

Obsah energetického auditu

1. TITULNÍ LIST A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	4
1.1. PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	4
1.2. ZADAVATEL AUDITU	4
1.3. MAJITEL OBJEKTU.....	4
1.4. AUDITOR	4
1.5. PŘEDKLADATEL ENERGETICKÉHO AUDITU	4
2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	5
2.1. LEGISLATIVA	5
2.2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO AUDITU	5
2.3. ZÁKLADNÍ POPIS	5
2.4. SITUAČNÍ PLÁN	6
2.5. HLAVNÍ ČINNOSTI V PŘEDMĚTU EA.....	6
2.6. POPIS TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ A SYSTÉMŮ	6
NÁKUP ELEKTRICKÉ ENERGIE	7
2.7. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPECH DO PŘEDMĚTU EA.....	8
2.8. VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE	10
BALANCE VÝROBY ENERGIE Z VLASTNÍCH ZDROJŮ	10
2.9. ROZVODY ENERGIE	11
ROZVOD TEPLA A CHLADU.....	11
VĚTRÁNÍ.....	11
CHLAZENÍ	11
VENKOVNÍ SYSTÉMY	11
2.10. VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE	11
2.11. STAVEBNÍ KONSTRUKCE	11
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	11
PODLAHOVÉ KONSTRUKCE	12
2.12. SYSTÉM MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ PODLE ČSN EN ISO 50001	13
3. VYHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	13
3.1. ENERGETICKÁ BALANCE A TECHNICKÉ UKAZATELE ZDROJE ENERGIE	13
3.2. ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU BUDOVY	15
ÚČINNOST TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ	16
ZDROJ ENERGIE.....	16
ROZVODY TEPLA A CHLADU	16
VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE	16
SOUČinitele PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ NA SYSTÉMOVÉ HRANICI	17
VÝPOČET PRŮMĚRNÉHO SOUČinitele PROSTUPU TEPLA.....	21
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI.....	23

VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ ENERGÍÍ	23
<u>4. NAVRŽENÁ OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY.....</u>	24
4.1. DRUHY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	24
4.2. VYSOKO NÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	24
4.3. ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN	24
4.4. ZATEPLENÍ STŘECHY	25
4.5. VÝMĚNA OTVOROVÝCH VÝPLNÍ.....	25
4.6. INSTALACE SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ NA OHŘEV TUV.....	25
4.7. SOUHRN NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	26
4.8. DEFINOVÁNÍ VARIANT	26
<u>5. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ</u>	31
5.1. METODA HODNOCENÍ	31
5.2. VYHODNOCENÍ VARIANT	32
<u>6. ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ VARIANT</u>	34
<u>7. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY</u>	35
7.1. METODIKA A KRITÉRIA HODNOCENÍ	35
7.2. VYHODNOCENÍ VARIANT	36
<u>8. ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU</u>	36
8.1. HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ.....	36
8.2. POPIS NAVRŽENÉ VARIANTY	36
8.3. ZDŮVODNĚNÍ VÝBĚRU DOPORUČENÉHO OPATŘENÍ	37
8.4. ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ	37

Seznam obrázků a grafů

Tab. č. 1	Přehled přípravy TUV v objektu	7
Tab. č. 2	Energetické vstupy do předmětu EA v roce 2010.....	8
Tab. č. 3	Energetické vstupy do předmětu EA v roce 2011.....	9
Tab. č. 4	Energetické vstupy do předmětu EA v roce 2012.....	9
Tab. č. 5	Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje.....	10
Tab. č. 6	Bilance výroby energie z vlastních zdrojů.....	10
Tab. č. 7	Upravené spotřeby energie na vytápění s použitím denostupňové metody	13
Tab. č. 8	Výchozí roční energetická bilance	14
Tab. č. 9	Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{n,20}$ pro budovy s převažující návrhovou teplotou od 18 do 22°C.....	17
Tab. č. 10	Tepelně-technické parametry konstrukcí obálky budovy.....	18
Tab. č. 11	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18°C až 22°C včetně.....	22
Tab. č. 12	Tabulka pro zařazení budovy podle obálky	22
Tab. č. 13	Průměrný součinitel prostupu tepla – stávající stav	22
Tab. č. 14	Výsledky výpočtu energetické náročnosti auditované budovy – dílčí dodaná energie pro technické systémy.....	23
Tab. č. 15	Souhrn navrhovaných opatření	26
Tab. č. 16	Přehled konstrukcí a jejich úpravy, výpočet tepelných ztrát varianta 1	27
Tab. č. 17	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy po opatřeních – varianta 1	28
Tab. č. 18	Výpočet energetické náročnosti auditované budov po opatřeních – varianta 1	28
Tab. č. 19	Přínosy po realizaci varianty č.1.....	29
Tab. č. 20	Upravená energetická bilance pro variantu č.1.....	29
Tab. č. 21	Přínosy po realizaci varianty č.2.....	30
Tab. č. 22	Upravená energetická bilance pro variantu č.2.....	30
Tab. č. 23	Ekonomické hodnocení varianty 1.....	32
Tab. č. 24	Ekonomické hodnocení varianty 2.....	33
Tab. č. 25	Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty 1.....	34
Tab. č. 26	Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty 2.....	34
Tab. č. 27	Vyhodnocení variant.....	36

