor energií je reálně realizovatelný, technicky odpovídá současným standardům a má pozitivní dopad na snížení energetické náročnosti a snížení produkce emisí.

Po realizaci doporučené Varianty I. bude objekt zařazen do klasifikační třídy C1-vyhovující doporučené úrovni.

Při hodnocení měrné spotřeby tepla na vytápění budovy podle ČSN EN ISO 13 790 je dosaženo hodnoty  $E_v = 15,4 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{a}$ .

Všechny údaje v auditu obsažené byly stanoveny v souladu s postupy a technickými normami uvedenými v příloze č. 1 vyhlášky 148/2007 Sb., zejména pak s platnou normou ČSN EN ISO 13 790 Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění.

Energetický audit ověřil a potvrdil, že po realizaci doporučené Varianty 1. budou splněny požadované, a zejména až doporučené hodnoty tepelně izolačních vlastností konstrukcí na rozhraní budovy.

Z titulu OP ŽP není splněna, z technických důvodů, u všech konstrukcí, na něž je žádána podpora, minimálně doporučená hodnota součinitele prostupu tepla  $U_N$  uvedená v odst. 5.2 normy ČSN 73 0540-2 ve znění z dubna 2007 (a kdy má současně budova splňovat minimálně požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em,N,rg}$  uvedenou v odst. 9.1 stejné normy),

proto jsou voleny parametry zlepšování tepelně technických parametrů obalových konstrukcí budovy tak, aby obálka budovy splňovala minimálně doporučenou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em,N,rc}$  uvedenou v odst. 9.1 normy ČSN 73 0540-2 (znění duben 2007).

U objektu je splněna podmínka dosažení minimálně doporučené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em,N,rc}$  uvedené v tab.č.9 ČSN 73 0540-2 (ve znění 04/2007).

Olomouc, 22.leden 2008


## Obsah

<b>1. Identifikační údaje</b>	2
1.1 Cíl auditu	2
<b>2. Popis výchozího stavu</b>	3
2.1 Obecné informace	3
2.2 Elektrická energie	3
2.3 Vlastní energetické zdroje	4
2.4 Zemní plyn	5
2.5 Parametry oblasti a objektů	6
2.6 Stavební konstrukce	6
2.7 Vytápění a rozvody	7
2.8 Vzduchotechnika	7
2.9 Příprava teplé vody a rozvody	7
2.10 Energetické manažerství	8
2.11 Energetické vstupy do předmětu EA	8
<b>3. Zhodnocení výchozího stavu</b>	9
3.1 Roční energetická bilance stávajícího předmětu EA	9
3.2 Elektrická energie	9
3.3 Vlastní energetické zdroje	10
3.4 Zemní plyn	11
3.5 Objekty a jejich energetická náročnost	11
3.5.1 Tepelně izolační vlastnosti	11
3.5.2 Energetická náročnost objektů a rozbor spotřeby tepla	14
3.6 Vytápění a rozvody	15
3.7 Vzduchotechnika	16
3.8 Příprava teplé vody a rozvody	16
3.9 Využití obnovitelných zdrojů energie	17
3.10 Financování metodou EPC	17
<b>4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie</b>	18
4.1 Varianta I.	20
4.1.1 Upravená energetická bilance	20
4.2 Varianta II.	22
4.2.1 Upravená energetická bilance	22
<b>5. Ekonomické vyhodnocení</b>	22
<b>6. Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí</b>	25
<b>7. Výstupy energetického auditu</b>	26
7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	26
7.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor	27
7.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu	27
7.3.1 Okrajové a omezující podmínky	29
7.4 Stanovisko a doporučení auditora	29

## Přílohy energetického auditu

1. Evidenční list energetického auditu
2. Energetický štítek obálky budovy
3. Protokol k energetickému štítku obálky budovy

