
ENERGETICKÝ AUDIT



Taneční konzervatoř Brno

Obsah:

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	5
1.1. Zadavatel energetického auditu a majitel objektu.....	5
1.2. Provozovatel předmětu energetického auditu.....	5
1.3. Zpracovatel energetického auditu.....	5
1.4. Předmět energetického auditu.....	5
1.5. Cíl energetického auditu.....	6
1.6. Údaje pro zpracování předmětu energetického auditu.....	6
1.7. Legislativní předpisy.....	7
2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU.....	8
2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu.....	8
2.1.1. Základní popis předmětu EA.....	8
2.2. Základní údaje o energetických vstupech.....	9
2.3. Dopad stávajícího energetického hospodářství na životní prostředí.....	12
2.4. Základní informace o budově.....	13
2.4.1. Stavební konstrukce.....	13
2.4.2. Technická zařízení budov (TZB).....	14
2.4.3. Fotodokumentace.....	15
2.5. Základní informace o technologických spotřebičích.....	16
2.6. Zkušenosti z provozu.....	17
2.7. Energetické manažerství.....	17
2.8. Stavební úpravy a rekonstrukce objektu.....	17
3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU.....	18
3.1. Tepelně technické parametry konstrukcí předmětu energetického auditu.....	18
3.2. Zhodnocení stavu a úrovně TZB.....	19
3.3. Roční energetická bilance.....	21
3.3.1. Okrajové podmínky výpočtu roční energetické bilance.....	21
3.3.2. Tepelné ztráty předmětu energetického auditu.....	22
3.3.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy.....	22
3.3.3. Tepelné zisky předmětu energetického auditu.....	23
3.3.4. Roční potřeba energií.....	24
3.3.5. Třída energetické náročnosti budovy a klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy.....	24
3.4. Závěrečné zhodnocení hospodárnosti s nakládání s energií.....	26
4. NÁVRH KONKRÉTNÍCH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE.....	27
4.1. Doporučená opatření ve stavebních konstrukcích.....	27
4.1.1. Zateplení obvodového pláště.....	27
4.1.2. Výměna výplní otvorů.....	28
4.1.3. Zateplení střechy.....	28

4.1.4. Zateplení podlahy	28
4.2. Doporučená opatření v TZB.....	29
4.2.1. Zdroj tepla a ohřev TV	29
4.2.2. Otopná soustava	29
4.2.3. Tepelné izolace	30
4.2.4. Energetické manažerství	31
4.2.5. Elektroinstalace	32
4.2.6. Obnovitelné zdroje.....	32
4.3. Energeticko ekonomické vyhodnocení navržených opatření.....	35
4.4. Návrh variantních řešení úspor energie.....	36
4.4.1. Varianta č. 1	36
4.4.2. Varianta č.2.....	36
4.4.3. Varianta pro příspěvkové organizace	37
4.4.4. Další doporučení	37
5. ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	38
5.1. Varianta č.1	38
5.2. Varianta č.2.....	39
6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	41
6.1. Postup vyhodnocení ekonomické efektivnosti	41
6.2. Ekonomické porovnání jednotlivých opatření	42
7. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	45
8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU	46
8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství.....	46
8.2. Celková výše dosažitelných energetických úspor.....	46
8.3. Návrh optimální varianty	47
8.4. Podmínky dosažení úspor energie.....	49
8.5. Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie	49
8.6. Evidenční list energetického auditu.....	50

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1. Zadavatel energetického auditu a majitel objektu

Název / jméno	Taneční konzervatoř Brno		
Adresa	Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná		
Odpovědný zástupce	Mgr. Kárný Zdeněk		
Telefon	548539080	Fax	
IČO	00567566	DIČ	

1.2. Provozovatel předmětu energetického auditu

Název / jméno	Taneční konzervatoř Brno		
Adresa	Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná		
Kontaktní osoba	Mgr. Kárný Zdeněk		
Telefon	548539080	Fax	
IČO	00567566	DIČ	

1.3. Zpracovatel energetického auditu

Jméno	Ing. Aleš Novák		
	Energetický auditor zapsán na seznamu MPO pod č. 173		
Adresa	Oblá 40, 634 00 Brno		
Telefon	724224116		
E-mail	a.n.o@seznam.cz		
IČO	44984146		

1.4. Předmět energetického auditu

Název	Taneční konzervatoř Brno		
Adresa	Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná		
Zřizovatel	Jihomoravský kraj		

1.5. Cíl energetického auditu

Cílem energetického auditu je nalezení potenciálu úspor energie předmětu energetického auditu, navržení možných variant energeticky úsporných opatření ke snížení stávající energetické náročnosti předmětu energetického auditu a jejich posouzení z hlediska energetického a ekonomického.

Energetický audit byl zpracován v souladu se Zákonem 406/2000 Sb., o hospodaření s energií ze dne 25 října 2000 ve znění zákona č.359/2003 Sb., 694/2004 Sb., 180/2005 Sb., 177/2006Sb. a 406/2006 Sb., Vyhláškou 213 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 14. června 2001, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu ve znění Vyhlášky č. 425/2004 Sb. ze dne 29. června 2004 a Vyhláškou 148 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 18. června 2007, o energetické náročnosti budov.

1.6. Údaje pro zpracování předmětu energetického auditu

Podkladem pro popis a zjištění stávajícího stavu byly:

- Projektová dokumentace stavební části;
- Zpráva o revizi elektrického zařízení;
- Data týkající se spotřeby a nákladů za elektrickou energii, teplo a zemní plyn za období 2009 - 2011 dodaná provozovatelem;
- Obhlídka budovy a zdokumentování současného stavu provedená energetickým auditorem Ing. Alešem Novákem;

1.7. Legislativní předpisy

Legislativní předpisy použité pro tepelně technickou, resp. energetickou část auditu :

- [1] Zákon č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií v platném znění
- [2] Vyhláška MPO č. 349/2010 Sb., kterou se stanoví minimální účinnost užití energií při výrobě elektřiny a tepelné techniky
- [3] Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- [4] Vyhláška MPO č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- [5] Vyhláška MPO č. 213/2001 Sb. ve znění Vyhlášky č. 425/2004 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu
- [6] Vyhláška MPO č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov
- [7] ČSN 73 0540 -1 Tepelná ochrana budov - Termíny a definice - Veličiny pro navrhování a ověřování
- [8] ČSN 73 0540 -2 Tepelná ochrana budov - Funkční požadavky
- [9] ČSN 73 0540 -3 Tepelná ochrana budov - Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování
- [10] ČSN 73 0540 -4 Tepelná ochrana budov - Výpočtové metody pro navrhování a ověřování
- [11] ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – Projektování a montáž
- [12] ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování
- [13] ČSN 38 3350 Zásobování teplem – Všeobecné zásady
- [14] ČSN 73 0542 Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov
- [15] ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění – Obytné budovy
- [16] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- [17] ČSN EN ISO13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění

2. POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

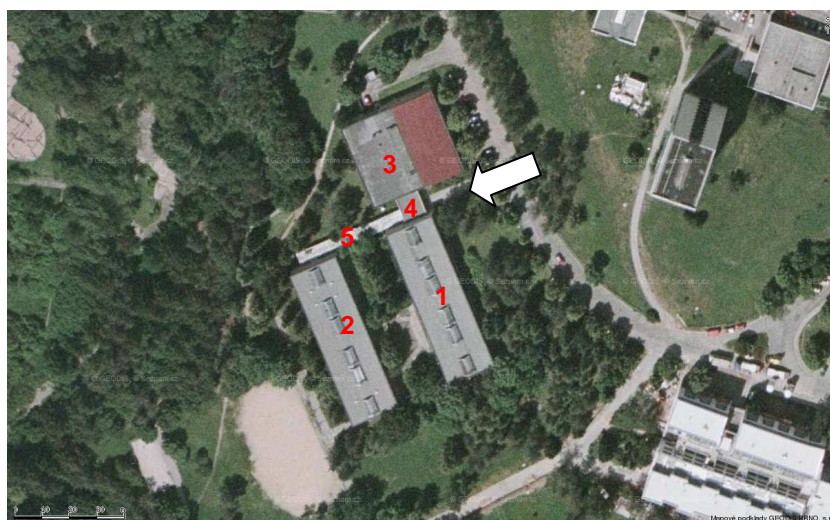
2.1. Základní údaje o předmětu energetického auditu

Název předmětu EA:	Taneční konzervatoř Brno
Adresa předmětu EA:	Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná
Typ stavby :	Budova pro vzdělávání (terciární sféra)
Provozní režim:	Pracovní dny od 7 ⁰⁰ do 17 ⁰⁰ mimo dny prázdnin
Počet žáků:	cca 170
Počet pracovníků:	pedagogických a provozních cca 70
Počet lůžek internátu:	26

2.1.1. Základní popis předmětu EA

Jedná se o areál skládající se ze dvou učebnových pavilonů UVMV a USU vzájemně propojených nevytápěnou chodbou a pavilonu, ve kterém se nachází tělocvična (taneční sál), kuchyně s jídelnou a internát. Pavilon UVMV je propojen s tělocvičnou a jídelnou jednopodlažní vstupní halou. Pavilony UVMV a USU mají dvě nadzemní podlaží, ve kterých jsou učebny, kabinety a sociální zařízení. Pavilon tělocvičny má částečně jedno podzemní a dvě nadzemní podlaží. V nevytápěném 1.PP se nachází sklady, předávací stanice a rozvody energií. V 1.NP je tělocvičná hala a kuchyně s jídelnou. Ve 2. NP se nachází internát. Střechy všech objektů jsou ploché jednoplášťové. Obvodové zdivo je provedeno z cihelných bloků CDm a CDk. Výplně otvorů tvoří dřevěná a kovová okna, kovové vstupní stěny a nová plastová okna.

Situační schéma



Legenda:	1 - učebnový pavilon UVMV
	2 - učebnový pavilon USU
	3 - tělocvična, stravovací pavilon, internát
	4 - vstupní hala
	5 - spojovací chodba (nevytápěná)

2.2. Základní údaje o energetických vstupech

Energetické hospodářství v auditovaném objektu zahrnuje tři druhy spotřebovávaných energií, a to tepelnou energii, zemní plyn a elektrickou energii.

Tepelná energie

Tepelná energie je nakupována ve formě teplé vody a topné vody pro vytápění z horkovodní výměňkové stanice umístěné systému CZT teplárny Brno a je ve vlastnictví dodavatele tepelné energie.

Přehled celkové spotřeby tepla

rok		2009	2010	2011	průměr
spotřeba tepla - vytápění	GJ	2 377	2 285	2 150	2 218
cena	Kč	1 773 000	1 577 000	1 302 000	1 439 500

Zemní plyn

Zemní plyn je využíván v kuchyni pro vaření. Zemní plyn je přiveden z plynovodního řádu do 1.PP, kde je hlavní uzávěr plynu a fakturační plynoměr G 10 s rozsahem měření 0,1 – 10 m³/h. Dodavatelem zemního plynu je společnost jihomoravská plynárenská a.s.(RWE).

Přehled celkové spotřeby zemního plynu

rok		2009	2010	2011	průměr
spotřeba zemního plynu	m ³	815	650	612	733
cena	Kč	10 000	9 000	8 000	9 500

Elektrická energie

Elektrická energie je odebírána pro účely osvětlení, ohřev teplé vody a provoz elektrospotřebičů. Objekt školy je napájen z rozvodu nn do přípojkové skříně umístěné na fasádě objektu. Dodavatelem elektrické energie je E-ON a.s.

Přehled celkové spotřeby elektrické energie

rok		2009	2010	2011	průměr
spotřeba elektrické energie	kWh	64 551	62 544	64 136	63 340
cena	Kč	245 000	237 000	243 000	240 000

Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

Rok 2009

ř	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [MJ/jedn.]	Přepočet na [GJ/rok]	Provozní náklady [tis.Kč/rok]
1	Elektrická energie	MWh	64,6	3,60	232	245
2	Teplo	GJ	2 377,0	1,00	2 377	1 773
3	Zemní plyn	tis. m ³	0,8	34,05	28	10
4	Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
5	Černé uhlí	t	-	-	-	-
6	Koks	t	-	-	-	-
7	Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
8	TTO	t	-	-	-	-
9	LTO	t	-	-	-	-
10	nafta	t	-	-	-	-
11	jiné plyny	tis. m ³	-	-	-	-
12	Druhotná energie	GJ	-	-	-	-
13	Obnovitelné zdroje	GJ	4,7	1,00	5	-
14	Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
15	Celkem vstupy paliv a energie				2 642	2 028
16	Změna stavu zásob				0	0
17	Celkem spotřeba paliv a energie				2 642	2 028

Rok 2010

ř	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [MJ/jedn.]	Přepočet na [GJ/rok]	Provozní náklady [tis.Kč/rok]
1	Elektrická energie	MWh	62,5	3,60	225	237
2	Teplo	GJ	2 285,0	1,00	2 285	1 577
3	Zemní plyn	tis. m ³	0,7	34,05	22	9
4	Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
5	Černé uhlí	t	-	-	-	-
6	Koks	t	-	-	-	-
7	Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
8	TTO	t	-	-	-	-
9	LTO	t	-	-	-	-
10	nafta	t	-	-	-	-
11	jiné plyny	tis. m ³	-	-	-	-
12	Druhotná energie	GJ	-	-	-	-
13	Obnovitelné zdroje	GJ	4,7	1,00	5	-
14	Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
15	Celkem vstupy paliv a energie				2 537	1 823
16	Změna stavu zásob				0	0
17	Celkem spotřeba paliv a energie				2 537	1 823

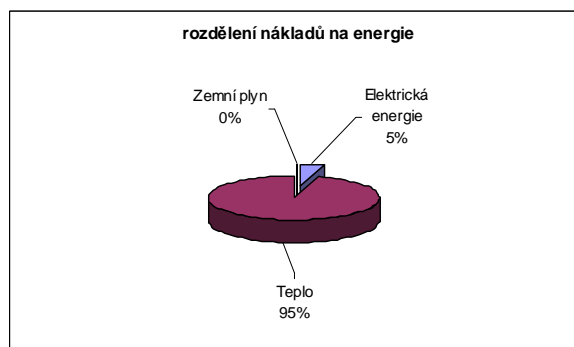
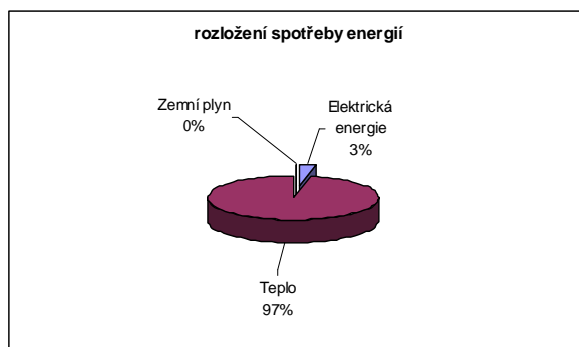
Rok 2011