Přílohy

Evidenční list energetického auditu
Energetický štítek obálky budovy – stávající stav
Stávající stav – referenční budova
Energetický štítek obálky budovy – varianta 1
Po opatřeních – referenční budova
Výpočtové protokoly (program Energie 2013)

1. Titulní list a identifikační údaje

1.1. Předmět energetického auditu

Název/Jméno	Sportovní hala
Adresa	U Koldomu č.p.2049, Litvínov
katastr	č.parc. 2704/2, k.ú. Horní Litvínov 686042
Číslo zakázky	A17013
Datum vypracování	20.8. 2013



1.2. Zadavatel auditu

název/jméno	SPOTRaS s.r.o.
adresa	Studentská 758, 436 01 Litvínov
IČO	25005430

1.3. Majitel objektu

název/jméno	SPOTRaS s.r.o.
adresa	Studentská 758, 436 01 Litvínov
IČO	25005430

1.4. Auditor

jméno	Ing. Petra Studecká, Ph.D.		
oprávnění	energetický auditor	MPO č. 1001	
	autorizovaný inženýr pro poz. stavby	ČKAIT č. 9547	

1.5. Předkladatel energetického auditu

název/jméno	Energetická agentura s.r.o.		
adresa	Strážovská 343/17, Praha 5		
e-mail	info@energetickaagentura.eu		
telefon	731 502 060	Fax	281 861 713
IČ	24678112	DIČ	CZ24678112

© Energetická agentura s.r.o.

Jakékoliv užití Energetického auditu, nebo jeho jakékoliv části jinak než je uvedeno ve smlouvě o dílo, zejména jeho další užití formou šíření, kopírování, dalšího zpracování nebo úpravou je zakázáno.

2. Popis stávajícího stavu

2.1. Legislativa

Energetický audit je zpracován na základě zákona 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů, vyhlášky č. 480/2012 pravdivě a úplně. Nejedná se o energetický audit zpracovaný objektivně dle § 9 odst. 2b zákona 406/2000. Předmětem auditu je návrh varianty energeticky úsporného projektu, který obsahuje opatření, po jejichž realizaci bude hodnocená budova splňovat jedno ze dvou požadovaných kritérií vyplývajících z požadavku Operačního programu životní prostředí, Státního fondu životního prostředí.

Obálka budovy je hodnocena na základě ČSN 730540-2 (znění říjen 2011) a energetická náročnost budovy je hodnocena na základě vyhlášky 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

2.2. Podklady pro zpracování energetického auditu

Přehled zapůjčené dokumentace poskytnuté zadavatelem:

- ▶ Faktury spotřeb energií (CZT, el. energie) za poslední 3 roky (2010, 2011, 2012)
- ▶ Dokumentace zpracovaná Ing.arch. Tomášem Adámkem, Vinohradská 75, 120 00 Praha 2, č. autorizace ČKA 02 506

2.3. Základní popis

Předmětem energetického auditu je budova sportovní haly v Litvínově. Objekt sportovní haly slouží především sportovcům k provozování halových sportů a divákům ke sledování sportovních utkání. Součástí budovy jsou šatny, klubovna a kancelář pro sportovní kluby.

Základem kompozice Sportovní haly je kvádr, překrytý přesahující mohutnou deskou střechy. Tento kvádr obsahuje hlavní prostor sportoviště. Z hlavního objemu vystupují menší kvádr vstupní části a zalomené křídlo šaten.

Fasády hlavního objemu jsou z velké části prosklené kopilitovými tvárnicemi v ocelových rámech. Mezi kopility jsou vložena ocelová otvíravá okna. Ostatní okna jsou dřevěná zdvojená. Přesah střechy je obložen hliníkovými lamelami. Plné zděné části fasády jsou omítnuty břizolitem většinou v přírodním stavu; pouze část šaten je opatřena bílým fasádním nátěrem.

2.4. Situační plán



Obr. 1 Zakreslení auditovaného objektu v katastrální mapě

2.5. Hlavní činnosti v předmětu EA

Hlavní činností provozovanou v budově je občasná sportovní činnost vč. jejího zázemí. Provoz v hale je nerovnoměrně po celý rok vč. prázdnin a víkendů.

2.6. Popis technických zařízení a systémů

Zdroj tepla

Zdrojem tepla je městská přípojka CZT. Vytápěcím médiem je horká voda. Rozdělovač a sběrač je umístěn v hale.

Nákup tepla

Teplo je nakupováno od společnosti United Energy, a.s. prostřednictvím dceřiné společnosti Severočeská teplárenská a.s..

Obchodní jméno:	United Energy,a.s.
Sídlo:	Teplárenská 2, Most-Komořany, PSČ 434 03
IČO:	27 30 99 59
Obchodní rejstřík:	Krajský soud v Ústí nad Labem, oddíl B, vložka 1722
Hlavní předmět podnikání:	výroba elektřiny, výroba a rozvod tepelné energie

Výroba TUV

Teplá voda je připravována v zásobníku TUV, ohříváném z CZT. Zásobník je o objemu 1600 litrů.