### Vstupní údaje



1. Kopie faktur ČEZ Prodej s.r.o. za dodávku el.energie v období 2004-2006
2. Kopie faktur RWE-VČP a.s. za dodávku zemního plynu v období 2004-2006
3. Vlastní prohlídka objektů a zařízení, ověření a zjištění údajů
4. Konzultace s provozovatelem
5. Soubor dokumentace z archivu zadavatele
6. Projektová dokumentace „Realizace úspor energie – Odborné učiliště a praktická škola Žamberk“, zpracoval Ing.Ivan Hrdý, leden 2008

## Evidenční list energetického auditu

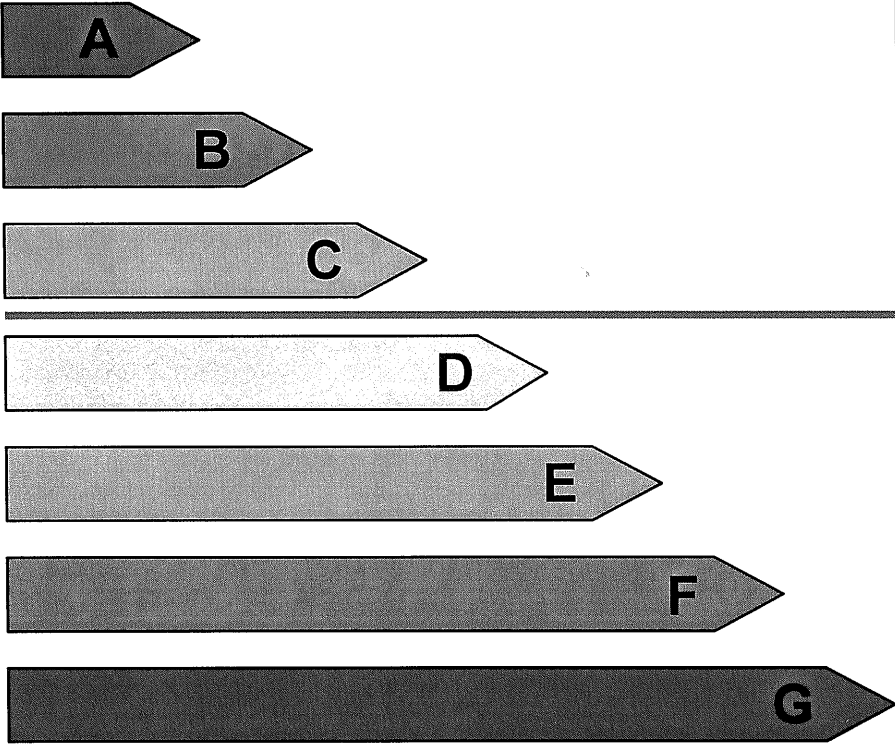
Předmět EA	Odborné učiliště a Praktická škola, Žamberk		
Adresa	Tyršova 214, 564 01 Žamberk		
Zadavatel EA	Odborné učiliště a Praktická škola	Zástupce	Mgr.Věra Říčařová, ředitelka
Adresa zadavatele	Tyršova 214, 564 01 Žamberk		
Telefon	465 614 472	Fax	E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Odborné učiliště a Praktická škola je příspěvkovou organizací, zřízenou Pardubickým krajem. Tvoří ji dva propojené a navazující objekty – původní byl postaven před r.1900, přístavba byla kolaudována v r.1994. Odborné učiliště a Praktická škola zajišťuje pro mentálně postižené děti a částečně také pro děti s poruchou výchovy v rámci tříletého učiliště vzdělání v několika oborech. Jednoletá a dvouletá Praktická škola je zaměřena na všeobecné práce. Kapacita Odborného učiliště je 220 žáků a kapacita Praktické školy je 36 žáků. Kromě kmenových učeben jsou součástí školy také odborné učebny. Ve škole jsou dvě školní výukové kuchyně, šicí dílny a počítačová učebna. Součástí školy je také školní kuchyně s denní kapacitou až 140 jídel.</p> <p>Školu v současnosti navštěvuje asi 200 žáků a provoz zajišťuje 39 pracovníků, z toho zhruba 28 pedagogických. Součástí této školy je také internát s kapacitou 96 lůžek ve 34 pokojích hotelového typu s vlastním hygienickým zázemím. Z posuzovaného objektu nejsou žádné energetické výstupy, ceny jsou uváděny vč.DPH.