



ENERGETICKÝ AUDIT

Gymnázium a Střední pedagogická škola, Čáslav

Masarykova 248



Předkládá : **CityPlan spol. s r. o.**
 Odborů 4, 120 00 Praha 2

Auditor: **Ing. Vilibald Zunt**

OBSAH

1.	Identifikační údaje.....	5
1.1	Zadavatel energetického auditu a majitel objektu	5
1.2	Provozovatel předmětu energetického auditu.....	5
1.3	Předkladatel energetického auditu.....	5
1.4	Zpracovatel energetického auditu.....	5
1.5	Předmět energetického auditu	5
2.	Popis výchozího stavu.....	6
2.1	Základní údaje o předmětu energetického auditu	6
2.1.1	Předmět energetického auditu	6
2.1.2	Charakteristika	6
2.2	Základní údaje o energetických vstupech a výstupech.....	7
2.3	Energetické hospodářství.....	9
2.3.1	Kotle pro vytápění.....	9
2.3.2	Příprava TUV.....	9
2.3.3	Vzduchotechnika.....	10
2.3.4	Ostatní spotřebiče energie.....	10
2.3.5	Rozvod energie	10
2.4	Bilance zdrojů energie.....	10
2.5	Informace o objektu.....	11
2.6	Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu	11
2.7	Záměry zadavatele.....	12
3.	Zhodnocení výchozího stavu.....	13
3.1	Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie	13
3.2	Zhodnocení stávajícího stavu budovy	13
3.2.1	Zhodnocení stávajícího stavu budovy.....	13
3.2.2	Výpočet tepelných ztrát budov	14
3.2.3	Posouzení měrné spotřeby tepla při vytápění budov dle vyhlášky č. 291/2001 Sb.....	14
3.2.4	Vyhodnocení spotřeby tepla denostupňovou metodou	15
3.2.5	Shrnutí spotřebičů elektrické energie.....	16
3.2.6	Shrnutí vzduchotechnického zařízení	16
3.3	Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství.....	16
4.	Navržená opatření	17
4.1	Druhy úsporných opatření.....	17
4.2	Beznákladová a nízkonákladová opatření	17
4.2.1	Opatření 1 - Energetický management.....	17
4.2.2	Opatření 2 - Zavedení druhotné regulace v místě spotřeby (termoregulační hlavice)	17
4.3	Vysokonákladová opatření	17
4.3.1	Opatření 3 - Zateplení stropu posledního nadzemního podlaží.....	17
4.3.2	Opatření 4 - Výměna oběhových čerpadel.....	17

4.3.3	Opatření 5 - Výměna skel ve stávajících oknech	18
4.4	Souhrn navržených opatření	18
4.5	Definování variant	18
4.5.1	Varianta č. 1	18
4.5.2	Varianta č. 2	19
4.5.3	Varianta č. 3	20
4.5.4	Varianta č. 4	20

SEZNAM TABULEK

tabulka 1	Základní parametry předmětu energetického auditu.....	6
tabulka 2	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2001 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2).....	7
tabulka 3	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2002 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2).....	7
tabulka 4	Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2).....	7
tabulka 5	Průměrná spotřeba a cena energií za roky 2001, 2002 a 2003.....	8
tabulka 6	Údaje o spotřebě a platbách za zemní plyn v roce 2003.....	9
tabulka 7	Základní údaje o zdrojích tepelné energie.....	9
tabulka 8	Spotřeba elektrické energie (vypočteno).....	10
tabulka 9	Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro rok 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 3).....	10
tabulka 10	Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu.....	11
tabulka 11	Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu.....	11
tabulka 12	Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky.....	12
tabulka 13	Základní tvar energetické bilance pro průměr let 2001 až 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 4) 13	
tabulka 14	Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje pro průměr let 2001 - 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 5).....	13
tabulka 15	Měrná spotřeba energie v objektu.....	14
tabulka 16	Přepočet spotřeby tepla v objektu.....	15
tabulka 17	Upravená vstupní energetická bilance objektu (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 6).....	16
tabulka 18	Souhrn navrhovaných opatření.....	18
tabulka 19	Upravená energetická bilance pro variantu č. 1 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6) ...	19
tabulka 20	Upravená energetická bilance pro variantu č. 1 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6) ...	19
tabulka 21	Upravená energetická bilance pro variantu č. 1 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6) ...	20
tabulka 22	Upravená energetická bilance pro variantu č. 1 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6) ...	21

SEZNAM OBRÁZKŮ

obrázek 1	Situační schéma objektu.....	6
obrázek 2	Spotřeba tepla v letech 2001 až 2003.....	8
obrázek 3	Denostupně v letech 2001 až 2003.....	11
obrázek 4	Poměr tepelných ztrát objektu.....	14
obrázek 5	Grafické znázornění hodnot e_{vn} a e_v pro geometrickou charakteristiku budovy.....	15

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Zadavatel energetického auditu a majitel objektu

Název/jméno	Středočeský kraj - Krajský úřad		
Adresa	Zborovská 11, 150 21 Praha 5		
Kontaktní osoba	Ing. Petr Bendl, Hejtmán		
Telefon	257 280 372	Fax	257 280 592
IČ	708 910 95	DIČ	708 910 95

1.2 Provozovatel předmětu energetického auditu

Jméno	Gymnázium a Střední pedagogická škola Čáslav		
Adresa	Masarykova 248, 286 26 Čáslav		
Kontaktní osoba	Josef Andrle		
Telefon	327 312 815	Fax	327 312 975
IČ	619 240 41	DIČ	-

1.3 Předkladatel energetického auditu

Jméno	CityPlan, spol. s r.o.		
Adresa	Odborů 4, 120 00 Praha 2		
Zástupce	Ing. Ivan Beneš.		
Telefon	224 922 989	Fax	224 922 072
IČ	473 072 18	DIČ	002-473 072 18

1.4 Zpracovatel energetického auditu

Jméno	Ing. Vilibald Zunt		
	Energetický auditor č. 028 zapsán u MPO ČR		
Adresa	Jaromírova 41, 128 00 Praha 2		
Telefon	224 937 340		
E-mail	zunt@centrum.cz		
IČ	674 049 36		
Spolupráce	Ing. Jiří Tůka, CityPlan, spol. s r.o.		