Tab. č. 1 *Přehled přípravy TUV v objektu*

Potřeba tepla na přípravu TUV	hodnota	jedn.
jednotka	1	osoba
počet jednotek	40	osob
teplota vstupní studené vody	10	°C
teplota výstupní teplé vody	60	°C
objem dodané vody/jednotku	18	litr/den
Celkem	151	MJ/den
počet dní TV	100	
Potřeba energie na přípravu TV	15,1	GJ/rok

Spotřeba TUV není měřena. Její spotřeba je stanovena teoretickým výpočtem. Výpočet je uveden v Tab. č. 1 (Výpočet dle ČSN EN 15316-3) a dále v příloze – výstup z programu *Energie 2013*.

Nákup elektrické energie

Osvětlení

Zdroje světla

Zdrojem umělého osvětlení jsou žárovky a zářivková svítidla. Budova nemá stanoven žádný systém pravidelných revizí a výměny světelných zdrojů. Tyto jsou prováděny dle momentální potřeby pracovníkem údržby.

Čištění

Osvětlovací tělesa v prostorách jsou pravidelně čištěna.

Venkovní osvětlení

Spotřeba elektřiny zahrnuje osvětlení vchodů.

2.7. Základní údaje o energetických vstupech do předmětu EA

Investorem byly poskytnuty údaje o roční spotřebě energie a fakturované částky za energii v letech 2010 – 2012. Spotřeba jednotlivých energií a ceny jsou uvedeny v tabulce. Hlavním topným médiem je **horká voda**. Cena za GJ zahrnuje všechny poplatky spojené s dodávkou, ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Tab. č. 2 Energetické vstupy do předmětu EA v roce 2010

ROK 2010					
Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	GJ	Roční náklady v tis. Kč
El. Energie VT+NT	MWh	90,00	3,6	324,0	356,40
El. Energie NT	MWh	-	-	-	-
Teplo - CZT	GJ	2022,00	-	2022,0	1 011,00
Zemní plyn	MWh	-	-	-	-
Jiné plyny	MWh	-	-	-	-
Hnědé uhlí	MWh	-	-	-	-
Černé uhlí	t	-	-	-	-
Koks	t	-	-	-	-
jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
TTO	t	-	-	-	-
LTO	t	-	-	-	-
Nafta	t	-	-	-	-
Druhotné zdroje	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ (MWh)	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				2346,0	1 367,40
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celekem spotřeba paliv a energie				2346,0	1 367,40

Tab. č. 3 Energetické vstupy do předmětu EA v roce 2011

ROK 2011					
Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	GJ	Roční náklady v tis. Kč
El. Energie VT+NT	MWh	72,00	3,6	259,2	285,12
El. Energie NT	MWh	-	-	-	-
Teplo - CZT	GJ	1548,00	-	1548,0	774,00
Zemní plyn	tis. m3	-	-	-	-
Jiné plyny	tis. m3	-	-	-	-
Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
Černé uhlí	t	-	-	-	-
Koks	t	-	-	-	-
jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
TTO	t	-	-	-	-
LTO	t	-	-	-	-
Nafta	29	-	-	-	-
Druhotná energie	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ (MWh)	-	-	-	-
Jiná paliva	t	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				1807,2	1 059,12
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1807,2	1 059,12

Tab. č. 4 Energetické vstupy do předmětu EA v roce 2012

ROK 2012					
Vstupy paliv a energie	jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	GJ	Roční náklady v tis. Kč
El. Energie VT+NT	MWh	89,00	3,6	320,4	352,44
El. Energie NT	MWh		-	-	-
Teplo - CZT	GJ	1693,00	-	1693,0	846,50
Zemní plyn	tis. m3	-	-	-	-
Jiné plyny	tis. m3	-	-	-	-
Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
Černé uhlí	t	-	-	-	-
Koks	t	-	-	-	-
jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
TTO	t	-	-	-	-
LTO	t	-	-	-	-
Nafta	29	-	-	-	-
Druhotná energie	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ (MWh)	-	-	-	-
Jiná paliva	t	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				2013,4	1 198,94
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				2013,4	1 198,94

2.8. Vlastní zdroje energie

Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Základní technické ukazatel vlastního energetického zdroje jsou uvedeny v Tab. č. 5. Na základě údajů o spotřebě byla sestavena bilance výroby energie z vlastních zdrojů. Bilance je sestavena pro tři poslední roky 2009 - 2012 – viz tab. Tab. č. 6. Z tohoto přehledu se stanovila hodnota průměrné roční energetické účinnosti zdroje a specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu energie a roční využití zdroje.