</p>		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Komplex se skládá z původního objektu postaveného před rokem 1900, spojovací část a přístavba byly kolaudovány v r.1994. Původní objekt má 1.PP, 2.NP a podkrovní vestavbu, přístavba má 3.NP a podkrovní vestavbu. Původní objekt je, vzhledem k období výstavby, postaven klasickým cihelným zdivem tl. 450-800 mm a vodorovné konstrukce tvoří cihelné klenby a záklopové konstrukce. Střecha je valbová s krytinou eternitovými šablonami. Vestavba je provedena sádkokartonem tl. 12,5 mm a tepelnou izolací minerální vlny tl. 200 mm. Podlahy na terénu jsou betonové. Výplně otvorů jsou dřevěné zdvojené (z r.1975) netěsněné, vstupy dřevěné a dřevěné s jedním sklem, střešní okna v podkrovní vestavbě jsou Velux s izolačním dvojsklem.</p> <p>Nová část je postavena železobetonovým prefabrikovaným skeletem s obvodovým keramickým pláštěm z panelů tl. 320 mm, vstupní část krčku je vyzděna plynosilikátem tl. 400mm. Střecha je sedlová s valbami a krytinou z eternitových šablon. Vestavba je realizována ve stropě s tepelnou izolací minerální vlnou tl. 100 mm a ve střeše s tl.izolace 120 mm. Podlahy na terénu jsou s tepelnou izolací PPS tl. 50 mm. Okna jsou dřevěná jednoduchá s izolačním dvojsklem, dřevěná zdvojená, na schodišti ocelová se dvěma skly. Střešní okna jsou Velux a původní jednoduchá dřevěná s izolačním dvojsklem (původní třetí sklo bylo odstraněno). Vstupy jsou ocelové se dvěma skly.</p> <p>Elektrická energie je dodávána z veřejné distribuční sítě nízkého napětí prostřednictvím jediného odběrného fakturačního místa - třífázového dvousazbového maloodběru. Škola má instalovaná akumulární bloková zařízení.</p> <p>V objektu jsou provedeny dva vlastní energetické zdroje – plynová teplovodní kotelná III. kategorie s instalovaným výkonem 150 kW a odběrné plynové zařízení o výkonu 90 kW. Připravují také teplou užitkovou vodu, proto je jejich provoz prakticky celoroční - pro nepřímý ohřev jsou instalovány zásobníky objemu 1000 litrů. Vytápění je teplovodní radiátorové. Vzduchotechnický systém je instalován v kuchyni. Také jsou provedeny lokální odtahy, větrání převažuje přirozené.</p>		