1.5 Předmět energetického auditu

Název	Budova školy gymnázia a střední pedagogické školy		
Adresa	Masarykova 248, 286 26 Čáslav		
Vlastník	Středočeský kraj		

2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 Základní údaje o předmětu energetického auditu

2.1.1 Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu je budova gymnázia a střední pedagogické školy v Čáslavi. Objekt je vytápěn z vlastní plynové kotelny.

tabulka 1 Základní parametry předmětu energetického auditu

Identifikace činnosti				
Druh činnosti	Škola			
Počet zaměstnanců a studentů	556			
Provoz (dny v týdnu, směnnost)	5			
Počet vytápěných budov	1			
Seznam budov				
	Objem vytápěné části budovy	Vytápěná podlahová plocha	Plocha obvodových konstrukcí	Geometrická charakteristika A/V
	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ² /m ³]
Škola	26 050	3 950	8 650	0,33

Předmětem energetického auditu není byt správce v areálu školy, protože má vlastní nezávislý fakturační plynoměr a elektroměr.

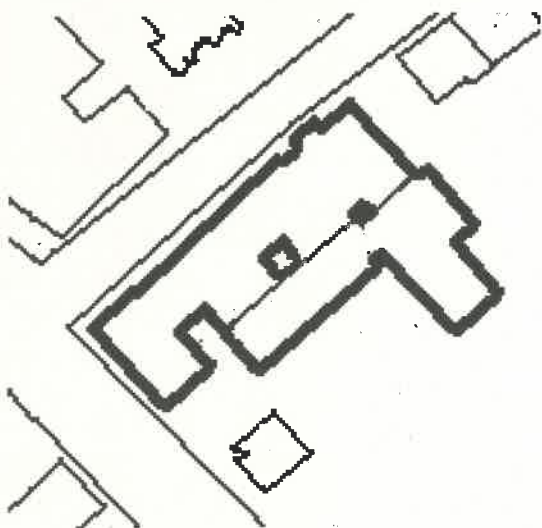
Pro zpracování energetického auditu byly použity tyto podklady:

- údaje o spotřebách energie včetně nákladů za energie (2001-2003)
- údaje ze zprávy o pravidelné revizi elektrického a plynového zařízení
- pasporty objektů

2.1.2 Charakteristika

Škola – Budova se třemi nadzemními podlažími. Objekt je podsklepen.

obrázek 1 Situační schéma objektu



2.2 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

Objekt gymnázia je vytápěn dvěma plynovými kotly. Plyn pro vytápění je dodáván společností Středočeská plynárenská, a.s. Elektrickou energii dodává společnost Středočeská energetická, a.s.

Přehled o energetických vstupech uvádí tabulka č. 2, 3 a 4.

tabulka 2 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2001 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2)

Škola	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba tepla a energie	roční náklady
vstupy paliv a energie	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
elektrická energie	MWh	57,74	3,6	207,9	178 963
zemní plyn	tis. m ³	54,95	34,05	1 870,9	439 656
celkem vstupy paliv a energie				2 078,8	618 619
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				2 078,8	618 619

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

tabulka 3 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2002 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2)

Škola	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba tepla a energie	roční náklady
vstupy paliv a energie	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
elektrická energie	MWh	56,80	3,6	204,5	318 183
zemní plyn	tis. m ³	47,81	34,05	1 628,1	367 315
celkem vstupy paliv a energie				1 832,5	685 498
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				1 832,5	685 498

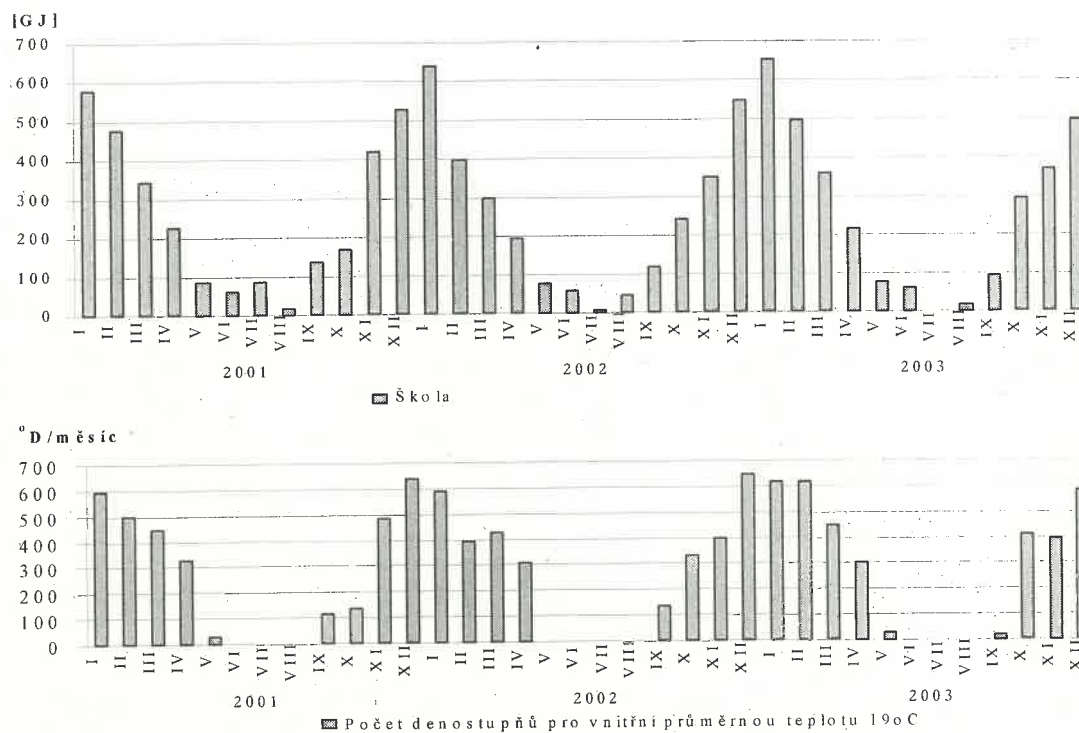
Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