Tab. č. 5 Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje

č.	Název ukazatele	2010	2011	2012	prům	vzorec	jednotky
1	Roční celková účinnost zdroje	-	-	-	-	$(\bar{f}.3 \times 3,6 + \bar{f}.7) / \bar{f}.12$	%
2	Roční účinnost výroby elektrické energie	-	-	-	-	$\bar{f}.3 \times 3,6 / \bar{f}.6$	%
3	Roční účinnost výroby tepla	95	95	95	95	$\bar{f}.7 / \bar{f}.11$	%
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	-	-	-	-	$\bar{f}.6 / \bar{f}.3$	GJ/MWh
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	1,05	1,05	1,05	1,05	$\bar{f}.11 / \bar{f}.7$	GJ
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu	-	-	-	-	$\bar{f}.3 / \bar{f}.1$	hod/rok
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu	-	-	-	-	$(\bar{f}.7 / 3,6) / \bar{f}.2$	hod/rok

Tab. č. 6 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

č.	název ukazatele	jednotka	roční hodnota 2010	roční hodnota 2011	roční hodnota 2012	průměr
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0	0	0	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW	-	-	-	-
3	Výroba elektřiny	MWh	0	0	0	0
4	Prodej elektřiny	MWh	0	0	0	0
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	MWh	0	0	0	0
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	GJ/rok	0	0	0	0
7	Výroba tepla	GJ/rok	1920,9	1470,6	1608,4	1608,4
8	Dodávka tepla	GJ/rok	0	0	0	0
9	Prodej tepla	GJ/rok	0	0	0	0
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	GJ/rok	0	0	0	
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ/rok	2022,0	1548,0	1693,0	1754,3
12	Spotřeba energie v palivu celkem	GJ/rok	-	-	-	-

2.9. Rozvody energie

Rozvod tepla a chladu

Otopná soustava

Otopná soustava je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem.

Otopná tělesa

V šatnách jsou desková otopná tělesa a konvektory (bez ventilátorů). V hale jsou kolem oken desková tělesa a sálavé vytápění na stropě.

Větrání

Větrání v objektu je přirozené okny.

Chlazení

Chlazení v podobě jednotek se v objektu nenachází.

Venkovní systémy

Na vnitřní měření není napojen žádný venkovní systém.

2.10. Významné spotřebiče energie

Ostatní elektrické zařízení

Hlavní technologií spotřebovávající elektrickou energii je především svícení v objektu.

Výpočty uvedené v auditu vycházejí ze zkušeností a odborného odhadu spotřeby elektrické energie v obdobných objektech. Tyto hodnoty se neshodují s údajem v příloze – výstup z programu Energie 2013, protože program počítá pouze osvětlení. Žádné další spotřebiče se do programu nezadávají.

2.11. Stavební konstrukce

Obvodový plášť

Obvodový plášť budov je tvořen ocelovými a žb sloupy. Výplňové zdivo je z keramických tvárnic tl. 300 mm.

Střešní/stropní konstrukce

Nad vstupní částí a nad šatnami je střecha tvořena žb panely. Nosnou konstrukcí střechy haly je ocelová prostorová příhradovina z trubek a kulových styčníků.

S1 – střecha haly

Skladba střechy haly je:

▶ vrstvy asfaltových pasů	10mm
▶ cementový potěr	20mm
▶ asfaltový pás	3mm
▶ plynosilikátové tvárnice	70mm
▶ prkenné bednění	25mm
▶ dřevěné vaznice 80/140 mm	140mm
▶ ocelová příhradová konstrukce ve sklonu	-

S2 – střecha vstupní část

▶ vrstvy asfaltových pasů	10mm
▶ cementový potěr	20mm
▶ škvárobeton	60-200mm
▶ plynosilikátové tvárnice	70mm
▶ písek	20mm
▶ železobetonové stropní panely P-500	

S3 – střecha šatny

▶ vrstvy asfaltových pasů	10mm
▶ cementový potěr	20mm
▶ škvárobeton	60-200mm
▶ plynosilikátové tvárnice	70mm
▶ písek	20mm
▶ železobetonové stropní panely P-500	

Podlahové konstrukce

Podlahové konstrukce na zemině je původní částečně zateplená. Součinitel prostupu tepla těchto konstrukcí je určen odhadem podle zkušeností s podobnými stavbami.

Viditelné tepelné mosty

Je třeba vzít v úvahu běžné TM, jako jsou styk podlahy se zeminou a venkovním prostředím, rohy a kouty nebo TM v místech okenních otvorů.

Stínění slunečního záření

Okna jsou stíněna v důsledku polohy vůči okolním objektům a vzájemného uspořádání budov.

Viditelná poškození

Na fasádě jsou patrné lokální i větší poruchy. Poruchy odpovídají stáří objektu a jeho údržbě v celé jeho historii.

2.12. Systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001

Systém managementu hospodaření s energií není v budově zaveden. Jeho zavádění není předmětem energetického auditu.