ř	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [MJ/jedn.]	Přepočet na [GJ/rok]	Provozní náklady [tis.Kč/rok]
1	Elektrická energie	MWh	64,1	3,60	231	243
2	Teplo	GJ	2 150,0	1,00	2 150	1 302
3	Zemní plyn	tis. m ³	0,6	34,05	21	8
4	Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
5	Černé uhlí	t	-	-	-	-
6	Koks	t	-	-	-	-
7	Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
8	TTO	t	-	-	-	-
9	LTO	t	-	-	-	-
10	nafta	t	-	-	-	-
11	jiné plyny	tis. m ³	-	-	-	-
12	Druhotná energie	GJ	-	-	-	-
13	Obnovitelné zdroje	GJ	4,7	1,00	5	-
14	Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
15	Celkem vstupy paliv a energie				2 406	1 553
16	Změna stavu zásob				0	0
17	Celkem spotřeba paliv a energie				2 406	1 553

průměr

ř	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [MJ/jedn.]	Přepočet na [GJ/rok]	Provozní náklady [tis.Kč/rok]
1	Elektrická energie	MWh	63,3	3,60	228	240
2	Teplo	GJ	2 217,5	1,00	2 218	1 440
3	Zemní plyn	tis. m ³	0,7	34,05	25	10
4	Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
5	Černé uhlí	t	-	-	-	-
6	Koks	t	-	-	-	-
7	Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
8	TTO	t	-	-	-	-
9	LTO	t	-	-	-	-
10	nafta	t	-	-	-	-
11	jiné plyny	tis. m ³	-	-	-	-
12	Druhotná energie	GJ	-	-	-	-
13	Obnovitelné zdroje	GJ	4,7	1,00	5	-
14	Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
15	Celkem vstupy paliv a energie				2 475	1 689
16	Změna stavu zásob				0	0
17	Celkem spotřeba paliv a energie				2 475	1 689

Grafické znázornění energetických vstupů



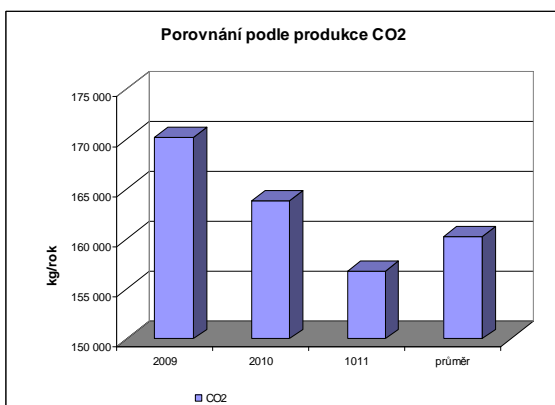
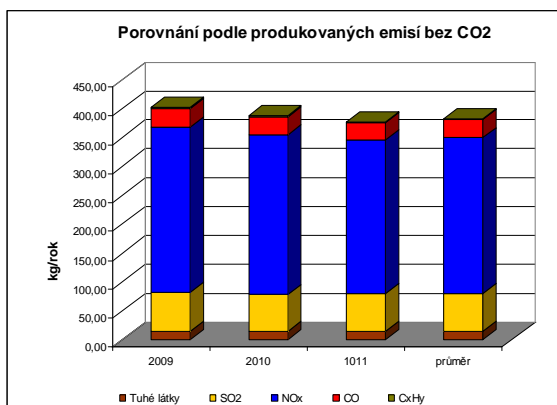
Z přehledu energetických vstupů je patrné, že nejvýznamnější z pohledu spotřeby a nákladů je nakupované teplo pro vytápění (viz grafy). Z tohoto důvodu se jím energetický audit zabývá nejpodrobněji, neboť dosažením úspor ve vytápění lze v tomto případě dosáhnout výrazného snížení nákladů na energie.

2.3. Dopad stávajícího energetického hospodářství na životní prostředí

Energetické hospodářství zahrnuje tepelnou energii vyráběnou v systému CZT ze zemního plynu a elektrickou energii, která je vyráběna dle údajů dodavatele především z uhlí v systémových hnědouhelných elektrárnách. Dopad na životní prostředí pak zahrnuje emise jak z vlastního zdroje výroby tepelné energie, tak ze zdroje výroby elektrické energie. Hodnoty emisí jsou pak vypočítány na základě nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Znečištění životního prostředí

Znečišťující látka	2009 (kg/rok)	2010 (kg/rok)	2011 (kg/rok)	průměr (kg/rok)
Tuhé látky	14,69	14,22	14,47	14,34
SO ₂	66,39	64,32	65,96	65,14
NO _x	286,66	275,99	264,29	270,14
CO	33,03	31,86	31,14	31,50
C _x H _y	1,68	1,61	1,52	1,56
CO ₂	170 167	163 823	156 752	160 288



Poznámka: palivový mix dle dodavatele tvoří 53,84% uhlí; 2,90 zemní plyn; 0,16% topný olej; 34,75% jaderná energie; 3,81% vodní energie; 1,24% ostatní OZ; 3,30% neuvedeno.

2.4. Základní informace o budově

2.4.1. Stavební konstrukce

Neprůsvitné obvodové konstrukce

Obvodové zdivo průčelí je z cihel CDk tl. 290mm, štítové zdivo je z cihel CDm tl. 335mm. Všechna obvodová zdiva jsou opatřena vnější a vnitřní omítkou.

Střecha

Střecha pavilónů je plochá jednoplášťová z keramicko betonových panelů. Tepelně izolační vrstvu tvoří plynosilikátové panely tl. 150 mm na spádové vrstvě struskové pemzy. Tepelně izolační vrstvu střechy tělocvičny tvoří plynosilikátové panely tl. 100 mm a Polsid tl. 30mm . Střecha učebnových pavilónů byla dodatečně zateplena PPS tl. 60 mm.

Podlahy

Podlaha 1.NP nad suterénem je betonová, nášlapnou vrstvu tvoří dle využití místností keramická dlažba, PVC nebo vlysy. Tepelnou izolaci tvoří polystyrénové desky tl. 20-30 mm.

Výplně otvorů

Výplně otvoru v obvodovém plášti tvoří dřevěná zdvojená okna s meziokenními vložkami (MIV), ocelové prosklené stěny s dveřmi, v tělocvičně skleněné tvárnice luxfer a ve střechách kovové světlíky.

Součinitele prostupu tepla obálky budovy

Druh konstrukce	Souč.prostupu tepla U
Cihelné zdivo CDk	1,347 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Cihelné zdivo Cdm	1,427 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Střecha plochá - pavilony	0,566 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Střecha plochá – vstupní hala	0,758 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Střecha plochá - tělocvična	0,615 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Podlaha přilehlá k zemině	1,046 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Podlaha nad 1,PP	1,289 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
MIV	1,109 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Dřevěná okna zdvojená	2,4 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Plastová okna s termoizolačním dvojsklem	1,2 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Luxfery	3,0 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Světlíky	6,0 [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Kovové prosklené stěny s dveřmi	6,5 [W.m ⁻² .K ⁻¹]

2.4.2. Technická zařízení budov (TZB)

Zdroj tepla

Objekt nemá vlastní zdroj tepla je napojen na horkovodní výměňikovou stanici systému CZT. Do objektu je přivedena samostatná topná větev do technické místnosti v 1.PP objektu tělocvičny na centrální rozdělovač. Odtud je rozvedena do tří ekvitermně regulovaných větví pro vytápění a jedné větve pro vzduchotechnické jednotky.

Otopný systém

Otopný systém byl navržen jako teplovodní s tepelným spádem 90/70°C s nuceným oběhem. Oběh topné vody zajišťují v každé větvi teplovodní oběhová čerpadla WILO typu TOP S. Otopnou plochu tvoří převážně litinová článková tělesa osazená ventily s termostatickými hlaviciemi. Regulaci diferenčního tlaku zajišťují regulační ventily umístěné na patách jednotlivých odboček.

Příprava teplé vody

Stávající rozvodný systém je čtyřtrubkový, kdy je teplá voda (TV) pro objekt připravována centrálně ve výměňikové stanici. V současné době probíhá instalace kompaktní stanice ohřevu TV v 1.PPP objektu tělocvičny. Jedná se o kompaktní stanici Anicor AKU 100 o výkonu 250 kW a s vyrovnávacím zásobníkem o objemu 100 l. Rozvody TV jsou vesměs původní z ocelových pozinkovaných trubek. Cirkulace TV je zavedena do výměňikové stanice.

Měření a regulace MaR

V předávací místnosti je v každé topné větvi trojcestná klapka. Ekvitermní regulaci vytápění pak zajišťují regulátory Landis&Gyr typ RVA 46.531 a RVA 63.280. Další doregulace vytápění je možná pomocí termostatických ventilů. Měření spotřebovaného tepla je umístěno na zpětném potrubí do výměňikové stanice, jedná se o měřič tepla Supercal DN 80.

Elektroinstalace

Elektrická soustava je 3PEN AC 50Hz, 3x230/400V, TN-C, ochrana proti nebezpečnému dotykovému napětí je provedena samočinným odpojením od zdroje. Rozvody jsou provedeny vodiči AYKY, AGY a CYKY, které jsou uloženy pod omítkou nebo v lištách. Osvětlení je provedeno převážně původními zářivkovými svítilny a žárovkovými svítilny.

Vzduchotechnika a klimatizace

V předávací místnosti je pro školní kuchyni instalována vzduchotechnická jednotka Robatherm o vzduchovém výkonu 8500 m³/h. Ohřev vzduchu zajišťuje teplovodní výměňik s teplotním spádem 70/50°C a výkonu 103,3 kW. Hygienická výměna vzduchu v jednotlivých místnostech pavilonů je zajištěna přirozenou infiltrací výplněmi otvorů.

2.4.3. Fotodokumentace



Pavilon USU



Pavilon stravování a internát



Pavilon UVMV



Tělocvična



Předávací stanice



Fakturační měřič tepla



Osvětlovací těleso



Otopné těleso

2.5. Základní informace o technologických spotřebičích

Tepelná energie

Nejvýznamnějším spotřebičem tepelné energie je sama budova. Její tepelně technické parametry byly popsány v předešlé kapitole.

Zemní plyn

Významnými technologickými spotřebiči zemního plynu jsou zařízení kuchyně

Zařízení	počet	Výkon
Sporák SPE 40A	2	17 kW
Pánev Nagema	1	19 kW
Varný kotel Gasz Trometal GLF 1430	1	35

Elektrická energie

Druhým energetickým vstupem je elektrická energie. Ta je využívána především k osvětlení a pro spotřebiče v kuchyni.

Roční provozní hodiny jednotlivých elektrických spotřebičů nejsou zaznamenávány a jejich počet lze těžko odhadnout. Spotřebiče lze pouze rozdělit na ty, které jsou využívány intenzivněji v rámci provozu a na ostatní, jejichž využití je minimální.

Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	Jednotka	2009	2010	2011
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0	0	0
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0	0	0
5	Výroba elektřiny	MWh	0	0	0
6	Prodej elektřiny	MWh	0	0	0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	0	0	0
8	Spotřeba paliv v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0	0	0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	2 377	2 285	2 150
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	0	0	0
11	Spotřeba tepla v palivu na vyr. tepla	GJ	2 377	2 285	2 150
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8+ř.11)	GJ	2 377	2 285	2 150

Základní energetické bilance

ř.	Ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
		2009		2010		2011	
1	Vstupy paliv a energie	2 642	2 028	2 537	1 823	2 406	1 553
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	2 642	2 028	2 537	1 823	2 406	1 553
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	2 642	2 028	2 537	1 823	2 406	1 553
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	104	74	95	64	90	54
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	2 306	1 720	2 216	1 530	2 086	1 263
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	232	245	225	237	231	243

2.6. Zkušenosti z provozu

Energetickému auditorovi nebyly předány žádné informace o negativních zkušenostech nebo zvláštnostech hodných pozornosti za dobu trvání provozu předmětu energetického auditu.

2.7. Energetické manažerství

Předmět energetického auditu má zaveden velmi jednoduchý systém energetického manažerství, kdy je spotřeba tepla, zemního plynu a elektrické energie evidována. V předávací stanici je instalována ekvitermní regulace, která umožňuje měnit parametry vytápění dle okamžitých potřeb objektu, a je plně využívána.

2.8. Stavební úpravy a rekonstrukce objektu

Dle informací provozovatele byly v objektu provedeny následující úpravy a rekonstrukce.

Zateplení střech učebnových pavilonů tepelnou izolací tl. 60 mm;

Instalace ekvitermních regulací v předávací stanici;

Výměna výplní otvorů v internátu.

3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

Stávající stav budovy je podroben analýze, ze které vyplyne návrh opatření stavební části a části TZB, které vedou k zajištění požadovaných vlastností energetického hospodářství budovy. Primárním krokem je zjištění tepelně technických parametrů jednotlivých konstrukcí, poměrného rozložení tepelných ztrát a následné specifikování tepelných zisků. Na základě těchto výstupů a posouzení topného systému jsou stanoveny potřeby energií, jejich porovnání s požadovanými hodnotami a následně navrženy opatření v oblasti stavebních konstrukcí a TZB, které zajistí snížení energetické náročnosti objektu.

3.1. Tepelně technické parametry konstrukcí předmětu energetického auditu

Základním souborem technických parametrů, nutných pro stanovení energetické náročnosti budovy, je popis obalových konstrukcí a stanovení jejich tepelně technických a geometrických parametrů. Zejména součinitel prostupu tepla, jehož velikost má zásadní vliv na tepelnou ztrátu objektu a následně na spotřebu tepla pro vytápění. Posouzením tepelně technických vlastností obalových konstrukcí zjistíme, zda budova splňuje tepelně technické požadavky stanovené ČSN 73 0540 z roku 2011.

druh konstrukce	normová hodnota $U_N; U_{em,N}$		hodnota $U; U_{em}$	požadavky ČSN 73 0540-2	tech. možnost dosažení požadované hodnoty ano / ne
	požadovaná	doporučená	vypočtená		
Cihelné zdivo CDk	0,30	0,25	1,347	nesplňuje	ano
Cihelné zdivo Cdm			1,427	nesplňuje	ano
MIV			1,109	nesplňuje	ano
Střecha plochá - pavilony	0,24	0,16	0,566	nesplňuje	ano
Střecha plochá - hala			0,758	nesplňuje	ano
Střecha plochá - tělocvična			0,615	nesplňuje	ano
Podlaha nad 1.PP	0,60	0,40	1,289	nesplňuje	ano
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,3	1,15	nesplňuje	ne
Dřevěná okna zdvojená	1,5	1,2	2,4	nesplňuje	ano
Plastová okna s termoizolačním dvojsklem			1,2	splňuje	-
Luxfery			3,0	nesplňuje	ano
Kovové prosklené stěny s dveřmi			6,5	nesplňuje	ano
Světlíky	1,4	1,1	6,0	nesplňuje	ano
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}	0,47	0,35	1,05	nesplňuje	ano

Z tabulky je patrné, že stavební konstrukce tvořící obálku budovy mimo nové výplně otvorů nesplňují požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dané ČSN 73 05 40-2.

3.2. Zhodnocení stavu a úrovně TZB

Zdroj tepla

Objekt nemá vlastní zdroj tepla. V předávací stanici je instalována ekvitermní regulace, která umožňuje měnit parametry vytápění dle okamžitých potřeb objektu, a je plně využívána, což je z hlediska provozu, zvláště dojde-li k zateplení vyhovující.

Základní technické ukazatele energetického zdroje

Název ukazatele		Výpočet (z tabulky zdroje)	Vypočtená hodnota 2009	Vypočtená hodnota 2010	Vypočtená hodnota 2011
1	Roční energetická účinnost zdroje [%]	$(\text{ř}5 \times 3,6 + \text{ř}9) : \text{ř}12$	0%	0%	0%
2	Roční energetická účinnost výroby el.energie [%]	$\text{ř}5 \times 3,6 : \text{ř}8$	0%	0%	0%
3	Roční energetická účinnost výroby tepla [%]	$\text{ř}9 : \text{ř}11$	100%	100%	100%
4	Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny [GJ/MWh]	$\text{ř}8 : \text{ř}5$	0,00	0,00	0,00
5	Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla [GJ/GJ]	$\text{ř}11 : \text{ř}9$	0,00	0,00	0,00
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [hod./rok]	$\text{ř}5 : \text{ř}1$	0,00	0,00	0,00
7	Roční využití dosažitelného elektrického výkonu [hod./rok]	$\text{ř}5 : \text{ř}3$	0,00	0,00	0,00
8	Roční využití pohotového elektrického výkonu [hod./rok]	$\text{ř}5 : \text{ř}4$	0,00	0,00	0,00
9	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [hod./rok]	$(\text{ř}9 : 3,6) : \text{ř}2$	0,0	0,0	0,0

Otopný systém

Otopná tělesa jsou litinová článková tělesa s dlouhou dobou životnosti a zatím se neprojeví závažnější poruchy netěsnosti. Otopná tělesa jsou osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlavici, což odpovídá Vyhlášce č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.