tabulka 4 Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA v roce 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2)

Škola	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba tepla a energie	roční náklady
vstupy paliv a energie	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
elektrická energie	MWh	84,00	3,6	302,4	335 095
zemní plyn	tis. m ³	55,65	34,05	1 895,0	393 174
celkem vstupy paliv a energie				2 197,4	728 269
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				2 197,4	728 269

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

obrázek 2 Spotřeba tepla v letech 2001 až 2003



tabulka 5 Průměrná spotřeba a cena energií za roky 2001, 2002 a 2003

Škola	m.j.	množství	výhřevnost	spotřeba tepla a energie	roční náklady
vstupy paliv a energie	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
elektrická energie	MWh	66,18	3,6	238,3	264 010
zemní plyn	tis. m ³	52,80	34,05	1 798,0	373 056
celkem vstupy paliv a energie				2 036,2	637 065
změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				2 036,2	637 065

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

tabulka 6

Údaje o spotřebě a platbách za zemní plyn v roce 2003

Období 2003	Spotřeba ZP	Energie v palivu	Náklady na ZP
	m ³	GJ	Kč
leden	13 182	449	93 129
únor	10 450	356	73 828
březen	6 902	235	48 762
duben	4 540	155	32 074
květen	36	1	254
červen	0	0	0
červenec	0	0	0
srpen	0	0	0
září	48	2	339
říjen	4 967	169	35 091
listopad	5 862	200	41 414
prosinec	9 665	329	68 282
celkem	55 652	1 895	393 174

2.3 Energetické hospodářství

2.3.1 Kotle pro vytápění

Kotelna pro vytápění objektu je situována v suterénu. V kotelně je instalován zdvojený kotel Buderus G 524/454 – LDN s atmosférickým hořákem, o celkovém výkonu 454 kW. Jedná se tedy o kotelnu III. kategorie. Otopnou vodou je ohříván vzduch pro vzduchotechniku pro aulu. Kotle nezajišťují ohřev TUV.

tabulka 7

Základní údaje o zdrojích tepelné energie

Parametry zdroje	
Výrobce	Buderus
Typ	G 524/454 - LDN
Palivo	zemní plyn
Rok výroby	1996
Jmenovitý výkon	454 kW
Účinnost	cca 92%
Počet	2

2.3.2 Příprava TUV

V budově školy je TUV připravována v elektricky ohříváných zásobnících – 2 x Tatramat 80 litrů, 1000 W, 1 x Tatramat 125 litrů, 1350 W, 1 x Tatramat 160 litrů, 2000 W, 1 x Dražice 80 litrů, 1000 W a 1 x Dražice 160 litrů, 2000 W. Teplá užitková voda ze zásobníků se spotřebovává pouze na hygienických zařízeních a v prodejně bufetu. Další elektrický zásobník je umístěn za aulou (1 x Dražice 50 litrů, 2000 W), ale nepoužívá se. V kanceláři ředitelství je instalován malý průtokový ohřívač Gorenje o příkonu 2000 W.

2.3.3 Vzduchotechnika

Pro přístavbu auly je nainstalována vzduchotechnika sloužící k výměně vzduchu. Aula je vytápěna otopnými tělesy. V letních měsících je v provozu chladicí zařízení. Vzduchotechnická jednotka je od firmy Janka Radotín, chlazení je od firmy Daikin. Vzduchotechnika je v provozu pouze při využívání auly, tedy přibližně jednu hodinu denně.

Pro odvětrání klubovny v suterénu je instalován nucený přívod a odvod vzduchu, který se vzhledem k hlučnosti používá pouze příležitostně.

2.3.4 Ostatní spotřebiče energie

V budově školy je osvětlení zajištěno zářivkami. V budově jsou také ventilátory, oběhová čerpadla, počítače a další drobné spotřebiče.

tabulka 8 Spotřeba elektrické energie (vypočteno)

Škola					
Spotřebič elektrické energie	Počet	Celk. příkon	Příkon na kus	Čas. využití	Spotřeba el.
	ks	kW	kW/ks	hod/rok	kWh/rok
osvětlení	722	65,82	0,091	1300	85 566
oběh. čerpadla	9	2,1	0,233	5000	10 500
tepel. spotřebiče	28	47,8	1,707	400	19 120
ostatní	24	8,1	0,338	200	1 620
celkem	783	123,82	0,158	-	116 806

2.3.5 Rozvod energie

V objektu je otopná soustava rozdělena na šest větví. Regulace teploty vody je ekvitermní, tj. v závislosti na vnější teplotě podle předem definované závislosti. Otopná tělesa jsou litinová článková, osazená radiátorovými ventily. V aule jsou tělesa desková, výrobek fy. Korado Česká Třebová. Tepelný výměník pro vzduchotechniku auly je zásobován teplem z otopné soustavy.