3. Vyhodnocení výchozího stavu

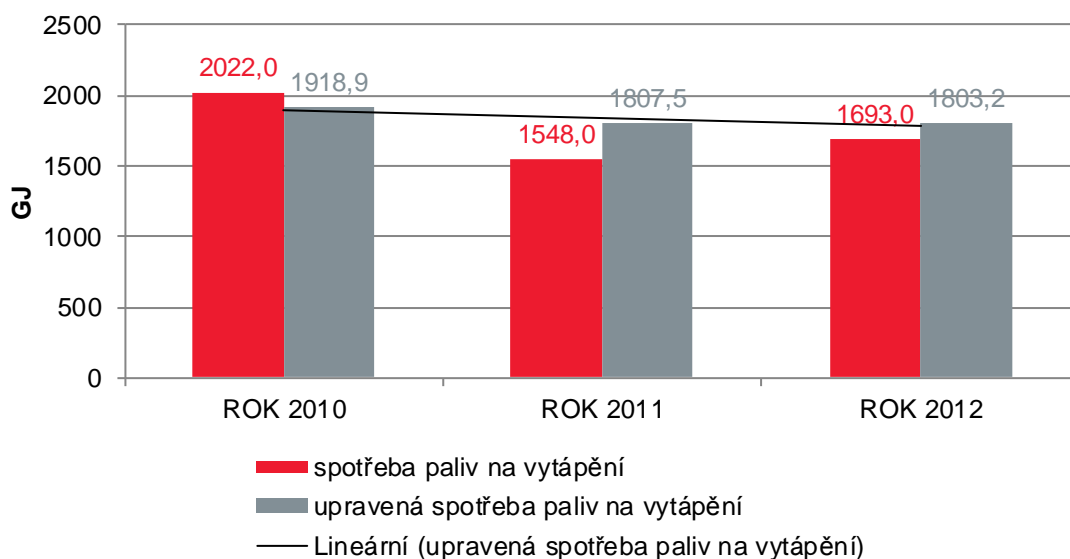
3.1. Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie

Pro stanovení upravené energetické bilance byla použita denostupňová metoda. Vzhledem k různým klimatickým podmínkám v jednotlivých letech jde o metodu, která sjednocuje spotřeby UT na stejnou bázi na dlouhodobý průměr denostupňů. Jedná se o úpravu stanovenou na základě poměru počtu denostupňů v tzv. normovém roce a v letech 2010-2012. Výsledná hodnota je v Tab. č. 7.

Tab. č. 7 Upravené spotřeby energie na vytápění s použitím denostupňové metody

rok	D - zadané období	D - normový rok		rozdíl	spotřeba celkem	spotřeba paliv na vytápění	upravená spotřeba paliv na vytápění
ROK 2010	3647,0	3461,0	0,95	5%	2022,0	2022,0	1918,9
ROK 2011	2964,1	3461,0	1,17	-17%	1548,0	1548,0	1807,5
ROK 2012	2255,0	2401,8	1,07	-7%	1693,0	1693,0	1803,2
průměr				+5,1%		1754,3	1843,2

Obr. 2 Grafické vyjádření původní a upravené spotřeby paliva na vytápění



Na základě provedeného výpočtu byla sestavena upravená energetická bilance objektu pro poslední 3 roky, která bude použita při výpočtech úspor jednotlivých variant – viz Tab. č. 8. Vstupy paliv a energie jsou v souladu s příslušnými smlouvami o dodávce a dodržování cen uvedených v cenících.

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		GJ/r	MWh/r	tis Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	875,5	243,2	303 451
2	Změna zásob paliv	0	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie	875,5	243,2	303 451
4	Prodej energie cizím	0	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3-ř.4)	875,5	243,2	303 451
6	Ztráty ve vlastním zdroji a v rozvodech (z ř.5)	92,4	25,7	32 041
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	739,5	205,4	256 326
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0
9	Spotřeba energie na přípravu TV (z ř.5)	29,3	8,1	10 147
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0	0,0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0	0,0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	0	0,0	0
13	Spotřeba energie na technolog. a ost. procesy (z ř.5)	14,2	4,0	19 265

Tab. č. 8 Výchozí roční energetická bilance

3.2. Zhodnocení stávajícího stavu budovy

Základní požadavky na stavby resp. jejich rekonstrukce udává zákon č. 406/2000 a vyhláška 78/2013.

Požadavky dle zákona 406/2000

Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek jsou dle zákona č. 406/2000 §7 povinni v případě větší změny dokončené budovy (větší změnou dokončené budovy je změna dokončené budovy na více než 25 % celkové plochy obálky budovy) plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle vyhlášky č. 78/2013 a stavebník je povinen při podání žádosti o stavební povolení nebo ohlášení stavby, anebo vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek jsou povinni před zahájením větší změny dokončené budovy, v případě, kdy tato změna nepodléhá stavebnímu povolení či ohlášení, doložit průkazem energetické náročnosti budovy

a) splnění požadavků na energetickou náročnost budovy na nákladově optimální úrovni pro budovu nebo pro měněné stavební prvky obálky budovy a měněné technické systémy podle prováděcího právního předpisu,

nákladově optimální úroveň: stanovené požadavky na energetickou náročnost budov nebo jejich stavebních nebo technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu,

b) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie podle vyhlášky č. 78/2013,

c) stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky č. 78/2013.

Požadavky vyhlášky č. 78/2013

§ 3 Vyhlášky č. 78/2013 - Ukazatele energetické náročnosti budovy a jejich stanovení

(1) Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou

- a) celková primární energie za rok,
- b) neobnovitelná primární energie za rok,
- c) celková dodaná energie za rok,
- d) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok,
- e) průměrný součinitel prostupu tepla,
- f) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- g) účinnost technických systémů.

(2) Hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy a referenční budovy se stanovují výpočtem na základě dokumentace. V případě dokončených budov musí být vstupní údaje pro výpočet v souladu se současným stavem budovy.