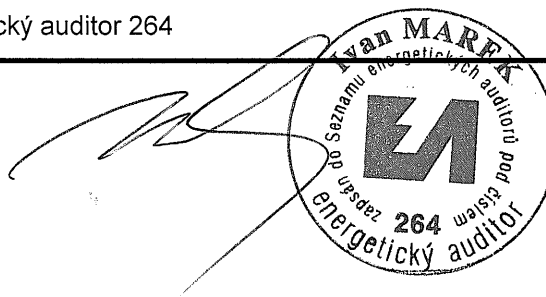
Vlastní energetický zdroj		Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. výkon (MW)
2x plynová teplovodní kotlina		0,150 + 0,090	x
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)			x
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		1805
	Nákup (GJ/r)		0
	Prodej (GJ/r)		0
Elektrina	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		0
	Nákup (GJ/r)		309
	Prodej (GJ/r)		0
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	2420	z toho přímá spotřeba (GJ/r)	technologická 309
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) (MW)	Spotřeba energie (GJ/r)	Nositel energie
Kotelny	0,150+0,090	2005	Zemní plyn
Energeticky úsporný projekt			

Stručný popis doporučené varianty	Navržená Varianta 1. obsahuje následující opatření:					
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Zateplení stropu do půdy nové budovy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla - zateplení izolačním systémem v tl. 100 mm na celkem 200 mm,</li><li>▪ Zateplení obvodového pláště nové budovy na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla - zateplení kontaktním systémem s izolačním systémem v tl. 200 mm,</li><li>▪ Výměna výplní otvorů převážně na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla - nové instalované výplně (okna) budou plastové s izolačním trojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do <math>U = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, nové instalované výplně (střešní okna) budou s celkovým součinitelem prostupu tepla do <math>U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}</math>. Nové instalované výplně (dveře) budou plastové s izolačním dvojsklem s celkovým součinitelem prostupu tepla do <math>U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, hlavní vchodové dveře budou z důvodu životnosti v hliníkovém provedení s celkovým součinitelem prostupu tepla do <math>U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, vchodové dveře v průčelí původní budovy budou v masivu s celkovým součinitelem prostupu tepla do <math>U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}</math>,</li><li>▪ Změna nastavení regulační techniky podle legislativních standardů - opatření provádí, v návaznosti na zateplení objektu a výměnu výplní otvorů, změnu nastavení topné soustavy v oblasti průtokového přednastavení systému.</li></ul>					
	Realizací navrženého souboru opatření z doporučené Varianty 1. bude potenciál úspor vyčerpán z 90%.					
	Po realizaci doporučené Varianty I. bude objekt zařazen do klasifikační třídy C1-vyhovující doporučené úrovni.					
	Ekonomické hodnocení doporučené varianty a jednotlivých opatření je uvedeno v samostatné kapitole. Žádná z variant není z jen čistě ekonomického pohledu zajímavá. K realizaci byla doporučena Varianta 1., která upřednostňuje zateplení objektu pro konečné snížení energetické náročnosti.					
	Investiční náklady (tis. Kč)		3180	z toho technologie (tis. Kč)		0
	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)
			2 420	739,6	2 050	650,6
	Potenciál energetických úspor		GJ/r			
410						
Environmentální přínosy						
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)		Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)	
Tuhé látky	0,0012		0,0010		- 0,0002	
SO <sub>2</sub>	0,0009		0,0007		- 0,0002	
NO <sub>x</sub>	0,0991		0,0817		- 0,0174	
CO	0,0198		0,0163		- 0,0035	
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,0040		0,0033		- 0,0007	
CO <sub>2</sub>	117,2787		96,7230		- 20,5557	
Ekonomická efektivnost						
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	89		Doba hodnocení (roky)		40	

Prostá doba návratnosti (roky)	35,8	Diskont (%)	3		
Reálná doba návratnosti (roky)	nedos	NPV (tis. Kč)	-1122,79	IRR (%)	0,56
Energetický auditor	Ivan Marek	Č. osvědčení	Energetický auditor zapsaný v seznamu MPO, č. 264		
Podpis	 	Datum	leden 2008		

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení				Objekt pro potřeby školství (škola, internát)		Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy				Tyršova 214, Žamberk			
Celková podlahová plocha $A_c =$				3599,9	$m^2$	stávající	doporučení
$C/$	Velmi úsporná					2,02	0,75
0,3	A						
0,6	B						
1,0	C						
1,5	D						
2,0	E						
2,5	F						
Mimořádně ne hospodárná							
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				$U_{em} = H_T / A$		0,51	0,57
Klasifikační ukazatele $C/$ a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$ pro $A/V =$				0,32	$m^2 / m^3$		
$C/$	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{em}$	0,23	0,46	(0,57)	0,76	1,06	1,36	2,04
Platnost štítku do				s energetickým auditem z 22.1.2008 - doporučená Varianta 1.			
Štítek vypracoval				Ivan MAREK			
				Energetický auditor 264			



## Protokol k energetickému štítku obálky budovy

### Identifikační údaje

Druh stavby	Objekt pro potřeby školství (škola, internát)
Adresa	Tyršova 214, Žamberk
Katastrální území a katastrální číslo	794368 Žamberk, parcel.č.222/1 a 222/2
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Odborné učiliště a praktická škola Žamberk
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Pardubický kraj
Adresa	Komenského nám.125, 532 11 Pardubice
Telefon/E-mail	

### Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	14 086,5 m <sup>3</sup>
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	4 574,5 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tavru budovy A/V	0,32 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v topném období q <sub>im</sub>	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období q <sub>e</sub>	-15 °C

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazované konstrukce	Plocha	Součinitel (činitel) prostupu tepla	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla	Činitel tepelní redukce	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
	$A_j$ ( $\Sigma A_j$ ) [m <sup>2</sup> ]	$U_j$ ( $\Sigma \psi_{k,j} \cdot l_{k,j} + \Sigma \chi_j$ )/ $A_j$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{N,rq}$ ( $U_{N,rc}$ ) [W/m <sup>2</sup> K]	$b_i$ [-]	$H_{ti} = A_j \cdot U_j \cdot b_i$ ( $\Sigma \psi_{k,j} \cdot l_{k,j} + \Sigma \chi_j$ ) [W/K]
stěna	29,8	1,13	0,38/0,25	1,00	33,7
stěna	0,9	1,37	0,38/0,25	1,00	1,3
stěna	57,0	1,13	0,38/0,25	1,00	64,4
stěna	3,8	1,37	0,38/0,25	1,00	5,1
stěna	75,4	1,13	0,38/0,25	1,00	85,2
stěna	5,6	1,37	0,38/0,25	1,00	7,7
stěna	57,0	1,13	0,38/0,25	1,00	64,4
stěna	3,8	1,37	0,38/0,25	1,00	5,1
stěna	25,6	1,13	0,38/0,25	1,00	29,0
stěna	26,3	1,13	0,38/0,25	1,00	29,8
stěna	1,7	1,37	0,38/0,25	1,00	2,3
stěna	60,3	1,13	0,38/0,25	1,00	68,2
stěna	1,9	1,37	0,38/0,25	1,00	2,6
stěna	85,9	1,13	0,38/0,25	1,00	97,0
stěna	6,6	1,37	0,38/0,25	1,00	9,0
stěna	52,7	1,13	0,38/0,25	1,00	59,5
stěna	3,8	1,37	0,38/0,25	1,00	5,1
stěna	20,3	1,13	0,38/0,25	1,00	22,9
stěna	0,9	1,37	0,38/0,25	1,00	1,3
stěna	161,8	0,29	0,38/0,25	1,00	46,9
střecha	266,4	0,28	0,24/0,16	1,00	74,6
strop	72,5	0,45	0,30/0,20	1,00	32,6
stěna	48,3	0,29	0,38/0,25	1,00	14,0
střecha	80,5	0,28	0,24/0,16	1,00	22,5
strop	29,6	0,45	0,30/0,20	1,00	13,3
okna	2,9	1,00	1,70/1,20	1,15	3,3
okna	11,5	1,00	1,70/1,20	1,15	13,2
okna	17,3	1,00	1,70/1,20	1,15	19,8
okna	11,5	1,00	1,70/1,20	1,15	13,2
okna	0,5	1,00	1,70/1,20	1,15	0,6
okna	2,9	1,00	1,70/1,20	1,15	3,3
okna	5,8	1,00	1,70/1,20	1,15	6,6