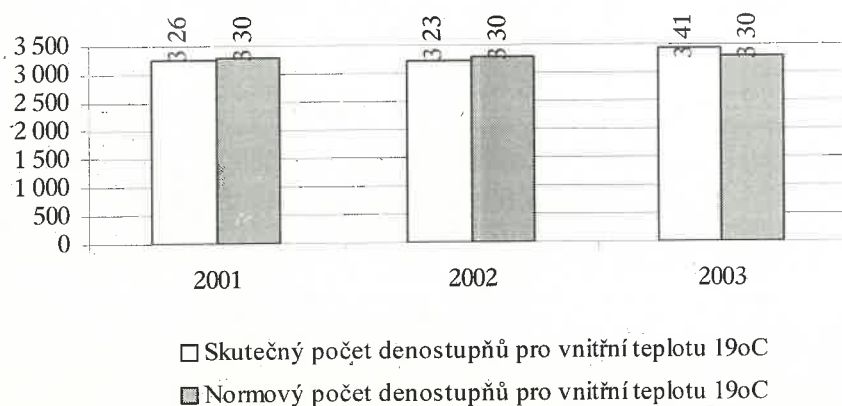
2.4 Bilance zdrojů energie

V následující tabulce je shrnuta bilance energie a základní technické ukazatele zdrojů tepla.

tabulka 9 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro rok 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 3)

ř.	ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0,454
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
5	Výroba elektřiny	MWh	0
6	Prodej elektřiny	MWh	0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	10,5
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	1730
10	Prodej tepla	GJ	0
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	1 895,0
12	Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	1 895,0

obrázek 3 Denostupně v letech 2001 až 2003



2.5 Informace o objektu

Rozhodující a nejvýraznější spotřebou energie v budovách je spotřeba tepla na vytápění. Spotřeba tepla na vytápění závisí především na geometrii budovy, na tepelně-technických vlastnostech obvodových konstrukcí a ve významné míře také na způsobu krytí této potřeby tepla.

tabulka 10 Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu

Technické parametry objektů		
Zastavěná plocha objektu	m ²	3028
Počet nadzemních podlaží	-	3
Počet podzemních podlaží	-	1
Podlahová plocha vytápěných místností nad 15 °C vč.	m ²	3 950
Obestavěný vytápěný prostor budovy	m ³	26050
Plocha plné části svislých obvodových konstrukcí	m ²	2950
Plocha výplní otvorů	m ²	550
Plocha střechy	m ²	2150
Plocha konstrukcí na styku s terénem	m ²	3000

tabulka 11 Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu

Geometrické parametry objektů		
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	m ²	8 650
Objem vytápěné části budovy	m ³	26 050
Geometrická charakteristika objektu	m ² /m ³	0,33

2.6 Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

Hodnoty pro výpočet denostupňů byly převzaty z ČHMÚ, měřicí stanice Chotusice.

tabulka 12 Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

Parametry prostředí		
Lokalita	-	Čáslav
Venkovní výpočtová teplota	t_e	-12°C
Průměrná venkovní teplota t_{es}	t_{es}	4,4°C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	-	13°C
Počet dnů otopného období	d	226 dní
Průměrná vnitřní teplota školy t_{is}	t_{is}	19°C
Počet denostupňů školy	$D^o = d (t_{is} - t_{es})$	3 300°D

Tepelné ztráty budovy školy činí dle výpočtu 320 kW.

2.7 Záměry zadavatele

V současné době se zadavatel

VLDUHOVSKÝ PŘÍMÍ VEŠTÁKY KATOLSKÝ NA KLIMATIZAČNÍ
SEDLOTKU ALL

3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

3.1 Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie

Průměrnou spotřebu tepla a elektrické energie a náklady za roky 2001 až 2003 dokumentují následující tabulky, tabulka 14 ukazuje základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů.

tabulka 13 Základní tvar energetické bilance pro průměr let 2001 až 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 4)

Škola			
ř.	ukazatel	GJ/rok	Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	2 036,2	637 065
2	Změna zásob paliv	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	2 036,2	637 065
4	Prodej energie cizím	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	2 036,2	637 065
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	177,2	36 777
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	1 750,7	480 334
7a	z toho na vytápění	1 620,7	336 279
7b	z toho na TUV (vypočteno)	130,0	144 055
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	108,2	119 954

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

tabulka 14 Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje pro průměr let 2001 - 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 5)

Škola	
Roční energetická účinnost zdroje	91,3%
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	- %
Roční energetická účinnost výroby tepla	91,3%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	- GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,10 GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	- hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	1 058,5 hod/rok

Tepelné ztráty budovy školy činí dle výpočtu 320 kW, maximální výkon plynové kotelny je 454 kW.

3.2 Zhodnocení stávajícího stavu budovy

3.2.1 Zhodnocení stávajícího stavu budovy

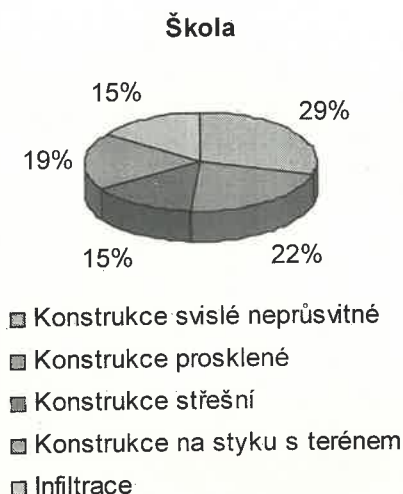
Budova školy byla postavena v osmdesátých letech devatenáctého století s přístavbou tělocvičny z roku 1927. Budova je klasicky zděná konstrukce podélného nosného systému s klenbovými stropy nad suterénem, ostatní stropy jsou dřevěné. Strop nad tělocvičnou je železobetonový. Střecha je valbová. K objektu byla v roce 1994 přistavěna přístavba šaten s plochou střechou. Na tělocvičně byla v roce 2002 dokončena přístavba auly. Okna na budově školy jsou dřevěná. Objekt se nachází v památkově chráněné lokalitě, při rekonstrukcích je nutno dbát na dodržení stávajícího vzhledu budovy.