- (3) Pro výpočet hodnot ukazatelů energetické náročnosti referenční budovy se použijí hodnoty parametrů budovy, stavebních prvků a konstrukcí a technických systémů budovy uvedené v příloze č. 1 k vyhlášce a parametry typického užívání budovy.
- (4) Výpočet celkové dodané energie a dílčích dodaných energií pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení se provede postupem podle § 4.
- (5) Výpočet celkové primární energie a neobnovitelné primární energie se provede postupem podle § 5.
- (6) Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla a součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici se provede podle ČSN 730540-2.
- (7) Výpočet účinnosti technických systémů vytápění, chlazení, větrání, úpravy vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení se provede podle příslušných českých technických norem.

Energetické zhodnocení budovy je provedeno v těchto částech:

- ▶ účinnost technických systémů
- ▶ součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici
- ▶ průměrný součinitel prostupu tepla
- ▶ dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok
- ▶ celková dodaná energie za rok
- ▶ neobnovitelná primární energie za rok
- ▶ celková primární energie za rok

Účinnost technických systémů

Zdroj energie

Vyhodnocení účinnosti zdroje energie není předmětem auditu.

Rozvody tepla a chladu

Vyhodnocení účinnosti rozvodů tepla a chladu není předmětem auditu.

Významné spotřebiče energie

Vyhodnocení účinnosti významných spotřebičů energie není předmětem auditu.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici

Na základě stavebního průzkumu stavby a dostupné dokumentace Jsou stanoveny skladby ochlazovaných konstrukcí budovy. Je vypočten jejich součinitel prostupu tepla U a jejich porovnání s normou ČSN 730540-2/2011. Výpočet je proveden s pomocí programu Teplo 2011 (Svoboda Software). Normové hodnoty konstrukcí jsou uvedeny v Tab. č. 9. Vypočtené hodnoty pro auditovanou budovu jsou uvedeny v tab 10, kde je provedeno jejich posouzení.

Tab. č. 9 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{n,20}$ pro budovy s převažující návrhovou teplotou od 18 do 22°C

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,3	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,3	0,2	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	0,2	0,15 až 0,11
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,3	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,6	0,4	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,5	0,38 až 0,26
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,6	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,7	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	1,05	0,7	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	1,3	0,9	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,7	1,8	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, krom dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného prostoru do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostoru	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Tab. č. 10 Tepelně-technické parametry konstrukcí obálky budovy

stávající stav				
Konstrukce obálky	U	normou požadovaný	normou doporučený	posouzení U
	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	
ZÓNA 1 - šatny				
Otvorová výplň				
Okna	2,600	1,50	1,20	nevyhoví
Dveře	2,600	1,70	1,20	nevyhoví
Obvodový plášť				
Stěna obvodová	0,974	0,30	0,25	nevyhoví
Střechy, Strop				
střecha plocha	1,000	0,30	0,20	nevyhoví
Podlaha				
Podlaha teren	0,800	0,45	0,30	nevyhoví
ZÓNA 2 - hala				
Otvorová výplň				
okna	2,800	1,50	1,20	nevyhoví
copilit	3,000	1,50	1,20	nevyhoví
vrata/dveře	3,000	1,50	1,20	nevyhoví
hliník obložení	3,000	1,50	1,20	nevyhoví
Obvodový plášť				
Stěna obvodová	1,100	0,30	0,25	nevyhoví
Střechy, Strop				
Střecha	1,534	0,24	0,16	nevyhoví
Podlaha				
Podlaha na zemině	0,800	0,45	0,30	nevyhoví

ZÓNA 3 - vstup				
Otvorová výplň				
Okna	2,600	1,50	1,20	nevyhoví
Dveře	2,600	1,70	1,20	nevyhoví
Obvodový plášť				
Stěna obvodová	0,970	0,30	0,25	nevyhoví
Střechy, Strop				
Střecha	1,000	0,24	0,16	nevyhoví
Podlaha				
Podlaha na zemině	0,800	0,45	0,30	nevyhoví

vyhodnocení:

Tepelně technické vlastnosti všech konstrukcí budovy **neodpovídají** současným požadavkům uvedených v Tab č. 11 ČSN 730540-2 (říjen 2011).

Výpočet tepelných ztrát budovy obálkovou metodou

Pro výpočet teoretické hodnoty potřeby energie na vytápění byl stanoven výpočetní model budovy. Pro zpracování modelu bylo použito zaměření stávajícího stavu objektu a výsledky průzkumu na místě. Výpočet celkové tepelné ztráty objektu byl zpracován. Do výpočtu byly zadány parametry ochlazovaných konstrukcí. Tepelné ztráty jsou spočítány obálkovou metodou. Na základě podkladů byly vypočteny pro budovu základní geometrické charakteristiky potřebné k výpočtům tepelné bilance. Jedná se především o stanovení ploch venkovních ohraničujících konstrukcí, kterými dochází k únikům tepla. Vnitřní prostor je počítán včetně konstrukcí (stěny, příčky, stropy). Výsledné hodnoty a další údaje jsou uvedeny v tabulce.