Úspora energie na vytápění lze tedy dosáhnout a správným používáním TRV, zvláště dojde-li k zateplení objektu.

Z tohoto hlediska je otopná soustava hodnocena jako vyhovující.

Příprava teplé vody

V současné době je pro ohřev teplé vody instalována kompaktní předávací stanice s vyrovnávacím zásobníkem, což je hodnoceno jako vyhovující. Největších úspor energie na ohřev teplé vody lze dosáhnout např. instalací solárního ohřevu TV.

Elektroinstalace

Posouzení odběru elektřiny je rozděleno na části smluvní a provozní.

Posouzení smluvních hodnot odběru elektřiny

Posouzení smluvních hodnot spočívá ve vyhodnocení stálých plateb za elektrickou energii a zařazení odběru do příslušné sazby s cílem zjistit, zda není možné nalézt úspornější řešení. S použitím dostupných údajů je možné označit tuto sazbu pro předmětné odběry za výhodnou a není tedy třeba ji měnit.

Provedení elektroinstalace

Elektroinstalace byla provedena kabely AYKY, CYKY. Dle revizních zpráv je většina zařízení schopna bezpečného provozu. Rozvody elektroinstalace jsou proto hodnoceny jako vyhovující.

Elektrospotřebiče

Roční provozní hodiny jednotlivých spotřebičů nejsou zaznamenávány a jejich počet lze těžko odhadnout.

Osvětlení

Osvětlení je v předmětu auditu řešeno denním osvětlením, umělým osvětlením a jejich kombinací - osvětlením sdruženým. Posouzení problematiky umělého osvětlení v předmětu auditu lze rozdělit na dvě části:

a) použitý typ svítidel osvětlovací soustavy

Pro osvětlení vnitřních prostorů můžeme využít 3 druhy osvětlení:

- denní osvětlení, které využívá přírodní světlo vnikající do vnitřního prostoru otvory ve stavební konstrukci a navrhuje se nezávisle na umělém osvětlení
- umělé osvětlení, které využívá světla od umělých, převážně elektrických zdrojů světla a navrhuje se nezávisle na denním osvětlení
- sdružené osvětlení, které využívá současně denní a umělé osvětlení.

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro hospodárnost umělého osvětlení je plné využívání dostupného denního světla ve vnitřních prostorech opatřených osvětlovacími otvory. Tam, kde není možné vyhovujícího denního osvětlení docílit, dává se přednost sdruženému osvětlení před osvětlením pouze umělým.

b) provoz a údržba osvětlovací soustavy

Na kvalitu osvětlení má svůj podíl rovněž kvalitně prováděná údržba svítidel. V daném případě se jedná zejména o včasnou výměnu zářivkových trubíc či žárovek při jejich poruše a rovněž čistota krytů svítidel, která zásadním způsobem ovlivňuje účinnost osvětlovací soustavy.

Sdružené osvětlení

V administrativních a školních budovách se na převážné většině pracovišť vykonávají činnosti související s přenosem a zpracováním informací. Při práci s informacemi mají rozhodující podíl zrakové činnosti, proto je nutné vytvořit vhodným osvětlením podmínky pro zrakovou pohodu. Dle ČSN 36 0450 jsou tyto činnosti zařazeny do kategorie B a stanoven požadavek na úroveň osvětlení E_{pk} 200-2000 lx. V budovách jsou kromě prostorů pro administrativní práci i další druhy prostorů s krátkodobým, či občasným pobytem lidí, (komunikace, hygienická zařízení, šatny apod.) které mají nižší požadavky na úroveň osvětlení (100 - 150 lx).

Osvětlení většiny prostor objektu je provedeno žárovkovými a zářivkovými svítidly. Ovládání osvětlení je pomocí tlačítkových vypínačů. Dle provozovatele je osvětlení hygienicky nevhodné a do konce tohoto roku je nutné dokončit rekonstrukci osvětlení.

3.3. Roční energetická bilance

3.3.1. Okrajové podmínky výpočtu roční energetické bilance

Vnější teplota

Jednou z důležitých veličin při výpočtu potřeb tepla je vnější teplota. Pro výpočty tzv. denostupňovou metodou se používá průměrná venkovní teplota.

Průměrná denní teplota venkovní vzduchu t_{er} se určí aritmetickým průměrem venkovních teplot měřených v 7, 14 a 21 hodin. Teplota ve 21 hodin se uvažuje dvakrát.

Průměrná venkovní teplota v topném období se určí jako průměr venkovních teplot za topné období.

Průměrné měsíční venkovní teploty a trvání výpočtového období

Lokalita (místo měření)	Průměrné měsíční venkovní teploty										Nadmořská výška
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	h	
	[°C]										[m]
Česká republika - průměr	12,5	7,4	2,4	-1,0	-7,1	-1,2	2,6	7,3	12,4		
Brno	13,8	8,6	3,5	-0,2	-2,1	-0,7	3,6	8,5	13,8	227	
Počet dnů otopného období	9	31	30	31	31	31	30	31	8	232	

Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit

Lokalita (místo měření)	Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota	Otopné období pro					
			$\theta_{em}=12^\circ$		$\theta_{em}=13^\circ$		$\theta_{em}=15^\circ$	
			θ_{es} [°C]	d[dny]	θ_{es} [°C]	d[dny]	θ_{es} [°C]	d[dny]
Brno	227	-12	3,6	222	4,0	232	5,1	263

Průměrné roční venkovní teploty

rok	2009	2010	2011
Lokalita (místo měření)	Průměrná venkovní teplota [°C]		
Jihomoravský kraj	6,5	4,8	6,4

Vnitřní teplota

Další z veličin při výpočtu potřeby tepelné energie pro vytápění je vnitřní teplota a relativní vlhkost vzduchu.

prostor	Výpočtová vnitřní teplota θ_{int} [°C]	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ [%]
Učebny kabinety, laboratoře, jídelny	20	55
Učební dílny	18	55
Šatny pro svrchní oděv	15	50
Vedlejší místnosti, chodby, schodiště, WC	15	50
Tělocvičny, haly	15	70
Šatny u tělocvičen	20	50

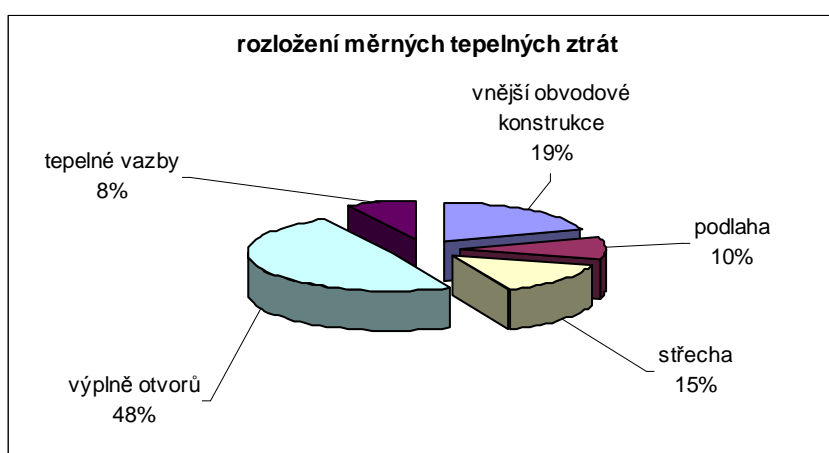
3.3.2. Tepelné ztráty předmětu energetického auditu

Celková tepelná ztráta budovy se skládá z tepelné ztráty prostupem jednotlivých konstrukcí tvořících obálku budovy.

Tabulka tepelných ztrát

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střecha	výplně otvorů	Tepelné vazby	celkem
tepelná ztráta [W]	85 875	41 870	63 816	212 542	34 085	445 284

Celková tepelná ztráta objektu činí 530 kW. Provedeme-li podrobný rozbor tepelných ztrát jednotlivých stavebních konstrukcí zjistíme, jak velkou měrou se jednotlivé konstrukce podílí na celkové tepelné ztrátě objektu.



Nejvíce se na tepelné ztrátě podílí výplně otvorů a obvodové konstrukce, což je dáno jejich tepelně technickými vlastnostmi. Pohledem na tento graf jednoduše zjistíme, že zlepšením tepelných vlastností obvodových konstrukcí je možno vytvořit potenciální zdroje energetických úspor.

Protože tepelné ztráty závisí především na součiniteli prostupu tepla U , resp. na tepelném odporu konstrukce R , zdroj energetických úspor pak závisí na zlepšení těchto parametrů. Možné způsoby zlepšení tepelných vlastností jednotlivých konstrukcí podílejících se na tepelných ztrátách jsou dále podrobněji popsány v kapitole 4.1.

3.3.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Nová ČSN 73 0540 pak porovnává požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla budovy U_{em} stanoveného z měrných tepelných ztrát s normovou požadovanou hodnotou $U_{em,rq}$ a stanovuje klasifikační třídy obálky budovy, tzv. klasifikační ukazatel C_l . Je-li klasifikační ukazatel nižší než 1, je objekt z hlediska prostupu tepla obálkou budovy vyhovující. V opačném případě je nutné provést taková opatření, která sníží hodnotu součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí obálky budovy na odpovídající hodnoty. Možné způsoby zlepšení tepelných vlastností jednotlivých konstrukcí podílejících se na tepelných ztrátách jsou dále podrobněji popsány v kapitole 4.1.

V následující tabulce je uvedena klasifikace tepelné náročnosti budov.

Klasifikační ukazatel CI	Klasifikační třídy	Slovní vyjádření klasifikace budovy
≤0,5	A	Velmi úsporná
≤0,75	B	Úsporná
≤1,0	C	Vyhovující
≤1,5	D	Nevyhovující
≤2,0	E	Nehospodárná
≤2,5	F	Velmi nehospodárná
>2,5	G	Mimořádně nehospodárná

Klasifikační třída obálky budovy

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m ² /m ³	0,55
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em,rq}	W/m ² .K	0,47
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em,rc}	W/m ² .K	0,35
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em}	W/m ² .K	1,05
Klasifikační ukazatel	CI		2,24
Klasifikace obálky budovy			F
Slovní vyjádření			Velmi nehospodárná

Z výpočtů vyplývá, že za současného stavu je objekt z hlediska klasifikace prostupu tepla obálky budovy hodnocen jako velmi nehospodárná.

3.3.3. Tepelné zisky předmětu energetického auditu

Vnitřní energetické zisky

Vnitřní energetické zisky, které se skládají z metabolického tepla pobytu lidí, osvětlovacích zařízení, čistých zisků z rozvodů teplé vody a odpadní vody, je obtížné přesně kvantifikovat. Při těchto kalkulacích nelze určit kolik se v danou dobu vyskytuje v objektu osob, ani dobu provozu elektrických spotřebičů. Proto se do výpočtu vnitřních zisků zavádí smluvní hodnota z ČSN EN ISO 13790 o průměrné velikosti 7,4 W/m² pro učebny a 3,1 W/m² pro ostatní prostory.

Vnější tepelné zisky

Vnější tepelné zisky ze sluneční energie jsou především průsvitnými konstrukcemi obvodového pláště budovy. Do budovy se sluneční záření sdílí radiací průsvitnými konstrukcemi (okny), konvekcí okny a konstrukcemi neprůsvitnými (stěnami). Hodnoty tepelných toků slunečního záření jsou funkcí geografické polohy budovy, její orientace a zastínění, polohy slunce a stavu oblohy.

Využití tepelných zisků

Využití tepelných zisků, ať už vnitřních či zejména vnějších, závisí především na schopnosti budovy a jejího topného systému tyto zisky zachytit a využít. V tomto směru je velmi důležité nejen zastínění transparentních prvků (okolní zástavba, žaluzie, závěsy) ale především kvalita regulace topného systému. Tak například topný systém s jednoduchou centrální ekvitermní regulací nedokáže téměř vůbec využít vnitřní tepelné zisky a vnější jen minimálně. Ty jsou pak především závislé na

lidském faktoru regulace teploty ve vytápěném prostoru (uzavření radiátoru nebo otevření okna). U topného systému s ekvitermně řízeným zdrojem tepla a individuální regulací otopných těles pak využití vnitřních tepelných zisků je velmi vysoké a využití vnějších tepelných zisků závisí hlavně na zastínění transparentních prvků. Proto je při výpočtech potřeb energií zohledněna možnost využití všech tepelných zisků. Celkový energetický zisk pak následně slouží ke kvantifikaci energetické potřeby budovy, resp. měrné potřeby energie, a potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody v režimu zohledňujícím tepelné zisky.

3.3.4. Roční potřeba energií

Celková tepelná ztráta budovy a využitelný energetický zisk, vytvořený vnitřními i vnějšími tepelnými zisky za otopné období, následně poslouží ke kvantifikaci potřeby energie budovy. Potřeba energie budovy slouží ke kvantifikaci množství energie, které je nutno dodat do budovy za daných klimatických podmínek, tak aby byla zajištěna v interiéru objektu tepelná pohoda prostředí.

Tabulka roční potřeby tepla

Měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Vytápění a větrání	GJ	625,4	503,0	358,9	124,5	10,4	0,2	0,1	0,1	14,5	184,0	401,5	578,0	2 800,7
Příprava TV	GJ	33,6	33,6	33,4	33,3	33,1	33,1	33,0	33,2	33,3	33,5	33,6	33,7	400,4
Osvětlení	GJ	7,5	6,1	5,1	4,2	3,4	3,2	3,2	3,4	4,3	5,1	6,1	7,4	58,9
Pomocná energie	GJ	3,9	3,5	3,0	2,1	1,9	1,6	1,7	1,7	2,1	3,3	3,5	3,9	32,2
Celkem	GJ	670,4	546,2	400,4	164,1	48,9	38,1	38,0	38,4	54,3	225,8	444,7	622,9	3 292,2

3.3.5. Třída energetické náročnosti budovy a klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

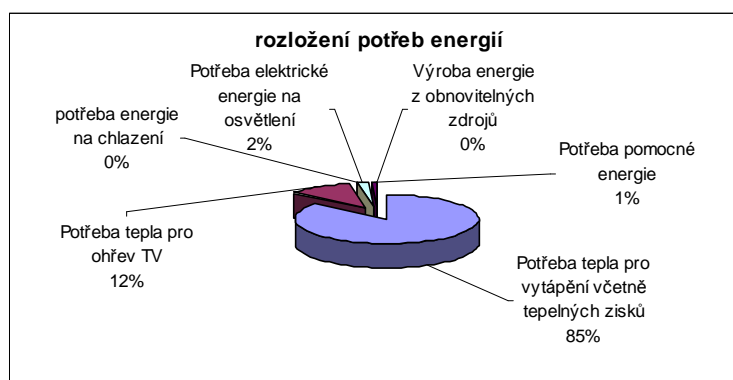
Vyhláška MPO č. 148/2007 Sb. stanovuje měrnou spotřebu energie budovy EP_A , která je stanovena na základě celkové podlahové plochy budovy a celkové roční dodané energie. Třída energetické náročnosti budovy se stanoví dle následující tabulky pro vypočtenou měrnou spotřebu energie v kWh/m².rok.