okna	20,1	1,00	1,70/1,20	1,15	23,1
okna	11,5	1,00	1,70/1,20	1,15	13,2
okna	10,9	2,50	1,70/1,20	1,15	31,4
okna	3,2	2,50	1,70/1,20	1,15	9,2
dveře	4,1	2,00	1,70/1,20	1,15	9,3
dveře	1,4	2,00	1,70/1,20	1,15	3,2
podlaha	400,1	1,20	0,38(0,45)/0,25(0,30)	0,20	96,0
stěna	21,4	0,19	0,38/0,25	1,00	4,1
stěna	34,1	0,19	0,38/0,25	1,00	6,5
stěna	24,6	0,19	0,38/0,25	1,00	4,7
stěna	24,6	0,19	0,38/0,25	1,00	4,7
stěna	47,9	0,19	0,38/0,25	1,00	9,1
stěna	19,5	0,16	0,38/0,25	1,00	3,1
stěna	2,9	0,19	0,38/0,25	1,00	0,5
stěna	36,5	0,19	0,38/0,25	1,00	6,9
stěna	31,3	0,19	0,38/0,25	1,00	6,0
stěna	51,7	0,19	0,38/0,25	1,00	9,8
stěna	85,2	0,19	0,38/0,25	1,00	16,2
stěna	23,6	0,19	0,38/0,25	1,00	4,5
stěna	19,3	0,16	0,38/0,25	1,00	3,1
stěna	2,7	0,19	0,38/0,25	1,00	0,5
stěna	36,2	0,19	0,38/0,25	1,00	6,9
stěna	30,8	0,19	0,38/0,25	1,00	5,9
stěna	43,6	0,38	0,38/0,25	1,00	16,6
stěna	43,6	0,38	0,38/0,25	1,00	16,6
stěna	18,7	0,38	0,38/0,25	1,00	7,1
stěna	18,7	0,38	0,38/0,25	1,00	7,1
střecha	62,4	0,40	0,24/0,16	1,00	25,0
střecha	62,4	0,40	0,24/0,16	1,00	25,0
střecha	122,5	0,40	0,24/0,16	1,00	49,0
střecha	142,4	0,40	0,24/0,16	1,00	57,0
strop	259,0	0,20	0,30/0,20	1,00	51,8
stěna	9,6	0,38	0,38/0,25	1,00	3,7
stěna	9,6	0,38	0,38/0,25	1,00	3,7
střecha	46,5	0,40	0,24/0,16	1,00	18,6
střecha	46,5	0,40	0,24/0,16	1,00	18,6
strop	35,3	0,50	0,30/0,20	1,00	17,6
stěna	2,4	0,19	0,38/0,25	1,00	0,5
okna	3,2	1,00	1,70/1,20	1,15	3,6
okna	2,5	1,00	1,70/1,20	1,15	2,9
okna	5,0	1,00	1,70/1,20	1,15	5,8
okna	10,1	1,00	1,70/1,20	1,15	11,6
dveře	1,6	2,00	1,70/1,20	1,15	3,6
okna	40,3	1,00	1,70/1,20	1,15	46,4
okna	8,6	1,00	1,70/1,20	1,15	9,9
okna	4,3	1,00	1,70/1,20	1,15	5,0
okna	30,2	1,00	1,70/1,20	1,15	34,8
okna	2,5	1,00	1,70/1,20	1,15	2,9
okna	20,2	1,00	1,70/1,20	1,15	23,2
okna	2,7	1,00	1,70/1,20	1,15	3,1
okna	4,3	1,00	1,70/1,20	1,15	5,0
okna	34,6	1,00	1,70/1,20	1,15	39,7
okna	8,6	1,00	1,70/1,20	1,15	9,9
okna	4,3	1,00	1,70/1,20	1,15	5,0
okna	8,6	1,00	1,70/1,20	1,15	9,9
okna	25,9	1,00	1,70/1,20	1,15	29,8
okna	2,2	1,00	1,70/1,20	1,15	2,5
okna	17,3	1,00	1,70/1,20	1,15	19,9
okna	1,7	1,70	1,70/1,20	1,15	3,3
okna	2,5	1,70	1,70/1,20	1,15	4,9
okna	2,9	1,70	1,70/1,20	1,15	5,6
okna	6,5	1,70	1,70/1,20	1,15	12,7
okna	3,2	1,70	1,70/1,20	1,15	6,2