Vyhodnocení:

Celková tepelná ztráta objektu dle teoretického výpočtu je cca $Q_c = 604,5 \text{ kW}$.

stávající stav							
Konstrukce obálky	plocha	U	redukční činitel b	měrná stráta prostupem H_t	t_e	podíl na celkové ztrátě	Q_p
	m^2	$W/(m^2K)$	-	W/K	$^{\circ}C$	%	W/kW
ZÓNA 1 - šatny	1438,6			1241,5			
Otvorová výplň	81,9			213,0		1,3	
Okna	72,1	2,600	1	187,4	-17	1	6560,2
Dveře	9,8	2,600	1	25,6	-17	0	895,4
Obvodový plášť	386,7			376,6		2	
Stěna obvodová	386,7	0,974	1	376,6	-17	2	13181,9
Střechy, Strop	485,0			485		2	
střecha plocha	485,0	1,000	1	485,0	-5	2	11155,0
Podlaha	485,0			166,8		1	
Podlaha teren	485,0	0,800	0,43	166,8	-5	1	3837,3

ZÓNA 2 - hala	8970,0			21278,1			
Otvorová výplň	1786,6			5357,7		32	
okna	11,3	2,800	1	31,8	-17	0	1111,3
copilit	1146,2	3,000	1	3438,6	-17	20	120351,0
vrata/dveře	22,1	3,000	1	66,3	-17	0	2320,5
hliník obložení	607,0	3,000	1	1821,0	-17	11	63735,0
Obvodový plášť	1274,4			1401,8		8,3	
Stěna obvodová	1274,4	1,100	1	1401,8	-17	8	49064,4
Střechy, Strop	2954,5			4532,2		26,9	
Střecha	2954,5	1,534	1	4532,2	-17	27	158627,1
Podlaha	2954,5			1016,3		2	
Podlaha na zemině	2954,5	0,800	0,43	1016,3	5	2	13212,5

ZÓNA 3 - vstup	399,9			402,4			
Otvorová výplň	33,9			88,1		1	
Okna	21,7	2,600	1	56,4	-17	0	1974,7
Dveře	12,2	2,600	1	31,7	-17	0	1110,2
Obvodový plášť	162,0			157,1		1	
Stěna obvodová	162,0	0,970	1	157,1	-17	1	5499,9
Střechy, Strop	102,0			102,0		0,6	
Střecha	102,0	1,000	1	102,0	-17	1	3570,0
Podlaha	102,0			35,1		0	
Podlaha na zemině	102,0	0,800	0,43	35,1	5	0	456,1

tepelné vazby				1080,8	-17	6	37828,0
	10808,6			15012,7		81	494,5
Tepelná ztráta větráním						18	110,0
Tepelná ztráta objektu celkem v kW						99	604,5

Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla

Na základě výpočtu tepelného toku všemi konstrukcemi obálky budovy a celkového součtu jejich ploch je stanoven průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ ($W/(m^2.K)$). Výsledná hodnota je porovnána s normou ČSN 730540-11/2011. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ve $W/(m^2.K)$ budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

$$U_{em} < U_{em,N}$$

kde $U_{em,N}$ je **požadovaná** hodnota průměrného součinitele prostupu tepla ve $W/(m^2.K)$. Tato hodnota se pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18°C až 22 °C stanoví podle tabulky 5 normy – viz Tab. č. 11.

Hodnota $U_{em,N,20}$ referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em,N,20} = \sum (U_{N,j} * A_i * b_j) / \sum A_j + 0,02$$

Doporučená hodnota se stanoví podle vztahu:

$$U_{em,rec} = 0,75 * U_{em,N}$$

Tab. č. 11 Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18°C až 22°C včetně

Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,20}$	
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu, nejvýše však 0,5
Ostatní budovy	<p>Výsledek výpočtu, nejvýše však hodnota</p> <p>Pro objemový faktor tvaru: $A/V < 0,2$ $U_{em,N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{em,N,20} = 0,45$</p> <p>Pro ostatní hodnoty A/V $U_{em,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$</p>

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em}	Jednotka	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C_l
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Velmi úsporná	← 0,50
B	$0,5 \cdot U_{em} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Úsporná	← 0,75
C	$0,75 \cdot U_{em} < U_{em} \leq U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Vyhovující	← 1,00
D	$U_{em} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Nevyhovující	← 1,50
E	$1,5 \cdot U_{em} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Nehospodárná	← 2,00
F	$2,0 \cdot U_{em} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Velmi nehospodárná	← 2,50
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m ² .K)	Mimořádně nehospodárná	

Tab. č. 12 Tabulka pro zatřídění budovy podle obálky

Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla

Stávající stav	
objemový faktor tvaru budovy A/V	0,23
požadovaný součinitel prostupu tepla $W/(m^2K)$	0,59
doporučený součinitel prostupu tepla $W/(m^2K)$	0,44
průměrný součinitel prostupu tepla vypočtený $W/(m^2K)$	1,39
Klasifikační třída obálky budovy	F

Tab. č. 13 Průměrný součinitel prostupu tepla – stávající stav

Vyhodnocení:

Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy **nevyhovuje** požadavkům ČSN 730540-2 (říjen 2011).