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Slovní vyjádření	Mimořádně sporná	Úsporná	Vyhovující	Nevyhovující	Nehospodárná	Velmi nehospodárná	Mimořádně nehospodárná
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 – 142	143 – 191	192 – 240	241 – 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 – 82	83 – 120	121 – 162	163 – 205	206 – 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 – 200	201 – 294	295 – 389	390 – 488	489 – 590	> 590
Administrativní	< 62	62 – 123	124 – 179	180 – 236	237 – 293	294 – 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 – 210	211 – 310	311 – 415	416 – 520	521 – 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 – 89	90 – 130	131 – 174	175 – 220	221 – 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 – 102	103 – 145	146 – 194	195 – 245	246 – 297	> 297
Obchodní	< 67	67 - 121	122 - 183	184 – 241	242 - 300	301 – 362	> 362

Měrná spotřeba energií

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q	GJ	2 800,7
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q_{TV}	GJ	400,4
potřeba energie na chlazení	Q_{CH}	GJ	0,0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q_{EE}	GJ	58,9
Potřeba pomocné energie	Q_{PE}	GJ	32,2
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q_{OZE}	GJ	0,0
Celková roční dodaná energie	EP	GJ	3 292,2
Celková podlahová plocha	A_c	m ²	4 767,3
Měrná spotřeba energie	EP_A	kWh/m ² .rok	191,8
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP_{Vyt}	kWh/m ² .rok	163,2
Hodnocení měrné spotřeby			E
Slovní vyjádření			Nehospodárná

Z výpočtů vyplývá, že za současného stavu objekt nesplňuje požadovanou měrnou spotřebu energií EP_A , a je hodnocen jako nehospodárná.



Objekt je hodnocen jako nevyhovující a nutné navrhnout taková opatření, která dále povedou ke snížení potřeby energií a to zejména na vytápění, které představuje 85% potřeby energií. Tato opatření, rozdělená do oblasti stavebních konstrukcí a do oblasti TZB, jsou podrobněji popsána v kapitole č. 4.

3.4. Závěrečné zhodnocení hospodárnosti s nakládání s energií

Úroveň energetického hospodářství předmětu energetického auditu odpovídá době výstavby, kdy byly tepelně technické parametry obvodových konstrukcí značně poddimenzovány a kdy cena za tepelnou energii byla mnohonásobně nižší než nyní. Jak z výpočtů vyplývá, za současného stavu obálka budovy nesplňuje požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla a je hodnocena jako velmi nevhodná. Z hlediska měrné spotřeby energií je objekt hodnocen jako nevhodný. Jisté zlepšení s hospodařením s energiemi nastalo po výměně výplní otvorů a částečném zateplení a dále po instalaci ekvitermní regulace.

Proto, aby výpočtový model potřeby tepla odpovídal realitě, je nutné vypočtené hodnoty porovnat s naměřenými skutečnými spotřebami. Při tomto porovnání je nutné vzít do úvahy vlivy vstupujících do výpočtového modelu. Podstatným vlivem je délka topného období a vnější teplota. Ta má rozhodující vliv na spotřebu tepla objektu a proto je nutné při kontrolních výpočtech počítat s naměřenými venkovními teplotami pro danou lokalitu.

Porovnání výpočtového modelu

rok		2009	2010	2011
ukazatel	jednotka	hodnota	hodnota	hodnota
průměrná venková teplota během topné sezóny	°C	6,5	4,8	6,4
normový počet denostupňů	dK	3 480	3 480	3 480
skutečný počet denostupňů	dK	2 813	3 124	2 835
fakturovaná spotřeba tepla na vytápění	GJ	2 177,0	2 195,0	2 274,0
fakturovaná spotřeba tepla na vytápění přepočtená na norm. rok	GJ	2 693,7	2 445,1	2 791,4
teoretická potřeba tepla na vytápění	GJ	2 800,7	2 800,7	2 800,7
rozdíl	GJ	-107,0	-355,6	-9,3
	%	-3,8	-12,7	-0,3

Na základě výpočtového modelu je pak sestavena základní energetická bilance objektu.

Základní energetická bilance

ř.	Ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 292,2	2 034,4
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 292,2	2 034,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	3 292,2	2 034,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	160,1	96,9
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	3 041,1	1 841,6
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	91,1	95,9

4. NÁVRH KONKRÉTNÍCH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

V dalších kapitolách jsou popsány opatření ve stavebních konstrukcích a v TZB, která vedou k úsporám energií a která jsou pro daný objekt vhodná. Z těchto uvedených opatření jsou pak sestaveny dvě varianty, které jsou navzájem porovnány jak po stránce energetických úspor, tak po stránce ekonomické výhodnosti.

4.1. Doporučená opatření ve stavebních konstrukcích

Stavební konstrukce podílející se na tepelné ztrátě objektu můžeme rozdělit na 4 hlavní části:

- obvodový plášť
- výplně otvorů
- střešní konstrukce
- podlahové konstrukce

Zlepšení tepelně technických parametrů stavebních konstrukcí pak lze provést následujícími nejběžnějšími způsoby úprav:

- zateplení obvodového pláště
- snížení infiltrace oken a dveří
- výměna výplní otvorů
- zateplení střechy
- zateplením podlah nad nevytápěnými prostory

4.1.1. Zateplení obvodového pláště

Stávající konstrukce vnějšího obvodového pláště doporučuji zateplit kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z desek stabilizovaného polystyrénu (PPS) nebo minerální vlny (MV) s povrchovou úpravou armovanou tenkovrstvou omítkou, a to tak aby bylo dosaženo v první variantě minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla $U = 0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a ve druhé variantě doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Obvodovou stěnu tělocvičny do anglického dvorku a soklové zdivo doporučuji zateplení provést z extrudovaného polystyrénu.

Zateplení obvodového pláště musí proběhnout po obvodu celého objektu. Zateplení musí být provedeno minimálně od spodní hrany úrovně podlahy až pod oplechování atiky, aby se vyloučily tepelné mosty. V případě, že by zateplení probíhalo od úrovně země, doporučuji z důvodu nasákavosti polystyrénu zateplení do úrovně min cca 0,5 m provést z extrudovaného polystyrénu. V návaznosti na zateplení obvodového pláště doporučuji zateplit svislé ostění a nadpraží oken a dveří včetně zateplení pod parapetními plechy.

Poznámka: Uvedené minimální tloušťky jsou pro tepelnou izolaci, nikoli pro celý zateplovací systém.

4.1.2. Výměna výplní otvorů

Původní výplně otvorů nesplňují požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Proto doporučuji výplně otvorů mimo nová plastová okna s termoizolačním dvojsklem v plném rozsahu vyměnit a to v obou variantách za nová plastová nebo dřevěná s termoizolačním dvojsklem tak, by součinitel prostupu tepla výplně včetně rámu měl max. doporučenou hodnotou součinitele prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ resp. hodnotu $U = 2,3 \text{ m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro vstupní dveře $U = 1,1 \text{ m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro výplně otvorů ve střeše. Velikost prosklené plochy tělocvičny (Luxfery) doporučuji ve druhé variantě zmenšit, vyžděnou část pak zateplit tak, aby bylo dosaženo doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

4.1.3. Zateplení střechy

Stávající konstrukce střechy nevyhovuje ČSN 73 0540-2 z hlediska součinitele prostupu tepla. Proto doporučuji v první variantě bylo dosaženo minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a ve druhé variantě doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Světlíky v učebnovém pavilonu USU doporučuji ve druhé variantě zrušit a střešní část zateplit na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Světlíky v tělocvičně doporučuji ve druhé variantě nahradit světlovody.

4.1.4. Zateplení podlahy

Stávající konstrukce podlah v 1.NP nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2 hlediska součinitele prostupu tepla. Její splnění však vyžaduje kompletní rekonstrukci podlah ve všech prostorách objektu, což je však finančně nákladné a technicky velmi obtížné. Realizací by se dosáhlo poměrně malých úspor tepla a proto doporučuji tyto konstrukce ponechat v stávajícím stavu.

Konstrukce	1. varianta	2. varianta
	tl. izolace [mm] / souč. λ [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]	tl. izolace [mm] / souč. λ [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]
Stěna obvodová	120 / 0,039	160 / 0,039
Stěna obvodová-sokl	80 / 0,033	120 / 0,033
Střecha školy	160 / 0,039	200 / 0,038
Střecha vstup a pavilon 3	220 / 0,039	260 / 0,039

4.2. Doporučená opatření v TZB

Opatření v TZB můžeme rozdělit na 6 hlavních částí:

- zdroj tepla a ohřev TV
- otopná soustava
- tepelné izolace
- energetické manažerství
- elektroinstalace
- obnovitelné zdroje energie

4.2.1. Zdroj tepla a ohřev TV

Objekt je napojen na výměňkovou stanici. Provozovatel má možnost ovlivňovat parametry vytápění a proto doporučuji plně využívat tuto regulaci, zvláště dojde-li k Zateplení objektu..

4.2.2. Otopná soustava

Je chybou domnívat se, že potřebné snížení toku tepla do domu po jeho zateplení zajistí v plném rozsahu například pouze instalace termostatických ventilů bez jakýchkoli dalších zásahů - změny velikosti topné plochy nebo snížení teploty topné vody (přechodem na tzv. nízkoteplotní vytápění). Termostatické ventily (TRV) jsou určeny pouze pro zachycení nahodilých tepelných zisků od sluneční zátěže a vnitřních zdrojů tepla. Aby tuto základní funkci každý ventil plnil, musí být splněny základní podmínky jeho instalace.

- otopné těleso musí být správně nadimenzováno - podle skutečné tepelné ztráty místnosti;
- topná voda musí být ekvitermně regulována podle aktuální topné křivky pro danou budovu nebo zónu;
- musí být zajištěny správné tlakové poměry pro správnou a bezhlučnou funkci termostatického ventilu (max. 10 kPa tlakového spádu na ventilu);
- na TRV nesmí působit neodtlumené kmity z jiných armatur nebo z hlavních potrubních rozvodů (po instalaci TRV nabývá otopná soustava (OS) všechny nové znaky vyplývající ze změny z konstantní na proměnný průtok);
- musí být splněny podmínky na čistotu topné vody.

Pokud není správně navrženo otopné těleso (podmínka ad 1)) nebo není-li topná voda ekvitermně regulována (podmínka ad 2)), je termostatický ventil schopen do jisté, omezené míry toto předimenzování korigovat. Už však není schopen plnit svou základní funkci, není schopen patřičně dlouhodobě reagovat na nahodilé tepelné zisky. Může se tak drasticky snížit jeho životnost.

V prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C, jako jsou chodby, toalety, skladové prostory apod. je vhodné termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti. To znamená, je-li prostor vytápěn na 15°C je nutné hlavici zablokovat v rozmezí $\ast \div 2$ (číslici 2 odpovídá teplota 15°C, symbol \ast odpovídá protimrazové

ochraně) apod. V případě, že by hlavice byla nastavena na hodnotu vyšší, přestal by termostatický ventil plnit svoji funkci a tyto prostory by byly trvale přetápěny.

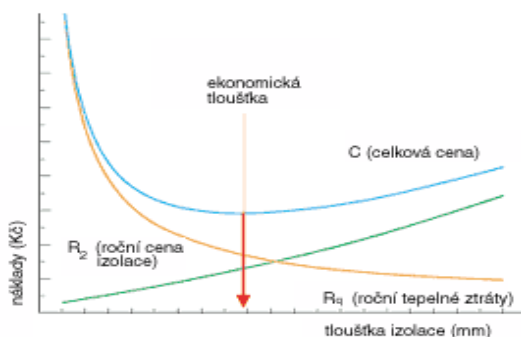
Proto je navrženo nejdříve zkontrolovat všechna tělesa a resp. doinstalovat termostatické ventily včetně hlavice (splnění vyhlášky č. 193/2007Sb. §4, ods. 1.). Po zateplení objektu přepočítat tepelné ztráty všech místností a na základě výsledku přednastavit ekvitemní regulaci (topné křivky, noční útlumy, začátek a konec topné sezóny a pod), MaR musí být funkční. Dále zablokovat termostatické hlavice ve společných prostorách (chodby, skladové prostory apod.) na teplotě odpovídající dané místnosti.

4.2.3. Tepelné izolace

To jak má být provedena tepelná izolace rozvodů, v jaké tloušťce a z jakého materiálu předepisuje Vyhláška č.193/2007 Sb.,

Pro tepelné izolace rozvodů je nutné použít materiál mající součinitel tepelné vodivosti λ menší nebo roven 0,040 W/m.K. Minimální tloušťka tepelné izolace armatur se volí stejná jako u potrubí téže jmenovité světlosti.

Pro rozvody teplovodních médií je nejdůležitějším faktorem návrh nejehospodárnější tloušťky izolace. Nejehospodárnější tloušťka izolace je taková, u níž je součet nákladů na tepelné ztráty a ceny izolačního systému za dané časové období nejnižší. Větší tloušťka izolace snižuje tepelné ztráty, a tím i s nimi spojené náklady, zároveň ale zvyšuje cenu izolačního systému.



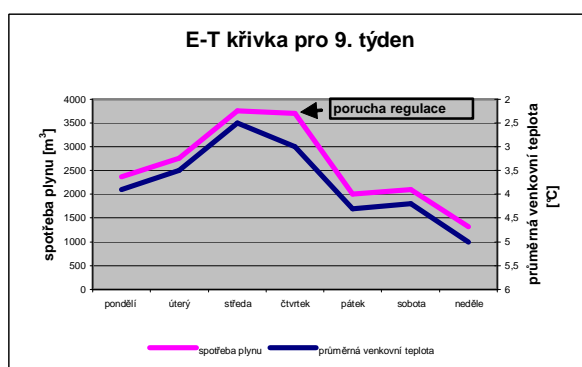
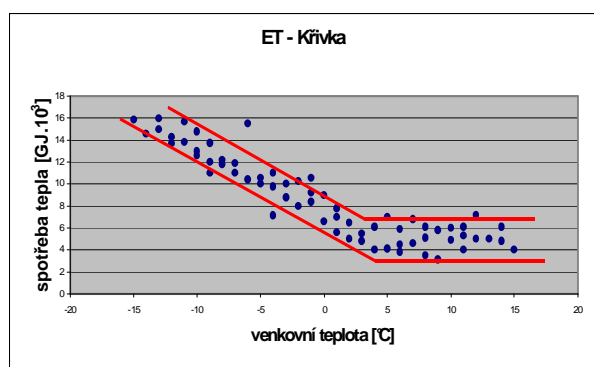
Cena izolace není lineární funkcí tloušťky izolace, při silnější izolaci se cena izolačního systému zvyšuje rychleji než snižování nákladů na tepelné ztráty. Je třeba vždy hledat kompromis s nejnižšími náklady. Nejehospodárnější tloušťku izolace lze stanovit více způsoby. Zde je popsána metoda minimálních celkových nákladů. K ročním nákladům na různé tloušťky izolace (roční cena materiálu, roční cena instalace, náklady na údržbu) jsou přičteny roční náklady na tepelné ztráty. Roční cenu materiálu získáme jako podíl celkové ceny izolace a plánované doby životnosti izolačního systému, dtto u roční ceny instalace. Tloušťka s nejnižšími celkovými náklady se nazývá ekonomická tloušťka izolace. Popsaná metoda je ilustrována v uvedeném grafu.

4.2.4. Energetické manažerství

Základem obecných zásad s hospodaření s energiemi je především informovanost uživatelů jak se energeticky chovat. Uživatelé objektu musí být seznámeni s funkcí a nastavením termostatických ventilů, co znamenají symboly na termostatické hlavici a jak správně tuto hlavici nastavit, aby nedošlo k přetápění. Další zásadou energetického chování je způsob větrání místností. Toto větrání musí být krátkodobé a intenzivní, při tomto větrání musí být termostatické hlavice zavřené, aby nedocházelo k úniku tepla apod.