Budova je v dobrém technickém stavu odpovídajícímu stáří a provozu budovy. Obvodové konstrukce mají nevyhovující tepelně technické vlastnosti.

3.2.2 Výpočet tepelných ztrát budov

Pro výpočet tepelných ztrát objektu byla použita dostupná dokumentace. Byly definovány okrajové podmínky a celková tepelná ztráta objektu školy je dle teoretického výpočtu (ČSN 60 0210) cca $Q_c = 320 \text{ kW}$.

obrázek 4 Poměr tepelných ztrát objektu



Největší podíl na tepelné ztrátě vykazuje svislé neprůsvitné konstrukce a okna. Relativně největší potenciál úspor tepla se nachází u výměny oken.

3.2.3 Posouzení měrné spotřeby tepla při vytápění budov dle vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Tato kapitola obsahuje posouzení měrné spotřeby tepla při vytápění budov dle vyhlášky č. 291/2001 Sb. a zároveň dle revidované normy ČSN 730540-2, jež nabyla platnost dnem 1. 12. 2002. Přehled o vstupních údajích a měrných spotřebách tepla požadovaných a skutečných pro objekt ukazuje následující tabulka.

tabulka 15 Měrná spotřeba energie v objektu

Škola - měrná spotřeba tepla	
A/V - geometrická charakteristika objektu	$0,33 \text{ m}^2/\text{m}^3$
e_{vN} - požadovaná měrná spotřeba tepla	$29,28 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ rok})$
e_v - vypočtená hodnota měrné spotřeby tepla	$40,30 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \text{ rok})$
e_{va} - požadovaná měrná spotřeba tepla	$91,51 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})$
e_a - vypočtená hodnota měrné spotřeby tepla	$153,55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})$

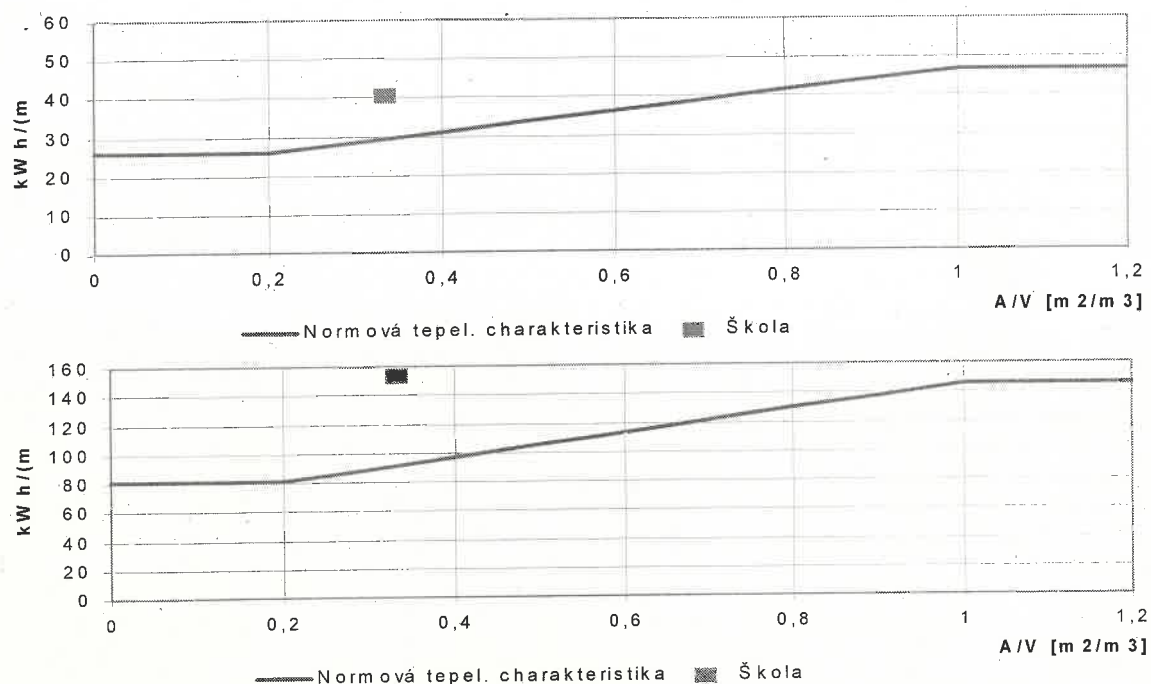
Tepelné ztráty jsou počítány obálkovou metodou a proto dochází k nepřesnostem při výpočtu a tudíž i vypočtené hodnoty měrné spotřeby tepla i započítané podlahové plochy vytápění.

Budovy jsou vyhovující pokud $e_v \leq e_{vN}$, $e_a \leq e_{va}$

Z tohoto hlediska budova nevyhovuje.

Budova školy SEN = 138 % - Výrazně nevyhovující budova

Závislost měrné spotřeby energie požadované vyhláškou na geometrické charakteristice a skutečnou měrnou spotřebu zobrazuje následující graf.

obrázek 5 Grafické znázornění hodnot e_{vn} a e_v pro geometrickou charakteristiku budovy

3.2.4 Vyhodnocení spotřeby tepla denostupňovou metodou

Pro zohlednění vlivů konkrétních klimatických podmínek lokality byl proveden přepočet spotřeby tepla pro vytápění denostupňovou metodou a určena průměrná hodnota spotřeby tepla pro vytápění pro kontrolu a určení skutečné výše tepelné ztráty objektu.