okna	3,8	1,70	1,70/1,20	1,15	7,5
okna	6,5	1,70	1,70/1,20	1,15	12,7
okna	3,4	1,70	1,70/1,20	1,15	6,6
podlaha	102,3	0,65	0,38(0,45)/0,25(0,30)	0,40	26,6
stěna	30,8	0,19	0,38/0,25	1,00	5,8
stěna	5,7	0,30	0,38/0,25	0,66	1,1
stěna	7,2	0,30	0,38/0,25	0,66	1,4
stěna	89,8	0,19	0,38/0,25	1,00	17,1
stěna	22,0	0,19	0,38/0,25	1,00	4,2
stěna	23,0	0,19	0,38/0,25	1,00	4,4
stěna	15,2	0,16	0,38/0,25	1,00	2,4
stěna	2,9	0,19	0,38/0,25	1,00	0,5
stěna	49,1	0,19	0,38/0,25	1,00	9,3
stěna	6,2	0,19	0,38/0,25	1,00	1,2
stěna	31,7	0,19	0,38/0,25	1,00	6,0
stěna	22,0	0,19	0,38/0,25	1,00	4,2
stěna	24,6	0,19	0,38/0,25	1,00	4,7
stěna	5,4	0,19	0,38/0,25	1,00	1,0
stěna	6,9	0,19	0,38/0,25	1,00	1,3
stěna	20,4	0,19	0,38/0,25	1,00	3,9
stěna	5,5	0,19	0,38/0,25	1,00	1,0
okna	3,2	1,00	1,70/1,20	1,15	3,6
okna	14,4	1,00	1,70/1,20	1,15	16,6
okna	10,1	1,00	1,70/1,20	1,15	11,6
okna	4,3	1,00	1,70/1,20	1,15	5,0
okna	2,5	1,00	1,70/1,20	1,15	2,9
okna	5,0	1,00	1,70/1,20	1,15	5,8
okna	10,1	1,00	1,70/1,20	1,15	11,6
dveře	1,6	2,00	1,70/1,20	1,15	3,6
okna	5,0	1,00	1,70/1,20	1,15	5,8
dveře	14,4	2,80	1,70/1,20	1,15	46,4
okna	30,2	1,00	1,70/1,20	1,15	34,8
okna	6,2	1,00	1,70/1,20	1,15	7,2
okna	4,3	1,00	1,70/1,20	1,15	5,0
okna	2,5	1,00	1,70/1,20	1,15	2,9
okna	6,6	1,00	1,70/1,20	1,15	7,6
okna	10,1	1,00	1,70/1,20	1,15	11,6
okna	7,2	1,00	1,70/1,20	1,15	8,3
okna	6,5	1,00	1,70/1,20	1,15	7,4
okna	6,2	1,00	1,70/1,20	1,15	7,2
podlaha	588,9	0,65	0,38(0,45)/0,25(0,30)	0,40	153,1
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 574,5	0,02		1,00	91,5
<b>Celkem</b>	<b>4 574,5</b>				<b>2 332,5</b>

**Stanovení prostupu tepla obálkou budovy**

Měrná ztráta prostupem tepla $H_t$	W/K	2 332,5
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_t / A$	W/m <sup>2</sup> K	0,51
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/m <sup>2</sup> K	0,57
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/m <sup>2</sup> K	0,76
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/m <sup>2</sup> K	1,36

Požadavek na prostup obálkou je splněn

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy**

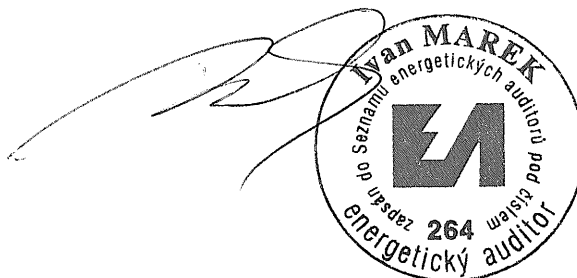
Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C/ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/m <sup>2</sup> K] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	0,23
B - C	0,6	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	0,46
(C1 - C2)	0,75	$0,75 \cdot U_{em,rq}$	0,57
C - D	1	$U_{em,rq}$	0,76
D - E	1,5	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	1,06
E - F	2	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	1,36
F - G	2,5	$1,5 \cdot U_{em,s}$	2,04

Klasifikace: **C** **vyhovující**

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:  
Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

22.1.2008  
Ivan MAREK

IČ:  
Zpracoval:



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