Energetické manažerství je metoda, která na základě pravidelného sledování a zapisování stavu spotřeby tepla pro ústřední vytápění srovnává skutečnou spotřebu tepla pro vytápění v závislosti na venkovní teplotě a teoretickou potřebu tepla pomocí programového modelování.

Toto sledování je možné provádět v základním případě do nakresleného grafu nebo podle možnosti do jednoduchého grafu např. v tabulkovém procesoru EXCEL, kde budou uvedeny závislosti spotřeby plynu na venkovní teplotě. Vhodné je vytvoření tzv. ET-křivky, což je energeticko-teplotní diagram. Na horizontální osu tohoto diagramu je vynášena průměrná týdenní teplota a na vertikální osu je vynášena týdenní spotřeba energie na vytápění. Průměrnou týdenní teplotu je pak vhodné vypočítat z průměrných denních teplot. Průměrná denní teplota venkovního vzduchu t_{er} se určí aritmetickým průměrem venkovních teplot měřených v 7, 14 a 21 hodin, přičemž teplota ve 21 hodin se uvažuje dvakrát. Každý záznam je v grafu reprezentován jedním bodem. Čára proložená těmito body se nazývá ET-křivka. Tuto křivku ohraničíme horní a dolní limitou. Pokud se potom bod grafu výrazně vychýlí z limitních hodnot, došlo k poruše řídicího systému a regulace a měla by se provést opatření na odstranění těchto poruch.



Nevýhodou týdenního sledování a vyhodnocování spotřeby zemního plynu je, že v případě poruchy je zásah proveden až s týdenním zpožděním, kdy zejména u většího zdroje tepla může jít i o velké množství paliva. Daleko přesnější je pak sledování denní spotřeby paliva a venkovní teploty. Průměrná venkovní teplota se určí stejným způsobem jako v předešlém případě.

V dalším grafu je uvedena spotřeba paliva a průměrná venkovní teplota během týdne otopné sezóny. Tyto spotřeby a teploty jsou pak spojeny do dvou křivek. Je-li regulační systém v pořádku, pak křivka denních teplot a křivka spotřeby paliva mají obdobný průběh. Začnou – li se body od sebe vzdalovat, nebo se křivky navzájem protínají, znamená to vždy poruchu a to buď na systému regulace nebo na zařízení zdroje. Výhodou je, že je možné ihned během krátké doby sjednat nápravu.

V předmětu auditu je regulační systém, kterým je možné sledování potřebných dat a pomocí počítače pak naměřená data vyhodnocovat v souladu se zásadami energetického managementu.

Základem tohoto opatření je pravidelné sledování spotřeb energií, jejich vyhodnocování a dle potřeb přenastavování ekvitermní regulace (nastavení týdenního režimu vytápění a ohřevu TV včetně nočních a víkendových útlumů, sklonu ekvitermních křivek apod.)

4.2.5. Elektroinstalace

Jednou z možností úspory elektrické energie je instalování energeticky a ekonomicky úsporných elektrospotřebičů a osvětlení.

Energetickou spotřebu elektrického osvětlení můžeme ovlivnit zejména volbou vhodných světelných zdrojů, konstrukcí a materiálem svítidel, způsobem osvětlení, úpravou ploch ovlivňujících osvětlení prostoru, osvětlovací soustavou a způsobem ovládání a regulace osvětlení. Ovládání osvětlovacích soustav může nejen zvýšit komfort uživatelů, ale může mít také vliv na spotřebu elektrické energie na osvětlení. Většina lidí si rozsvítí umělé osvětlení, aby měla dostatek světla pro svoji činnost, ale málo kdo osvětlení vypne, když je již nepotřebuje. Z tohoto důvodu se v praxi stále častěji využívá automatické spínání osvětlení pomocí fotočidel (v závislosti na hladině denního osvětlení) a pomocí pohybových čidel (podle pohybu osob v osvětlovaném prostoru). Osvětlení je pak v provozu pouze, když je potřeba, ale pokud svítí, tak naplno. V prostorách s nízkou intenzitou denního osvětlení je proto vhodné instalovat pohybová čidla, která sepnou osvětlení pouze v prostoru pohybu osob. Tímto způsobem je možné zabránit zbytečnému osvětlení celých prostor.

Na spotřebě elektrické energie se nemalou měrou podílí i elektrospotřebiče ve zdroji tepla. Jedná se zejména o oběhová čerpadla vytápění a cirkulační čerpadla TV. Úspor elektrické energie lze dosáhnout jednak instalací energeticky úsporných elektrospotřebičů, jednak způsobem provozu. V otopných soustavách s termostatickými ventily se využívají čerpadla s elektronicky řízenými otáčkami, které dodávají jen tolik čerpací práce, kolik je v otopné soustavě momentálně potřeba. To znamená, že v případě uzavírání TR ventilů z důvodu tepelných zisků, čerpadlo snižuje své otáčky a tím spotřebovává méně elektrické energie. Dalšími úspor elektrické energie lze dosáhnout časovým řízením cirkulačních čerpadel TV. V době, kdy není odběr teplé vody, je možné cirkulační čerpadlo vypnout. Tím je možné šetřit nejen elektrickou energii pro pohon čerpadla, ale i tepelnou energii pro dohřívání zásobníku, protože teplá voda v zásobníku zbytečně nepokrývá tepelné ztráty v cirkulačním potrubí.

4.2.6. Obnovitelné zdroje

Dalším okruhem navrhovaných opatření je využití alternativních zdrojů energií. Mezi technicky a ekonomicky přijatelné lze v tomto případě považovat sluneční energii a tepelná čerpadla.

Sluneční energie

Systémy využívající sluneční energii se obecně dělí na pasivní a aktivní. Pasivní systémy využívají přeměny záření na teplo vhodným uspořádáním budovy (např. skleníky), což je v tomto případě nereálné. Aktivní systémy se dále dělí na dva druhy. Prvním jsou systémy přeměňující

sluneční záření na teplo, což jsou sluneční kolektory. Druhým jsou systémy s přeměnou slunečního záření na elektrickou energii, což jsou zejména fotovoltaické články. Vzhledem k velké finanční náročnosti v poměru k el. výkonu fotovoltaických článků (průměrná investice činí 250 Kč / 1W, což znamená zjednodušeně řečeno investici 25 000,- Kč na instalaci zařízení pro rozsvícení jedné 100W žárovky) se audit dále zabývá pouze slunečními kolektory.

Sluneční kolektory jsou využívány pro ohřev vody. Vzhledem k omezenému výkonu a přímé závislosti na slunečním záření však není možné jejich využití jako samostatných zdrojů tepla. Jsou tudíž využívány pouze jako zdroj doplňkový. V tomto konkrétním případě je nejvhodnějším řešením použití slunečních kolektorů pro přehřev TV.

Výhody	Nevýhody
zlepšení životního prostředí snížením emisí	vysoké počáteční investice
nízké provozní náklady a nenáročná obsluha	dlouhodobá návratnost

Podstatným parametrem při instalaci solárního systému, ovlivňujícím do značné míry ekonomickou stránku věci, je vzdálenost mezi kolektory a akumulací TV. S rostoucí vzdáleností vzrůstají tepelné ztráty v rozvodu a výrazně se snižuje účinnost přehřevu.

V našem konkrétním případě je umístění kolektorů možné na střeše objektu se sklonem na jižní stranu. Navržena je absorpční plocha kolektorů 8 m², tak, aby nedocházelo v letních měsících k přebytkům tepelné energie.

měsíc		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
potřeba TV	GJ	33,6	33,6	33,4	33,3	33,1	33,1	33,0	33,2	33,3	33,5	33,6	33,7	400,4
zisk kolektorů	kWh	780	1 470	3 072	3 894	5 202	5 568	5 814	5 370	4 410	2 652	1 062	696	39 990
	GJ	2,8	5,3	11,1	14,0	18,7	20,0	20,9	19,3	15,9	9,5	3,8	2,5	144,0
pokrytí spotřeby	GJ	2,8	5,3	11,1	14,0	18,7	20,0	20,9	19,3	15,9	9,5	3,8	2,5	144,0
	%	8,3	15,8	33,1	42,1	56,5	60,6	63,4	58,3	47,6	28,5	11,4	7,4	36,0

Tepelná čerpadla

Využití tepelných čerpadel je možné jen v nízkoteplotních otopných systémech, resp. jako přehřev teplé vody.

V případě tepelného čerpadla voda – voda je nutné vybudování vrtaných studní. Jedna pak slouží pro poskytování vody o určité teplotě, druhá jako vsakovací pro odvádění ochlazené vody. Pro dostatečný výkon je nutné počítat s hloubkou řádově kolem 100 metrů a více. Nevýhodou jsou vysoké investiční náklady na vybudování vrtů. Správná funkce systému je podmíněna kvalitou spodní vody, která při nevyhovujících parametrech může ohrozit chod zařízení v relativně krátkém čase. Další podmínkou je souhlas dotčených orgánů státní správy na umístění vrtů a to zejména z pohledu zasažení spodních vod. Zásadní podmínkou je však v tomto případě umístění vrtů. Vzhledem k dané lokalitě se vybudování vrtů potřebných hloubek jeví jako nereálné.

Tepelné čerpadlo země – voda využívá tepla akumulovaného v půdě. Pro využití tohoto tepla je nutný půdní výměník, což je kolektor z polyethylenových trubek, který je uložen v nezámrzné hloubce a je naplněn nemrznoucí směsí. Z hlediska umístění půdního kolektoru je však situace stejná

jako v případě vrtaných studní a tudíž v podstatě nereálná. Totéž lze říci i o druhé variantě tohoto typu čerpadel, která spočívá v umístění kolektorů do hlubinných vrtů.

Posledním z uvedených typů tepelných čerpadel je vzduch – voda. Zdrojem nízkopotenciálního tepla je venkovní vzduch. Nespornou výhodou tohoto typu jsou nízké investiční náklady ve srovnání s ostatními typy čerpadel. Nevýhodou je menší stabilita provozu související s proměnnou teplotou venkovního vzduchu. Mezi nevýhody lze rovněž považovat hluk z provozu kompresoru. Přesto je toto čerpadlo ze všech uvedených typů nejvhodnější pro použití v daných podmínkách. S ohledem na dosahovanou výstupní teplotu je možné čerpadlo využít také pro předehřev TV. Důvodem je celoroční a stabilní potřeba tepla na ohřev TV a s tím související vysoký podíl využití čerpadla. Rozhodujícími faktory pro instalaci čerpadla jsou investiční náklady a návratnost vložených prostředků. Současně však je nutné otázku instalace čerpadla řešit v kontextu s dále navrhovanými opatřeními týkající se celého objektu.

V našem případě se předpokládá zateplení celého objektu. Tímto opatřením se topný systém do jisté míry stává nízkoteplotním (viz kap. *Otopná soustava*) a tudíž je možné využít tepelného čerpadla pro topný systém.

Tepelné čerpadlo bude dimenzováno tak , aby pokrylo cca 50% potřeby tepla na vytápění a ohřev TV v průměrném roce.

měsíc		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Pokrytí potřeby tepla	GJ	180,2	139,9	87,0	23,3	16,8	33,3	33,2	33,3	16,9	42,1	113,1	164,9	883,8
Uspora nákladů na palivo	tis. Kč	119,8	93,0	57,9	15,5	11,2	22,1	22,0	22,1	11,2	28,0	75,1	109,6	587,5
Náklady na EE	tis. Kč	36,0	28,0	15,0	3,6	2,6	5,2	5,2	5,2	2,6	7,0	19,5	33,0	149,4
Uspora celkem	tis. Kč	83,7	65,0	42,9	11,8	8,5	16,9	16,9	16,9	8,6	21,0	55,7	76,6	438,1

4.3. Energeticko ekonomické vyhodnocení navržených opatření

V následující tabulce jsou uvedeny navržená úsporná opatření, předpokládané výdaje a úspory, které lze realizací opatření dosáhnout. Z těchto opatření jsou pak v další kapitole sestaveny variantní návrhy úspor energií.

Energeticko-ekonomické vyhodnocení jednotlivých opatření

název opatření	pořizovací výdaje tis. Kč	výdaje na energeticky úsporný projekt tis. Kč	úspora energie		úspora výdajů tis. Kč	úspora celkem tis. Kč	prostá doba návratnosti roky
			GJ/rok	tis. Kč			
1 Výměna výplní otvorů	6 798,0	5 438,4	711,6	431,0	136,0	566,9	9,6
2 Zateplení obvodového pláště na požadovanou hodnotu součinitele U	2 993,7	2 395,0	399,7	242,0	59,9	301,9	7,9
3 Zateplení obvodového pláště na doporučenou hodnotu součinitele U	3 742,1	2 993,7	599,6	363,1	74,8	437,9	6,8
4 Zateplení střešních konstrukcí na požadovanou hodnotu součinitele U	5 920,3	4 144,2	251,4	152,3	177,6	329,9	12,6
5 Zateplení střešních konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele U	7 400,4	5 180,3	503,4	304,8	222,0	526,9	9,8
6 solární ohřev TV	1 800,0	1 710,0	144,0	95,7	18,0	113,7	15,0
7 instalace tepelného čerpadla při zateplení na doporučené hodnoty a výměně výplní otvorů	13 800,0	11 730,0	734,5	587,5	414,0	1 001,5	11,7
8 energetický management	10,0	10,0	34,6	23,0	0,0	23,0	0,4

Při sestavování variant nelze celkovou hodnotu úspor brát jako součet jednotlivých opatření. Je to z toho důvodu, že celková hodnota úspor navržené varianty zahrnuje synergické efekty jednotlivých opatření, které se v mnoha případech navzájem prolínají a doplňují.

4.4. Návrh variantních řešení úspor energie

Výše navržená úsporná opatření na stavebních konstrukcích jsou rozdělena do dvou variant a zkombinována s opatřeními v TZB. Opatření ve stavebních konstrukcích jsou navržena tak, aby v první variantě byly splněny požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, a ve druhé variantě tam, kde je to technicky možné doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla.

4.4.1. Varianta č. 1

Stavební část

1. Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ resp. $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro výplně v částečně vytápěných prostorách a $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro střešní světlíky;
2. Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;
3. Zateplení střech učebnových pavilonů na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;
4. Zateplení střech vstupní haly a tělocvičny na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;

TZB

1. Zavedení energetického manažerství, zablokování TR ventilů ve společných prostorách;

4.4.2. Varianta č.2

Stavební část

1. Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ resp. $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro výplně v částečně vytápěných prostorách a $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro střešní světlíky;
2. Část výplní otvorů v tělocvičně (Luxfery) vyměnit za okna plastová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a část vyzdít tak, aby konstrukce splňovala doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;
3. Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;
4. Zateplení střech učebnových pavilonů na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, zrušení světlíků v pavilonu USU;
5. Zateplení střech vstupní haly a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, nahrazení světlíků v tělocvičně světlovody;

TZB

1. Zavedení energetického manažerství, zablokování TR ventilů ve společných prostorách;

4.4.3. Varianta pro příspěvkové organizace

V případě příspěvkové organizace zřízené správním orgánem se provádí posouzení z hlediska možnosti financování projektů energetických služeb formou dodavatelského úvěru (EPC).

To znamená, že se stanoví dílčí soubor úsporných opatření technického a organizačního charakteru ke snížení spotřeby energie s prostou dobou návratnosti nepřekračující polovinu stanovené odpisové doby příslušného hmotného majetku (energetické hospodářství a budovy). Jedná se o opatření jejichž realizaci lze uhradit z uspořené nákladů za nespotřebovaná paliva a energii.