Klimatický dlouhodobý průměr pro průměrnou vnitřní teplotu v budově 19°C je 3300 denostupňů.

tabulka 16 Přepočet spotřeby tepla v objektu

Zhodnocení tepla pro vytápění školy			
Rok	Spotřebované teplo	Počet denostupňů	Přepočtená spotřeba tepla
	GJ	D°	GJ
200	1 871	3 262,5	1 892
200	1 628	3 223,4	1 667
200	1 895	3 406,9	1 835
Celkem	5 394	9 892,8	5 394
průměr	1 798	3 297,6	1 798

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 sjednocuje spotřeby ÚT na stejnou bázi na dlouhodobý průměr denostupňů (sledování cca 50 let).

tabulka 17 Upravená vstupní energetická bilance objektu (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 6)

Škola			
ř.	ukazatel	GJ/rok	Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	2 036,27	637 071
2	Změna zásob paliv	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	2 036,27	637 071
4	Prodej energie cizím	0,00	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	2 036,27	637 071
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	177,25	36 777
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	1 750,76	480 340
7a	z toho na vytápění	1 620,76	336 284
7b	z toho na TUV	130,00	144 055
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	108,25	119 954

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH

3.2.5 Shrnutí spotřebičů elektrické energie

Osvětlení budovy školy je zářivkové. Nelze tedy předpokládat významnější úspory elektrické energie rekonstrukcí osvětlení. Oběhová čerpadla v kotelně nemají, kromě dvou čerpadel, žádnou regulaci otáček. Zde lze dosáhnout menší úspory spotřeby elektrické energie.

3.2.6 Shrnutí vzduchotechnického zařízení

Pro výměnu vzduchu v aule je instalována vzduchotechnická jednotka. Není vybavena rekuperací tepla. Její instalaci lze dosáhnout malých úspor tepla. Vzduchotechnika pro klubovnu není vybavena rekuperací tepla, vzhledem k charakteru provozu a velkým tepelným ziskům v klubovně, nemá smysl ji instalovat.

3.3 Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství

Součinitele prostupu tepla obvodových stěn, oken a dalších konstrukcí jsou z pohledu dnešních požadavků na výstavbu a tepelnou ochranu budov na nevyhovující úrovni, konstrukce nesplňují požadavky na součinitel prostupu tepla (dříve tepelný odpor) uvedené v normě ČSN 73 0540-2.

Plynová kotelná pro objekt školy je na odpovídající technické úrovni. Regulace teploty otopné vody je ekvitermní. Otopná tělesa jsou článková a nejsou osazena termostatickými ventily s termostatickými hlavicemi. Jejich instalaci řeší zákon č. 406/2000 Sb. § 6 odst.7. Doba, do které je nutno tuto povinnost splnit, je uvedena v § 14 odst.2 a kontrola a sankce za nesplnění je uvedena v § 12 odst.2 písmene b) a c). Tuto povinnost dále upřesňuje vyhláška č. 152/2001 Sb. v § 6 odst. 1. Prováděcím předpisem je vyhláška č. 151/2001 Sb. a to § 5 odst. 1 a § 8. Z těchto právních předpisů vyplývá pro tento objekt povinnost instalace individuálního automatického regulačního zařízení u jednotlivých spotřebičů určených pro vytápění reagující na změny vnitřních teplotních podmínek a výskyt tepelných zisků (tj. termostatických ventilů s termostatickými hlavicemi) vlastníkem objektu.

Elektrické spotřebiče jsou ve stavu odpovídajícím jejich stáří a při jejich obměně je třeba dbát na nákup energeticky úsporných zařízení.

4. NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

4.1 Druhy úsporných opatření

Úsporná opatření je možné dělit podle:

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 např. o utěsnění oken (snížení infiltrace), výměna dveří s lepšími tepelně technickými vlastnostmi apod.

vysokonákladová - opatření týkající se kompletní rekonstrukce fasády (výměna oken, zateplení) apod.

b) podle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

opatření s rychlou návratností - takové opatření, které dosahuje vysokých úspor energie v poměru k vynaloženým nákladům. Pro taková opatření musí již být vytvořeny podmínky.

opatření nenávratná nebo s vysokou dobou ekonomické návratnosti - jsou to opatření směřující obecně ke snížování energetické náročnosti provozu zařízení.

4.2 Beznákladová a nízkonákladová opatření

4.2.1 Opatření 1 - Energetický management

Průběžné sledování a vyhodnocování spotřeb energií umožňuje rychlejší reakce na vznikající neehospodárnosti v provozu. S minimálními náklady tak lze dosáhnout úspor až v řádu procenta spotřeby. Pravidelné zapisování spotřeb a jejich přepočty vzhledem k rozdílnému klimatu v jednotlivých letech umožňuje sledování efektivity jednotlivých opatření a jejich kombinací. Součástí opatření je i poučení zaměstnanců a žáků o správném užívání budovy a jejích systémů TZB. Vzhledem k obtížnému určení skutečné úspory není toto opatření zahrnuto do bilancí energií a finančních prostředků dalších posuzovaných variant.

4.2.2 Opatření 2 - Zavedení druhotné regulace v místě spotřeby (termoregulační hlavice).

Zákon 406/2000Sb. s dalšími předpisy ukládá povinnost instalovat individuální automatická regulační zařízení v objektech vybraného typu. Tato povinnost se na objekt školy vztahuje. Instalace termostatických ventilů s termostatickými hlavicemi umožní otopné soustavě reagovat na tepelné zisky a na rozdílné požadavky na tepelně vlhkostní mikroklima v jednotlivých místnostech.