Z tabulky energeticko-ekonomického hodnocení jednotlivých opatření byla jako nejvhodnější opatření, která lze realizovat z úspor nákladů za energii, vybrána:

1. Zavedení energetického manažerství a přenastavení MaR;
2. Zablokování termoregulačních hlavice;

4.4.4. Další doporučení

- Zkontrolovat funkčnost termostatických ventilů a v prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C (chodby, toalety, skladové prostory apod.), termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti.
- na základě stavební PD zateplení objektu nechat provést přepočty tepelných ztrát jednotlivých místností a velikost otopné plochy, dimenze potrubí, topných křivek a na základě výsledků přenastavit ekvitermní regulaci;
- plně využívat MaR pro nastavení topných křivek a útlumů vytápění, zejména noční a víkendové útlumy vytápění;
- v případě ohřevu TV je nutné pamatovat na hygienické předpisy a především na ochranu proti Legionelám. Díky své odolnosti vůči chloru nejsou legionely odstraněny v úpravách pitné vody, procházejí do potrubní sítě, kde se pak mohou v teplé vodě (20-45 °C) pomnožit. Nejjednodušší ochranou proti těmto bakteriím je udržovat teplotu teplé vody na 55-60 °C a jedenkrát za týden zahřátí celého objemu vody v zásobníku na teplotu 70 °C (termodezinfekce), při které Legionely hynou. Přitom je však nutné dodržet maximální teplotu na výstupu z výtokové armatury 60 °C. Toho lze dosáhnout např. umístěním směšovací armatury na výstup z ohříváče TV;
- dokončit rekonstrukci osvětlovací soustavy - instalovat nové úsporné osvětlení;
- podrobnosti účinnosti užití energie při jejím rozvodu nově stanovuje Vyhláška č.193/2007 Sb. (stav a provedení regulačních armatur a tepelných izolací);
- pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody stanovuje Vyhláška č. 194/2007 Sb.

5. ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

5.1. Varianta č.1

Tepelné ztráty

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střecha	výplně otvorů	tepelné vazby	celkem
tepelná ztráta [W]	19 773	43 521	24 865	73 382	17 043	182 328

Klasifikační třída obálky budovy

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m ² /m ³	0,55
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em,rg}	W/m ² .K	0,47
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em,rc}	W/m ² .K	0,35
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em}	W/m ² .K	0,45
Klasifikační ukazatel	CI		0,96
Klasifikace obálky budovy			C
Slovní vyjádření			Vyhovující

Tabulka roční potřeby tepla

Měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Vytápění a větrání	GJ	346,2	262,3	151,8	20,5	0,5	0,2	0,1	0,1	0,4	59,3	207,5	318,5	1 367,3
Příprava TV	GJ	33,6	33,6	33,4	33,3	33,1	33,1	33,0	33,2	33,3	33,5	33,6	33,7	400,4
Osvětlení	GJ	7,5	6,1	5,1	4,2	3,4	3,2	3,2	3,4	4,3	5,1	6,1	7,4	58,9
Pomocná energie	GJ	3,9	3,5	3,0	2,1	1,9	1,6	1,7	1,7	2,1	3,3	3,5	3,9	32,2
Celkem	GJ	391,2	305,5	193,3	60,1	39,0	38,1	38,0	38,4	40,2	101,1	250,7	363,4	1 858,8

Měrná spotřeba energií

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q	GJ	1 367,3
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q _{TV}	GJ	400,4
potřeba energie na chlazení	Q _{CH}	GJ	0,0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q _{EE}	GJ	58,9
Potřeba pomocné energie	Q _{PE}	GJ	32,2
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q _{OZE}	GJ	0,0
Celková roční dodaná energie	EP	GJ	1 858,8
Celková podlahová plocha	A _c	m ²	4 767,3
Měrná spotřeba energie	EP _A	kWh/m ² .rok	108,31
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP _{Vyt}	kWh/m ² .rok	79,7
Hodnocení měrné spotřeby			C
Slovní vyjádření			Vyhovující

5.2. Varianta č.2

Tepelné ztráty

Konstrukce	vnější obvodové konstrukce	podlaha	střecha	výplně otvorů	tepelné vazby	celkem
tepelná ztráta [W]	13 872	43 521	17 334	60 372	17 043	152 906

Klasifikační třída obálky budovy

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m ² /m ³	0,55
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em,ra}	W/m ² .K	0,44
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em,rc}	W/m ² .K	0,33
Skutečná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	U _{em}	W/m ² .K	0,34
Klasifikační ukazatel	CI		0,78
Klasifikace obálky budovy			C
Slovní vyjádření			Vyhovující

Tabulka roční potřeby tepla

Měsíc		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	rok
Vytápění a větrání	GJ	326,7	246,2	140,7	13,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,4	50,8	192,5	296,1	1 267,5
Příprava TV	GJ	33,6	33,6	33,4	33,3	33,1	33,1	33,0	33,2	33,3	33,5	33,6	33,7	400,4
Osvětlení	GJ	7,5	6,1	5,1	4,2	3,4	3,2	3,2	3,4	4,3	5,1	6,1	7,4	58,9
Pomocná energie	GJ	3,9	3,5	3,0	2,1	1,9	1,6	1,7	1,7	2,1	3,3	3,5	3,9	32,2
Celkem	GJ	371,7	289,4	182,2	52,9	39,0	38,1	38,0	38,4	40,2	92,6	235,7	341,0	1 759,0

Měrná spotřeba energií

Význam	Symbol	Jednotka	Hodnota
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	Q	GJ	1 267,5
Potřeba tepla pro ohřev TV	Q _{TV}	GJ	400,4
potřeba energie na chlazení	Q _{CH}	GJ	0,0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	Q _{EE}	GJ	58,9
Potřeba pomocné energie	Q _{PE}	GJ	32,2
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	Q _{OZE}	GJ	0,0
Celková roční dodaná energie	EP	GJ	1 759,0
Celková podlahová plocha	A _c	m ²	4 767,3
Měrná spotřeba energie	EP _A	kWh/m ² .rok	102,49
Měrná spotřeba energie na vytápění	EP _{vyt}	kWh/m ² .rok	73,9
Hodnocení měrné spotřeby			C
Slovní vyjádření			Vyhovující

Upravená energetická bilance – varianta č. 1

ř.	Ukazatel	před realizací projektu		po realizaci projektu	
		GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 292,2	2 034,4	1 858,8	1 166,4
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 292,2	2 034,4	1 858,8	1 166,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	3 292,2	2 034,4	1 858,8	1 166,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	160,1	96,9	88,4	53,5
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	3 041,1	1 841,6	1 679,4	1 017,0
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	91,1	95,9	91,1	95,9

Upravená energetická bilance – varianta č. 2

ř.	Ukazatel	před realizací projektu		po realizaci projektu	
		GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 292,2	2 034,4	1 759,0	1 105,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 292,2	2 034,4	1 759,0	1 105,9
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	3 292,2	2 034,4	1 759,0	1 105,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	160,1	96,9	83,4	50,5
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	3 041,1	1 841,6	1 584,6	959,6
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	91,1	95,9	91,1	95,9

6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V ekonomických výpočtech je uvažováno s cenovou úrovní roku realizace projektu. Peněžní toky projektu se posuzují bez vlivu předpokládané státní podpory a neobsahují náklady na opatření k odstranění zanedbané údržby. Náklady na zanedbanou údržbu zahrnují potřebné náklady na opravy vad stavebních konstrukcí, vady hydroizolací, deformace a netěsnosti okenních rámců a křídel, nátěry oken, opravy izolací potrubí, nefunkční armatury, náklady na splnění platné legislativy apod.

Doba hodnocení jednotlivých variant je uvažována v horizontu 30 let, s diskontní sazbou 5%.

6.1. Postup vyhodnocení ekonomické efektivity

Základními používanými parametry používanými vyhláškou jsou:

prostá doba návratnosti;

reálná doba návratnosti;

čistá současná hodnota NPV (z anglického Net Present Value)

vnitřní výnosové procento IRR (z anglického Internal Rate of Return);

Prostá doba návratnosti nebo doba splacení investice, je rovna

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

kde IN jsou investiční výdaje projektu

CF roční přínosy projektu (cash-flow, změna peněžních toků).

Reálná doba návratnosti, doba splacení investice při uvažování diskontní sazby T_{sd} se vypočte z podmínky

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

kde CF_t roční přínosy projektu

r diskont

$(1+r)^{-t}$ odúročitel.

Čistá současná hodnota (NPV) je rovna

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

kde T_z doba životnosti (hodnocení) projektu.

Vnitřní výnosové procento (IRR) se vypočte z podmínky

$$\sum_{t=1}^{Tz} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0$$

Aby bylo možné úsporné opatření doporučit, je nutné, aby splňovalo následující podmínky (ve skutečnosti je možností více):

- ✓ reálná doba návratnosti musí být kratší, než je technická a morální doba života použitých technických prostředků;
- ✓ čistá současná hodnota musí být kladná, přičemž její absolutní hodnota nesmí mít vzhledem k výši investic nesrovnatelná;
- ✓ vnitřní výnosové procento musí být dostatečně vysoké, vyšší než je inflace povýšená o rizikový faktor.

Za optimální variantu je pak považována ta z posuzovaných variant, která dosahuje nejlepších hodnot NPV a IRR a minima reálné doby návratnosti resp. prosté doby návratnosti.

6.2. Ekonomické porovnání jednotlivých opatření

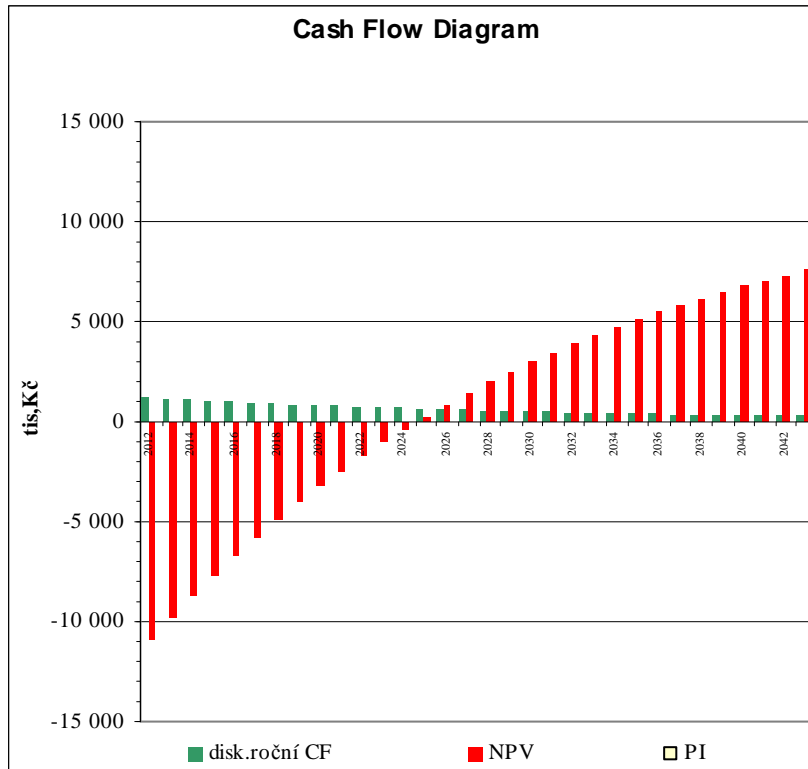
název opatření	pořizovací výdaje tis.Kč	výdaje na energeticky úsporný projekt IN tis.Kč	úspora celkem CF tis.Kč	doba hodnocení n roky	diskont r %	prostá doba návratnosti	reálná doba návratnosti	vnitřní výnosové procento	Čistá současná hodnota
						Ts roky	Tsd roky	IRR %	NPV tis.Kč
1 Výměna výplní otvorů	6 798,0	5 438,4	566,9	30	5,00	9,6	14,0	9,86	3 401,4
2 Zateplení obvodového pláště na požadovanou hodnotu součinitele U	2 993,7	2 395,0	301,9	30	5,00	7,9	11,0	12,25	2 312,8
3 Zateplení obvodového pláště na doporučenou hodnotu součinitele U	3 742,1	2 993,7	437,9	30	5,00	6,8	9,0	14,40	3 835,0
4 Zateplení střešních konstrukcí na požadovanou hodnotu součinitele U	5 920,3	4 144,2	329,9	30	5,00	12,6	21,0	6,97	999,6
5 Zateplení střešních konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele U	7 400,4	5 180,3	526,9	30	5,00	9,8	14,0	9,58	3 034,8
9 energetický management	10,0	10,0	23,0	5	5,00	0,4	1,0	100,00	106,7
varianta č.1 (1,2,4,9)	15 806,0	12 063,2	1 243,1	30	5,00	9,7	13,0	9,73	7 320,9
varianta č.2 (1,3,5,9)	18 034,5	13 698,0	1 363,0	30	5,00	10,1	14,0	9,32	7 554,3

Jak už bylo řečeno, je nutné jednotlivá navržená opatření nevytrhávat z kontextu, ale brát uvedené varianty jako komplexní realizaci jednotlivých opatření. Z tohoto důvodu bylo provedeno celkové ekonomické hodnocení jednotlivých variant s uvažováním realizace všech navržených opatření.

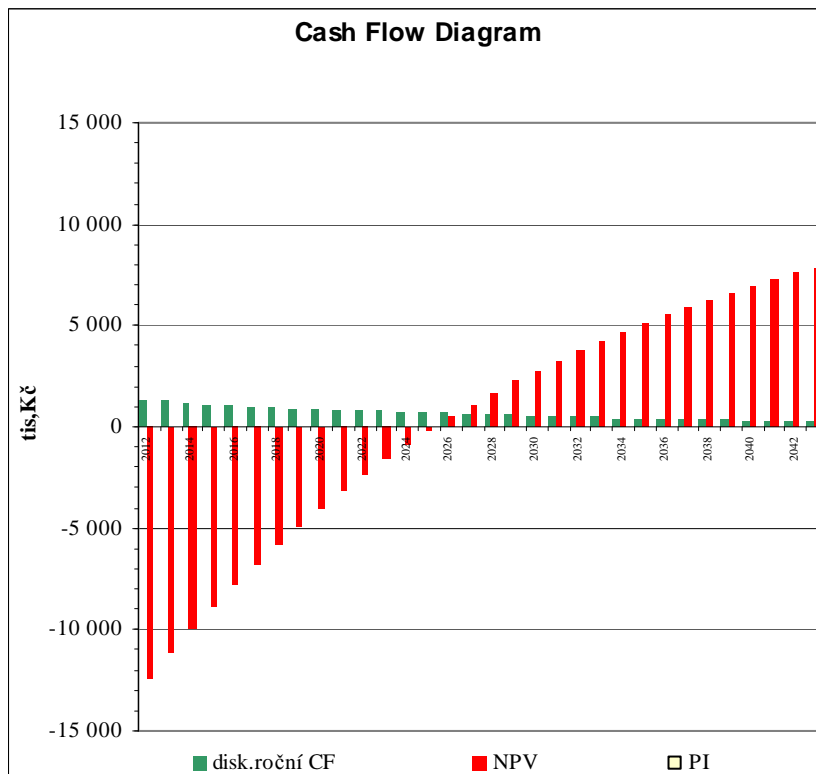
Z hlediska doby návratnosti je první varianta výhodnější. Druhým kritériem hodnocení je dosažená výše čisté současné hodnoty NPV a vnitřního výnosového procenta IRR. Tato kritéria jsou pro ekonomické hodnocení projektu významnější než je doba návratnosti. Budou-li se jednotlivé

varianty hodnotit podle hlediska NPV, pak jsou obě varianty téměř totožné, nejvýhodnější je realizace opatření uvedených ve druhé variantě.

Cash-Flow diagram – varianta č.1



Cash-Flow diagram – varianta č.2



Varianta	1			2		
investiční náklady tis. Kč	12 063,2			13 698,0		
výnosy tis. Kč	1 243,1			1 363,0		
diskontní sazba	5,0%			5,0%		
vnitřní výnosové procento	9,7%			9,3%		
doba hodnocení roky	30			30		
roky	CF	NPV	PI	CF	NPV	PI
2012	1 183,9	-10 879,2	-0,902	1 298,1	-12 399,9	-0,905
2013	1 127,6	-9 751,7	-0,808	1 236,2	-11 163,7	-0,815
2014	1 073,9	-8 677,8	-0,719	1 177,4	-9 986,3	-0,729
2015	1 022,7	-7 655,0	-0,635	1 121,3	-8 865,0	-0,647
2016	974,0	-6 681,0	-0,554	1 067,9	-7 797,1	-0,569
2017	927,7	-5 753,4	-0,477	1 017,1	-6 780,0	-0,495
2018	883,5	-4 869,9	-0,404	968,6	-5 811,4	-0,424
2019	841,4	-4 028,5	-0,334	922,5	-4 888,9	-0,357
2020	801,3	-3 227,1	-0,268	878,6	-4 010,3	-0,293
2021	763,2	-2 463,9	-0,204	836,7	-3 173,6	-0,232
2022	726,8	-1 737,1	-0,144	796,9	-2 376,7	-0,174
2023	692,2	-1 044,9	-0,087	758,9	-1 617,8	-0,118
2024	659,3	-385,6	-0,032	722,8	-895,0	-0,065
2025	627,9	242,3	0,020	688,4	-206,6	-0,015
2026	598,0	840,2	0,070	655,6	449,0	0,033
2027	569,5	1 409,7	0,117	624,4	1 073,4	0,078
2028	542,4	1 952,1	0,162	594,7	1 668,1	0,122
2029	516,6	2 468,7	0,205	566,3	2 234,4	0,163
2030	492,0	2 960,6	0,245	539,4	2 773,8	0,202
2031	468,5	3 429,1	0,284	513,7	3 287,4	0,240
2032	446,2	3 875,4	0,321	489,2	3 776,7	0,276
2033	425,0	4 300,3	0,356	465,9	4 242,6	0,310
2034	404,7	4 705,1	0,390	443,7	4 686,3	0,342
2035	385,5	5 090,5	0,422	422,6	5 108,9	0,373
2036	367,1	5 457,6	0,452	402,5	5 511,4	0,402
2037	349,6	5 807,2	0,481	383,3	5 894,7	0,430
2038	333,0	6 140,2	0,509	365,1	6 259,8	0,457
2039	317,1	6 457,3	0,535	347,7	6 607,5	0,482
2040	302,0	6 759,4	0,560	331,1	6 938,6	0,507
2041	287,6	7 047,0	0,584	315,4	7 254,0	0,530
2042	273,9	7 320,9	0,607	300,3	7 554,3	0,551
2043	260,9	7 581,8	0,629	286,0	7 840,3	0,572
2044	248,5	7 830,3	0,649	272,4	8 112,8	0,592
2045	236,6	8 066,9	0,669	259,4	8 372,2	0,611
2046	225,4	8 292,3	0,687	247,1	8 619,3	0,629
2047	214,6	8 506,9	0,705	235,3	8 854,6	0,646
2048	204,4	8 711,4	0,722	224,1	9 078,7	0,663
2049	194,7	8 906,0	0,738	213,4	9 292,2	0,678
2050	185,4	9 091,4	0,754	203,3	9 495,5	0,693
2051	176,6	9 268,0	0,768	193,6	9 689,1	0,707
2052	168,2	9 436,2	0,782	184,4	9 873,5	0,721

Rok hodnocení	2042			2042		
Ekonomické ukazatele	273,9	7 320,9	0,607	300,3	7 554,3	0,551

7. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Účelem environmentálního vyhodnocení je posouzení dopadu jednotlivých navrhovaných variant na zátěž životního prostředí.

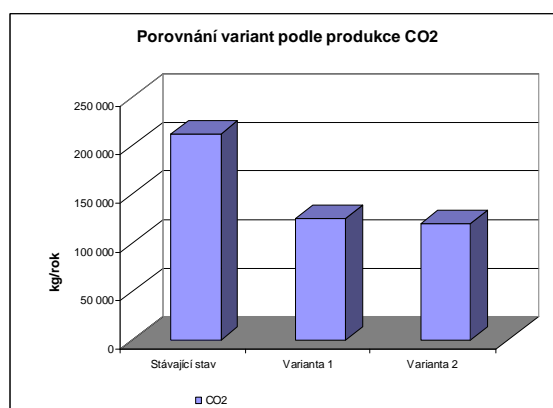
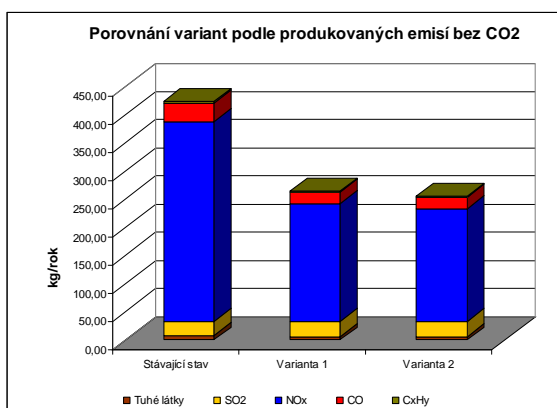
Energetické hospodářství zahrnuje tepelnou energii získávanou spalováním zemního plynu v systému CZT a elektrickou energii, které jsou vyráběny především v hnědouhelných elektrárnách. Dopad na životní prostředí pak zahrnuje emise jak ze zdroje výroby tepla, tak výroby elektrické energie. Navrhovanými opatřeními dochází ke snížení potřeby tepelné energie pro vytápění. Tím dojde i ke snížení emisí škodlivých látek do ovzduší. Hodnoty emisí jsou vypočítány na základě nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Environmentální vyhodnocení – varianta č. 1

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.1 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,00720	0,00636	0,00084
SO ₂	0,02654	0,02654	0,00000
NO _x	0,33353	0,19461	0,13892
CO	0,03110	0,01974	0,01137
C _x H _y	0,00226	0,00125	0,00101
CO ₂	199,38430	115,97128	83,41302

Environmentální vyhodnocení – varianta č.2

znečišťující látka	výchozí stav (t/rok)	varianta č.2 (t/rok)	rozdíl (t/rok)
Tuhé látky	0,00720	0,00630	0,00090
SO ₂	0,02654	0,02654	0,00000
NO _x	0,33353	0,18494	0,14859
CO	0,03110	0,01894	0,01216
C _x H _y	0,00226	0,00118	0,00108
CO ₂	199,38430	110,16329	89,22101



8. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Úroveň energetického hospodářství předmětu energetického auditu odpovídá době výstavby, kdy byly tepelně technické parametry obvodových konstrukcí značně poddimenzovány a kdy cena za tepelnou energii byla mnohonásobně nižší než nyní. Jak z výpočtů vyplývá, za současného stavu obálka budovy nespĺňuje požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla a je hodnocena jako velmi nevhodná. Z hlediska měrné spotřeby energií je objekt hodnocen rovněž jako nevhodná. Otopná tělesa jsou osazena termostatickými ventily s termoregulačními hlavici, což odpovídá Vyhlášce č.193/2007Sb. §4, ods.1.

8.2. Celková výše dosažitelných energetických úspor

Dosažitelné energetické úspory

Význam		stávající stav	varianta č. 1	varianta č.2
Potřeba tepla pro vytápění včetně tepelných zisků	GJ	2 800,7	1 367,3	1 267,5
Potřeba tepla pro ohřev TV	GJ	400,4	400,4	400,4
potřeba energie na chlazení	GJ	0,0	0,0	0,0
Potřeba elektrické energie na osvětlení	GJ	58,9	58,9	58,9
Potřeba pomocné energie	GJ	32,2	32,2	32,2
Výroba energie z obnovitelných zdrojů	GJ	0,0	0,0	0,0
Celková roční dodaná energie	GJ	3 292,2	1 858,8	1 759,0
Celkové úspory energie	GJ		1 433,4	1 533,2
	%		43,54	46,57
	tis.Kč*		868,0	928,5

*)včetně DPH

8.3. Návrh optimální varianty

S ohledem na provedené energetické a ekonomické vyhodnocení navržených variant doporučujeme realizovat variantu č. 2., která spočívá v uplatnění následujících opatření:

1. Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ resp. $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro výplně v částečně vytápěných prostorách a $U = 1,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro střešní světlíky;
2. Část výplní otvorů v tělocvičně (Luxfery) vyměnit za okna plastová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a část vyzdít tak, aby konstrukce splňovala doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;
3. Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$;
4. Zateplení střech učebnových pavilonů na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, zrušení světlíků v pavilonu USU;
5. Zateplení střech vstupní haly a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, nahrazení světlíků v tělocvičně světlovody;
6. Zavedení energetického manažerství, zablokování TR ventilů ve společných prostorách;

Další doporučení

- Zkontrolovat funkčnost termostatických ventilů a v prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C (chodby, toalety, skladové prostory apod.), termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti.
- na základě stavební PD zateplení objektu nechat provést přepočty tepelných ztrát jednotlivých místností a velikost otopné plochy, dimenze potrubí, topných křivek a na základě výsledků přenastavit ekvitermní regulaci;
- plně využívat MaR pro nastavení topných křivek a útlumů vytápění, zejména noční a víkendové útlumy vytápění;
- v případě ohřevu TV je nutné pamatovat na hygienické předpisy a především na ochranu proti Legionelám. Díky své odolnosti vůči chloru nejsou legionely odstraněny v úpravkách pitné vody, procházejí do potrubní sítě, kde se pak mohou v teplé vodě (20-45 °C) pomnožit. Nejjednodušší ochranou proti těmto bakteriím je udržovat teplotu teplé vody na 55-60 °C a jedenkrát za týden zahřátí celého objemu vody v zásobníku na teplotu 70 °C (termodezinfekce), při které Legionely hynou. Přitom je však nutné dodržet maximální teplotu na výstupu z výtokové armatury 60 °C. Toho lze dosáhnout např. umístěním směšovací armatury na výstup z ohříváče TV;
- dokončit rekonstrukci osvětlovací soustavy - instalovat nové úsporné osvětlení;
- podrobnosti účinnosti užití energie při jejím rozvodu nově stanovuje Vyhláška č.193/2007 Sb. (stav a provedení regulačních armatur a tepelných izolací);

- pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody stanovuje Vyhláška č. 194/2007 Sb.

Ekonomické ukazatele doporučené varianty

Význam	Symbol	2. Varianta	jednotka
Celkové výdaje na energeticky úsporný projekt	IN	13 698,0	tis. Kč
Úspora energie	-	1 759,0	GJ
Úspora energie	-	928,5	tis. Kč
Úspora výdajů	-	434,5	tis. Kč
Roční úspory projektu celkem	CF	1 363,0	tis. Kč
Doba hodnocení	-	30	roky
Diskont	r	5,00	%
Prostá doba návratnosti	Ts	10,1	roky
Reálná doba návratnosti	Tsd	14,0	roky
Čistá současná hodnota	NPV	7 554,3	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	9,32	%
Projekt je:		ziskový	

8.4. Podmínky dosažení úspor energie

Výše uvedené vyčíslení hodnot úspor energií jsou garantovány za předpokladu:

- komplexní realizace opatření uvedených v doporučené variantě;
- použití certifikovaných výrobků a technologií;
- splnění všech navržených parametrů v oblasti stavebních konstrukcí;
- splnění všech navržených technických parametrů v TZB;
- opatření budou realizována na základě vypracované projektové dokumentace dle platných norem a vyhlášek;
- pro vyhodnocení bude použit model energetické potřeby objektu popsany v textu;
- do ekonomického hodnocení budou zahrnuty pouze náklady související s energetickými úsporami;
- spotřeba tepla bude vztažena ke klimatickým údajům průměrného otopného období;
- průměrná teplota otopných místností nepřesáhne normou stanovené teploty;
- nedojde k zásadní změně vybavenosti objektu nebo ke změně charakteru využití objektu;
- nezmění se podmínky pro využití solárních zisků a nezvýší se významně tepelné ztráty větráním např. změnou hygienických podmínek pro intenzitu výměny vzduchu;
- bude pověřen pracovník pro správu objektu a otopného systému, který bude kontrolován a finančně zainteresován na výši úspor;

8.5. Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie

Energie větru - Objekt se nachází v městské zástavbě a využití energie větru je nereálné.

Vodní energie - V blízkosti objektů se nenachází vodní tok s odpovídajícími parametry.

Solární energie - Využití solární energie bylo posouzeno z hlediska možnosti přípravy teplé vody jako doplňkový zdroj. Jak z výpočtů vyplynulo, v současných podmínkách není ekonomické uvedené zařízení instalovat (bez případné podpory státu).

Tepelná čerpadla - Využití tepelných čerpadel bylo posouzeno z hlediska vytápění po zateplení objektu na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla obálky budovy. Jak z výpočtů vyplynulo, v současných podmínkách není ekonomické uvedené zařízení instalovat (bez případné podpory státu).

Spalování biomasy – Vytápění objektu je zajištěno ze systému CZT, což lze považovat za ekologicky přijatelné. V současném legislativním a ekonomickém prostředí není tedy reálné uvažovat o změně stávajícího způsobu zásobení energií a instalovat jakékoliv zdroje na biomasu pro vytápění nebo ohřev teplé vody.