4.3 Vysokonákladová opatření

4.3.1 Opatření 3 - Zateplení stropu posledního nadzemního podlaží

Stávající stropní konstrukce je provedena tradičně - dřevěný strop se škvárovým násypem. Položením tepelné izolace dojde ke zlepšení tepelně technických vlastností konstrukce.

4.3.2 Opatření 4 - Výměna oběhových čerpadel

Stávající oběhová čerpadla otopné soustavy jsou velmi různorodá a až na dvě výjimky bez možnosti regulace otáček. Jejich náhradou za nová čerpadla s touto regulací lze ušetřit až 25 % původní spotřeby elektrické energie.

4.3.3 Opatření 5 - Výměna skel ve stávajících oknech

Stávající okna mají nevyhovující tepelně technické parametry. Osazením dvouskel s lepšími tepelně technickými parametry dojde ke snížení spotřeby tepla prostupem okny.

4.4 Souhrn navržených opatření

V následující tabulce je uvedeno přehledné shrnutí realizačních nákladů a předpokládaných úspor energie u jednotlivých navrhovaných opatření.

tabulka 18 Souhrn navrhovaných opatření

Navržené opatření	Označení	Náklady na realizaci	Konečná úspora energie
		tis. Kč	GJ/rok
Energetický management	O1	10	10
Termoregulační hlavice	O2	320	90
Zateplení stropu pod půdou	O3	780	170
Výměna oběhových čerpadel	O4	640	8
Výměna skel v oknech	O5	800	240

4.5 Definování variant

V dalším textu jsou sestaveny soubory opatření do jednotlivých variant. Jednotlivé varianty jsou sestaveny z vysokonákladových opatření, doplněných beznákladovými a nízkonákladovými opatřeními. Navržená opatření lze realizovat každé samostatně a přinesou příslušnou úsporu energie. Další rozbor bude proveden pro plné varianty :

VAR 1 – Kombinace energetického managementu a termoregulačních ventilů s termostatickou hlavici

VAR 2 – Kombinace energetického managementu, termoregulačních ventilů s termostatickou hlavici a výměnou oběhových čerpadel

VAR 3 – Kombinace energetického managementu, termoregulačních ventilů s termostatickou hlavici a zateplení stropu pod půdou

VAR 4 – Kombinace energetického managementu, termoregulačních ventilů s termostatickou hlavici a výměnou skel v oknech

V následujících tabulkách a grafech jsou shrnuty upravené energetické bilance jednotlivých energeticky úsporných opatření, 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 vztaženy k cenám za rok 2003. Označení varianty 0 v následujících tabulkách a v grafu charakterizuje současný (výchozí) stav.

4.5.1 Varianta č. 1

Seznam opatření : Opatření 1 - Energetický management

Opatření 2 - Zavedení druhotné regulace v místě spotřeby (termoreg. hlavice)

Roční úspory po realizaci projektu

90 GJ

18 tis. Kč/rok

Náklady

320 tis. Kč

Základní znaky:

- přizpůsobení tepelného režimu individuálním potřebám vytápěných prostorů

Otopná soustava je regulována v závislosti na venkovní teplotě. Instalací regulace v místě konečné spotřeby (na otopných tělesech) se však docílí kvalitnějšího zásobování teplem na vytápění a efektivnější splnění požadavků na vnitřní tepelně vlhkostní mikroklima (vnitřní teploty). Z důvodu možné neodborné manipulace dětmi se doporučuje instalovat termoregulační ventily s odjímatelnou hlavicí, aby bylo tomuto zabráněno. Tyto ventily jsou dražší než klasické (cca 1 200- 1 300 Kč/kus vč. DPH a montáže). Zároveň s těmito ventily je nutno osadit regulátory diferenčního tlaku nebo přepouštěcí ventily.

Po osazení termoregulačních ventilů a nových čerpadel bude nutné kvalitně hydraulicky vyvážit otopnou soustavu, jinak bude hrozit neefektivní provoz soustavy, může např. dojít k nedotápění nebo k přetápění některých prostor, k vyšším oběhovým rychlostem otopné vody v některých místech apod.

tabulka 19 Upravená energetická bilance pro variantu č.1(GJ/rok)(vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6)

4.5.2 Varianta č. 2

Seznam opatření:

- ✓ Opatření 1 - Energetický management
- ✓ Opatření 2 - Zavedení druhotné regulace v místě spotřeby (termoreg. hlavice)
- ✓ Opatření 4 - Výměna oběhových čerpadel

Roční úspory po realizaci projektu

98 GJ

27 tis. Kč/rok

Náklady

940 tis. Kč

Základní znaky:

- přizpůsobení tepelného režimu individuálním potřebám vytápěných prostorů
- zefektivnění distribuce tepla v objektu

Otopná soustava je regulována v závislosti na venkovní teplotě. Instalací regulace v místě konečné spotřeby (na otopných tělesech) se však docílí kvalitnějšího zásobování teplem na vytápění a efektivnější splnění požadavků na vnitřní tepelně vlhkostní mikroklima (vnitřní teploty). Z důvodu možné neodborné manipulace dětmi se doporučuje instalovat termoregulační ventily s odjímatelnou hlavicí, aby bylo tomuto zabráněno. Tyto ventily jsou dražší než klasické (cca 1 200- 1300 Kč/kus vč. DPH a montáže). Zároveň s těmito ventily je nutno osadit regulátory diferenčního tlaku nebo přepouštěcí ventily.

Čerpadla s elektronickou regulací otáček jsou schopná okamžitě reagovat na hydraulické poměry v otopné soustavě. Nedochází ke zbytečnému zrychlování průtoku otopné vody a zvětšování hydraulických ztrát. Náklady na jedno čerpadlo činí přibližně 80 000 Kč/kus včetně DPH a montáže.