8.6. Evidenční list energetického auditu

Předmět EA	Taneční konzervatoř Brno		
Adresa	Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná		
Název subjektu - zadavatel EA	Taneční konzervatoř Brno	Zástupce	Mgr. Kárný Zdeněk ředitel
Sídlo subjektu - adresa zadavatele	Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná		
Telefon	548539080	Fax	E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Jedná se o areál skládající se ze dvou učebnových pavilonů UVMV a USU vzájemně propojených nevytápěnou chodbou a pavilonu, ve kterém se nachází tělocvična (taneční sál), kuchyně s jídelnou a internát. Pavilon UVMV je propojen s tělocvičnou a jídelnou jednopodlažní vstupní halou. Pavilony UVMV a USU mají dvě nadzemní podlaží, ve kterých jsou učebny, kabinety a sociální zařízení. Pavilon tělocvičny má částečně jedno podzemní a dvě nadzemní podlaží. V nevytápěném 1.PP se nachází sklady, předávací stanice a rozvody energií. V 1.NP je tělocvičná hala a kuchyně s jídelnou. Ve 2. NP se nachází internát. Střechy všech objektů jsou ploché jednoplášťové. Obvodové zdivo je provedeno z cihelných bloků CDm a CDk. Výplně otvorů tvoří dřevěná a kovová okna, kovové vstupní stěny a nová plastová okna.</p>		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství	<p>Energetické hospodářství v auditovaném objektu zahrnuje tři druhy spotřebovávaných energií, a to tepelnou energii, zemní plyn a elektrickou energii. Objekt nemá vlastní zdroj tepla je napojen na horkovodní výměňkovou stanici systému CZT. Do objektu je přivedena samostatná topná větev do technické místnosti v 1.PP objektu tělocvičny na centrální rozdělovač. Odtud je rozvedena do tří ekvitermně regulovaných větví pro vytápění a jedné větve pro vzduchotechnické jednotky. Otopný systém byl navržen jako teplovodní s tepelným spádem 90/70°C s nuceným oběhem. Oběh topné vody zajišťují v každé větvi teplovodní oběhová čerpadla WILO typu TOP S. Otopnou plochu tvoří převážně litinová článková tělesa osazená ventily s termostatickými hlaviciemi. Stávající rozvodný systém je čtyřtrubkový, kdy je teplá voda (TV) pro objekt připravována centrálně ve výměňkové stanici. V současné době probíhá instalace kompaktní stanice ohřevu TV v 1.PPP objektu tělocvičny. Jedná se o kompaktní stanici Anicor AKU 100 o výkonu 250 kW a s vyrovnávacím zásobníkem o objemu 100 l. Elektrická soustava je 3PEN AC 50Hz, 3x230/400V, TN-C, ochrana proti nebezpečnému dotykovému napětí je provedena samočinným odpojením od zdroje. Rozvody jsou provedeny vodiči AYKY, AGY a CYKY, které jsou uloženy pod omítkou nebo v lištách. Osvětlení je provedeno převážně původními zářivkovými svítidly a žárovkovými svítidly. V předávací místnosti je pro školní kuchyni instalována vzduchotechnická jednotka Robatherm . Ohřev vzduchu zajišťuje teplovodní výměník s teplotním spádem 70/50°C a výkonu 103,3 kW.</p>		

Vlastní energetický zdroj	Instalovaný tepelný výkon MW	Instalovaný elektrický výkon MW	
	-	-	
Typ energosoustrůj	není		
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji	GJ.rok ⁻¹	-
	Nákup	GJ.rok ⁻¹	2 555,8
	Prodej	GJ.rok ⁻¹	-
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji	MWh.rok ⁻¹	-
	Nákup	MWh.rok ⁻¹	26,6
	Prodej	MWh.rok ⁻¹	-

Spotřeba paliv a energie	GJ.rok ⁻¹	2669	z toho technologická	GJ.rok ⁻¹	-
Spotřebič energie	Tepelná ztráta kW		Spotřeba energie	GJ.rok ⁻¹	Nositel energie
		530		2 800	CZT

Energeticky úsporný projekt	
Stručný popis doporučené varianty	<p>Doporučená varianta č.2</p> <ol style="list-style-type: none"> Výměna výplní otvorů mimo nová plastová za nová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ resp. $U = 2,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro výplně v částečně vytápěných prostorách a $U = 1,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ pro střešní světlíky; Část výplní otvorů v tělocvičně (Luxfery) vyměnit za okna plastová s doporučeným součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a část vyzdít tak, aby konstrukce splňovala doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$; Zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$; Zateplení střech učebnových pavilonů na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, zrušení světlíků v pavilonu USU; Zateplení střech vstupní haly a tělocvičny na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, nahrazení světlíků v tělocvičně světlovody; Zavedení energetického manažerství, zablokování TR ventilů ve společných prostorách; <p>Další doporučení</p> <ul style="list-style-type: none"> - zkontrolovat funkčnost termostatických ventilů a v prostorách, které jsou navrženy na vnitřní teplotu nižší než 20 °C (chodby, toalety, skladové prostory apod.), termostatické hlavice zablokovat proti nežádoucí manipulaci na hodnotě odpovídající teplotě v dané místnosti. - na základě stavební PD zateplení objektu nechat provést přepočet tepelných ztrát jednotlivých místností a velikost otopné plochy, dimenze potrubí, topných křivek a na základě výsledků přenastavit ekvitermní regulaci; - plně využívat MaR pro nastavení topných křivek a útlumů vytápění, zejména noční a víkendové útlumy vytápění; - v případě ohřevu TV je nutné pamatovat na hygienické předpisy a především na ochranu proti Legionelám. Díky své odolnosti vůči chloru nejsou legionely odstraněny v úpravách pitné vody, procházejí do potrubní sítě, kde se pak mohou v teplé vodě (20-45 °C) pomnožit. Nejjednodušší ochranou proti těmto bakteriím je udržovat teplotu teplé vody na 55-60 °C a jedenkrát za týden zahřátí celého objemu vody v zásobníku na teplotu 70 °C (termodezinfekce), při které Legionely hynou. Přitom je však nutné dodržet maximální teplotu na výstupu z výtokové armatury 60 °C. Toho lze dosáhnout např. umístěním směšovací armatury na výstup z ohříváče TV; - dokončit rekonstrukci osvětlovací soustavy - instalovat nové úsporné osvětlení; - podrobnosti účinnosti užití energie při jejím rozvodu nově stanovuje Vyhláška č.193/2007 Sb. (stav a provedení regulačních armatur a tepelných izolací); <p>pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody stanovuje Vyhláška č. 194/2007 Sb. Soubor opatření pro energeticky vědomý provoz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energetický management - pravidelné (týdenní) odečítání spotřeby energií v objektech a současně průměrné (týdenní) venkovní teploty, využívání instalované MaR (nastavení nočních a víkendových útlumů, topných křivek apod.).

Investiční náklady tis. Kč	13 698		z toho technologie	
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	energie GJ.rok ⁻¹	náklady tis.Kč.rok ⁻¹	energie GJ.rok ⁻¹	náklady tis. Kč.rok ⁻¹
	3 292,2	2 214,2	1 759,0	1 195,1
Potenciál energetických úspor	GJ.rok ⁻¹	1533,2	MWh.rok ⁻¹	425,9

Environmentální přínosy			
Znečišťující látka	Výchozí stav t.rok ⁻¹	Stav po realizaci t.rok ⁻¹	Rozdíl t.rok ⁻¹
Tuhé látky	0,00720	0,00630	0,00090
SO ₂	0,02654	0,02654	0,00000
NO ₂	0,33353	0,18494	0,14859
CO	0,03110	0,01894	0,01216
C _x H _y	0,00226	0,00118	0,00108
CO ₂	199,38430	110,16329	89,22101
Ekonomická efektivnost			
Cash-Flow projektu tis.Kč.rok ⁻¹	1 363,0	Doba hodnocení rok	30
Prostá doba návratnosti rok	10,1	Diskont %	5
Reálná doba návratnosti rok	14,0	NPV tis.Kč	7 554,3
		IRR %	9,32
Energetický auditor	Ing. Aleš Novák	Číslo osvědčení MPO	173
Podpis		Datum	11.2.2012

Výpočet podle ČSN 73 0540-2:2011

Firma:

Stavba:

Místo: Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná

Investor:

Zakázka: Taneční konzervatoř - štítek

Archiv: Taneční konzervatoř

Projektant:

Datum: 20.1.2012

E-mail:

Telefon:

Taneční konzervatoř Brno

Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná

Plocha systémové hranice zóny	A	10 160,9 m ²
Objem zóny	V	18 391,6 m ³
Faktor tvaru budovy	A/V	0,55 m ⁻¹
Převažující vnitřní teplota v otopném období	Θ_{im}	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období	Θ_e	-15 °C
Součinitel typu budovy	e_1	1,00

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy		stávající stav	navrhovaný stav
- referenční budova - vypočítaná hodnota	$U_{em,N,20,vyp}$	0,47	0,44 W/(m ² .K)
- referenční budova - upravená podle tab.5	$U_{em,N,20}$	0,47	0,44 W/(m ² .K)
- požadovaná hodnota	$U_{em,N}$	0,47	0,44 W/(m ² .K)
- doporučená hodnota	$U_{em,N,rec}$	0,35	0,33 W/(m ² .K)
Měrná ztráta prostupem tepla	H_T	10 683,03	3 489,28 W/K
- vypočítaná hodnota	U_{em}	1,05	0,34 W/(m ² .K)
Klasifikační ukazatel	CI	2,24	0,78

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)
	stávající stav	V1	navrhovaný stav	V2
A	Velmi úsporná	0,50	Velmi úsporná	0,50
B	Úsporná	0,75	Úsporná	0,75
C	Vyhovující	1,00	Vyhovující	1,00
D	Nevyhovující	1,50	Nevyhovující	1,50
E	Nehospodárná	2,00	Nehospodárná	2,00
F	Velmi ne hospodárná	2,50	Velmi ne hospodárná	2,50
G	Mimořádně ne hospodárná	>2,50	Mimořádně ne hospodárná	>2,50

Referenční budova

Stanovení požadované hodnoty $U_{em,N}$ průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

stávající stav

	Pzk	b	UN,20 W/(m ² .K)	UNekv W/(m ² .K)	AR m ²	HT W/K
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30		2 123,23	637,0
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	3,50		71,68	250,9
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,50		1 144,44	1 716,7
SCH1	E	1,000	0,24		3 060,20	734,4
OJ1	E	1,000	1,40		405,60	567,8
PDL1	zemina	0,304	0,45	0,14	2 505,00	343,2
PDL3	zemina	0,773	0,45	0,35	560,77	195,1
PDL4	zóna 3	0,683	0,60	0,41	230,00	94,2
PDL2	zóna 2	0,790	0,60	0,47	60,00	28,4
celkem					10 160,92	4 567,77

$U_{em,N,20} = (\Sigma HT / \Sigma AR) + 0,02$	0,47	W/(m ² .K)
$U_{em,N,20}$ - hodnota upravená podle tabulky 5	0,47	W/(m ² .K)
$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1 \cdot e_2$ $e_2 = 1,25$ pokud lze využít vnitřní zdroje technologického tepla	0,47	W/(m ² .K)

navrhovaný stav

	Pzk	b	UN,20 W/(m ² .K)	UNekv W/(m ² .K)	AR m ²	HT W/K
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30		2 149,83	644,9
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	3,50		71,68	250,9
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,50		1 117,84	1 676,8
SCH1	E	1,000	0,24		3 295,20	790,8
OJ1	E	1,000	1,40		170,60	238,8
PDL1	zemina	0,304	0,45	0,14	2 505,00	343,2
PDL3	zemina	0,773	0,45	0,35	560,77	195,1
PDL4	zóna 3	0,682	0,60	0,41	230,00	94,1
PDL2	zóna 2	0,790	0,60	0,47	60,00	28,4
celkem					10 160,92	4 263,18

$U_{em,N,20} = (\Sigma HT / \Sigma AR) + 0,02$	0,44	W/(m ² .K)
$U_{em,N,20}$ - hodnota upravená podle tabulky 5	0,44	W/(m ² .K)
$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1 \cdot e_2$ $e_2 = 1,25$ pokud lze využít vnitřní zdroje technologického tepla	0,44	W/(m ² .K)

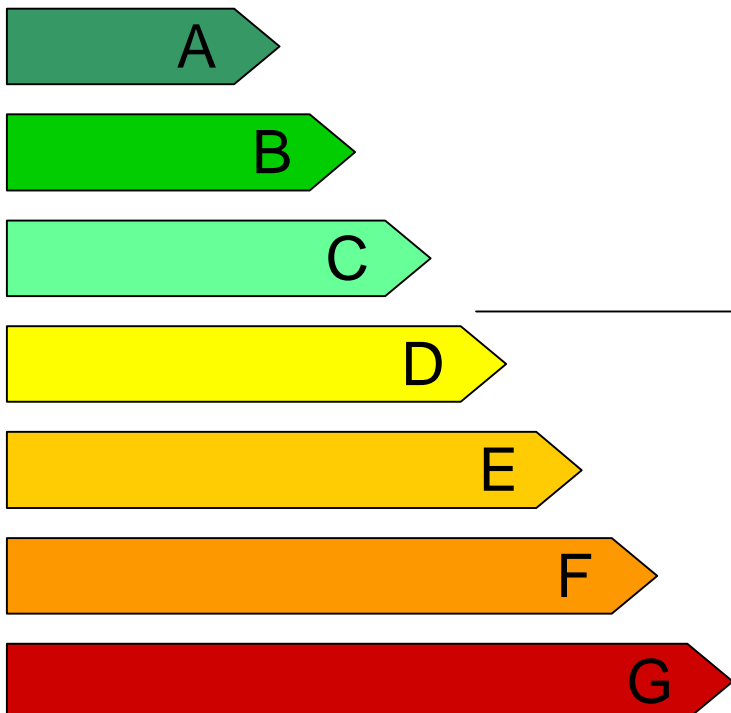
Seznam konstrukcí posuzované části budovy

OK	U _{N,20}	ss	Pzk	stávající stav					navrhovaný stav				
				b	U W/(m ² .K)	U _{ekv}	AR m ²	H W/K	b	U W/(m ² .K)	U _{ekv}	AR m ²	H W/K
SO1	0,30		E	1,000	1,347		1 050,9	1 415,5	1,000	0,213		1 077,5	229,5
OZ1	1,50		E	1,000	2,400		943,9	2 265,4	1,000	1,200		943,9	1 132,7
LUX1	1,50		E	1,000	3,000		103,0	309,0	1,000	1,200		76,4	91,7
OZ2	1,50		E	1,000	1,200		62,0	74,4	1,000	0,050		62,0	3,1
SSO1	3,50		E	1,000	6,500		71,7	465,9	1,000	1,200		71,7	86,0
SSO2	1,50		E	1,000	4,500		35,5	159,9	1,000	1,200		35,5	42,6
SO2	0,30		E	1,000	1,109		72,8	80,7	1,000	0,213		72,8	15,5
SO3	0,30		E	1,000	0,800		1,1	0,8	1,000	0,800		1,1	0,8
SO4	0,30		E	1,000	0,213		998,5	212,7	1,000	0,213		998,5	212,7
SCH1	0,24		E	1,000	0,566		1 914,2	1 083,4	1,000	0,160		2 074,1	331,9
OJ1	1,40		E	1,000	6,000		309,8	1 858,8	1,000	1,100		149,9	164,9
SCH2	0,24		E	1,000	0,758		601,0	455,6	1,000	0,160		601,0	96,2
SCH3	0,24		E	1,000	0,615		545,0	335,2	1,000	0,160		620,1	99,2
OJ2	1,40		E	1,000	6,000		95,8	574,8	1,000	1,100		20,7	22,8
PDL1	0,45		Z	0,177	0,922	0,163	2 505,0	408,3	0,177	0,922	0,163	2 505,0	408,3
PDL2	0,60		zóna 2	0,764	0,698	0,533	60,0	32,0	0,764	0,698	0,533	60,0	32,0
PDL3	0,45		Z	0,314	0,698	0,219	560,8	122,8	0,314	0,698	0,219	560,8	122,8
PDL4	0,60		zóna 3	0,583	0,922	0,538	230,0	123,7	0,583	0,922	0,537	230,0	123,6
suma							10 160,9	9 979,0				10 160,9	3 216,2

Lineární činitelé prostupu tepla

OK	b	stávající stav				navrhovaný stav			
		Ψ	L m	H W/K	H %	Ψ	L m	H W/K	H %
I	1,000	0,500	422,7	211,3		0,300	422,7	126,8	
II	1,000	0,300	98,0	29,4		0,300	98,0	29,4	
III	1,000	0,450	336,0	151,2		0,150	336,0	50,4	
IV	1,000	0,300	336,0	100,8		0,000	336,0	0,0	
V	1,000	0,150	1 488,7	223,3		0,050	1 488,7	74,4	
VI	1,000	-0,150	80,0	-12,0		-0,100	80,0	-8,0	
suma			2 761,4	704,1			2 761,4	273,0	

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: Taneční konzervatoř Brno		Hodnocení obálky budovy				
Posuzovaná část:						
Adresa budovy: Nejedlého 375/3; 638 00 Brno - Lesná						
Celková podlahová plocha $A_c = 4767.3 \text{ m}^2$		stávající stav	navrhovaný stav			
CI Velmi úsporná  Mimořádně neekonomická						
KLASIFIKACE		2,24	0,78			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$		1,05	0,34			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$		0,47	0,47			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,22	0,33	0,44	0,66	0,88	1,10
Platnost štítku do : ---		Datum: 11.02.2012				
		Jméno a příjmení: Ing. Aleš Novák				