Po osazení termoregulačních ventilů a nových čerpadel bude nutné kvalitně hydraulicky vyvážit otopnou soustavu, jinak bude hrozit neefektivní provoz soustavy, může např. dojít k nedotápění nebo k přetápění některých prostor, k vyšším oběhovým rychlostem otopné vody v některých místech apod.

tabulka 20 Upravená energetická bilance pro variantu č.1(GJ/rok)(vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6)

4.5.3 Varianta č. 3

Seznam opatření : Opatření 1 - Energetický management
Opatření 2 - Zavedení druhotné regulace v místě spotřeby (termoreg. hlavice)
Opatření 3 - Zateplení stropu posledního nadzemního podlaží

Roční úspory po realizaci projektu 260 GJ 54 tis. Kč/rok
Náklady 1 080 tis. Kč

Základní znaky:

- přizpůsobení tepelného režimu individuálním potřebám vytápěných prostorů
- zefektivnění distribuce tepla v objektu
- zlepšení tepelné pohody (snížení sálání studeného stropu)
- úspora na vytápění

Stávající stropní konstrukce nesplňuje platné požadavky na tepelně technické vlastnosti dle normy ČSN 730540-2. Dochází zde ke ztrátě přibližně deseti procent veškerého tepla spotřebovaného na vytápění objektu. Řešením je položení tepelné izolace na podlahu půdního prostoru. Konstrukce by měla splňovat požadavky normy ČSN 730540-2 na součinitel prostupu tepla $U_N = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. V případě realizace je výhodnější splnit doporučovanou hodnotu na součinitel prostupu tepla ($U_N = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), neboť dodatečné náklady na materiál tepelné izolace jsou plně kompenzovány dodatečnou úsporou tepla na vytápění. Doporučeným materiálem na zateplení je tedy minerální vlna v minimální celkové tloušťce 150 mm.

Otopná soustava je regulována v závislosti na venkovní teplotě. Instalaci regulace v místě konečné spotřeby (na otopných tělesech) se však docílí kvalitnějšího zásobování teplem na vytápění a efektivnější splnění požadavků na vnitřní tepelně vlhkostní mikroklima (vnitřní teploty). Z důvodu možné neodborné manipulace dětmi se doporučuje instalovat termoregulační ventily s odjímatelnou hlavici, aby bylo tomuto zabráněno. Tyto ventily jsou dražší než klasické (cca 1 200- 1300 Kč/kus vč. DPH a montáže). Zároveň s těmito ventily je nutno osadit regulátory diferenčního tlaku nebo prepouštěcí ventily.

Po osazení termoregulačních ventilů a zateplení stropu bude nutné kvalitně hydraulicky vyvážit otopnou soustavu, jinak bude hrozit neefektivní provoz soustavy, může např. dojít k nedotápění nebo k přetápění některých prostor, k vyšším oběhovým rychlostem otopné vody v některých místech apod.

tabulka 21 Upravená energetická bilance pro variantu č.1(GJ/rok)(vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6)

4.5.4 Varianta č. 4

Seznam opatření : Opatření 1 - Energetický management
Opatření 2 - Zavedení druhotné regulace v místě spotřeby (termoreg. hlavice)
Opatření 5 - Výměna skel ve stávajících oknech

Roční úspory po realizaci projektu 260 GJ 54 tis. Kč/rok
Náklady 1 100 tis. Kč

Základní znaky:

- přizpůsobení tepelného režimu individuálním potřebám vytápěných prostorů
- zefektivnění distribuce tepla v objektu
- úspora na vytápění

Stávající okna nesplňují platné požadavky na tepelně technické vlastnosti dle normy ČSN 730540-2. Dochází zde k tepelné ztrátě prostupem ve výši přibližně dvaceti procent veškerého tepla spotřebovaného na vytápění objektu. Vzhledem k památkové ochraně budovy je řešením výměna jednoduchého zasklení stávajících oken za tepelně izolační dvouskla. Zůstane tak zachován původní vzhled objektu. Při rekonstrukci je třeba provést celkovou repasi oken. Nevýhodou řešení je zachování velikosti tepelné ztráty infiltrací, která však umožňuje výměnu vzduchu v místnostech. Tepelně izolační dvousklo by mělo splňovat požadavky normy ČSN 730540-2 na součinitel prostupu tepla $U_N = 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. V případě realizace je výhodnější splnit doporučenou hodnotu na součinitel prostupu tepla ($U_N = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), neboť dodatečné náklady na dvousklo jsou plně kompenzovány dodatečnou úsporou tepla na vytápění.

Otopná soustava je regulována v závislosti na venkovní teplotě. Instalací regulace v místě konečné spotřeby (na otopných tělesech) se však docílí kvalitnějšího zásobování teplem na vytápění a efektivnější splnění požadavků na vnitřní tepelně vlhkostní mikroklima (vnitřní teploty). Z důvodu možné neodborné manipulace dětmi se doporučuje instalovat termoregulační ventily s odjímatelnou hlavicí, aby bylo tomuto zabráněno. Tyto ventily jsou dražší než klasické (cca 1 200- 1300 Kč/kus vč. DPH a montáže). Zároveň s těmito ventily je nutno osadit regulátory diferenčního tlaku nebo přepouštěcí ventily.

Po osazení termoregulačních ventilů a zateplení stropu bude nutné kvalitně hydraulicky vyvážit otopnou soustavu, jinak bude hrozit neefektivní provoz soustavy, může např. dojít k nedotápění nebo k přetápění některých prostor, k vyšším oběhovým rychlostem otopné vody v některých místech apod.

tabulka 22

Upravená energetická bilance pro variantu č.1(GJ/rok)(vyhláška č. 213/2001 Sb., příloha č. 6)