Ukazatele energetické náročnosti

- ▶ dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok
- ▶ celková dodaná energie za rok
- ▶ neobnovitelná primární energie za rok
- ▶ celková primární energie za rok

Výpočet je proveden s pomocí programu Energie 2013 (Svoboda Software). Ten program provádí výpočet dle vyhlášky 78/2013. Výstupy z programu jsou uvedeny v příloze.

Tab. č. 14 Výsledky výpočtu energetické náročnosti auditované budovy – dílčí dodaná energie pro technické systémy

Ukazatele energetické náročnosti budovy			
stávající stav			
ukazatel	GJ	kWh/(m ² .rok)	třída
dodaná energie na vytápění	2066,3	157	G
neobnovitelná primární energie	1705,8	129	A
Celková dodaná energie	2517,0	191	D

Vyhodnocení vypočítaných spotřeb tepla na vytápění se skutečnou spotřebou

Vypočtená hodnota energetické náročnosti vytápění vychází **2066,3 GJ**. Skutečná spotřeba energie dle údajů investora je **1843,2** (viz Tab. č. 7). Model byl stanoven na základě ČSN 730540-2/2011 a vyhlášky 78/2013. Do dalšího výpočtu bude použita hodnota skutečná tzn. **1843,2 GJ**.

Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií

Není předmětem energetického auditu.

4. Navržená opatření ke snížení spotřeby

4.1. Druhy úsporných opatření

Úsporná opatření je možné dělit podle:

a) Rozsahu investice

beznákladová - opatření především organizačního charakteru. Jedná se např. o dodržování vnitřních teplot v jednotlivých prostorech, realizaci útlumových programů (snížování teplot v nočních hodinách nebo při dlouhodobé nepřítomnosti osob), energetický management (sloužící k neustálému zlepšování energetického hospodářství v budovách) apod.

nízkonákladová – opatření, která za poměrně malých investičních nákladů vyvolají efekt úspor energie. Jedná se např. o utěsnění oken (snížení infiltrace), výměna vrat s lepšími tepelně technickými vlastnostmi apod.

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

b) Podle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

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

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

4.2. Vysoko nákladová opatření

4.3. Zateplení obvodových stěn

Zateplení obvodových stěn je základním opatřením, snižujícím energetickou náročnost stavby. Je navrženo **zateplení fasády** kontaktním zateplovacím systémem z vnější strany obvodových konstrukcí s tepelnou izolací z minerálních vláken s podélnou orientací v tloušťce **160 mm** (min. $\lambda = 0,039\text{W/m}^2\text{K}$). Fasáda haly bude zateplena průměrnou tloušťkou **180 mm** (min. $\lambda = 0,039\text{W/m}^2\text{K}$). Všechny obvodové stěny jsou navrženy na hodnotu splňující **doporučenou hodnotu** součinitele prostupu tepla. Dle ČSN 730540-2 (2011). Ostění otvorů bude zatepleno tepelnou izolací tl. **40mm**. Izolant bude shodných parametrů jako izolant zateplovacího systému. Zateplení soklu je navrženo z perimetrického polystyrénu v tloušťce **160mm**. Tepelná izolace bude aplikována do 500 mm pod úroveň podlahy pro eliminaci tepelných mostů stavby. K budově bude přistavěna vytápěná přístavba. Z tohoto důvodu byla již ve fázi výpočtu započtena přilehlá stěna jako stěna bez přestupu tepla. Není uvažováno ani se zateplením v místě jejího napojení.

Protože se jedná o obecní stavbu s využitím státní dotace, je nezbytné pro zateplení použít pouze kompletní systém ETICS certifikovaný výrobcem a v souladu s ČSN EN 13499 příp. ČSN EN 13500. Při realizaci zateplení doporučuji zvýšenou kontrolu technologické

kázně. Nedbale provedené zateplení objektů v minulých letech vede ke vzniku vážných poruch. Životnost těchto systémů se tak velmi snižuje.

Vypočtené plochy zateplovaných konstrukcí se mohou lišit od ploch počítaných v projektové dokumentaci.

4.4. Zateplení střechy

Zateplení střešních konstrukcí objektu je základním opatřením, snižujícím energetickou náročnost stavby. U rekonstrukce je uvažováno s ponecháním původní skladby střechy. Vrchní vrstva bude před pokládkou dalších vrstev vyspravena. Na původní vyspravenou hydroizolaci z asfaltových pasů bude provedeno zateplení střechy z expandovaného polystyrenu a nová hydroizolační vrstva z měkkčeného PVC. Nad **šatnami** bude mít polystyrén tl. **280 mm** a nad **halou a vstupem 180 mm** ($\lambda=0,037 \text{ W.m-1.K-1}$). V místě střešního žlabu nad halou bude použita tepelná izolace z PIR pěny ($\lambda=0,022 \text{ W.m-1.K-1}$).

Vypočtené plochy zateplovaných konstrukcí se mohou lišit od ploch počítaných v projektové dokumentaci. Pro potřeby výpočtu energetických ztrát je započítána také půdorysná plocha obvodových konstrukcí.

4.5. Výměna otvorových výplní

Výměna oken, vstupních dveří a vrat je základním opatřením, snižujícím energetickou náročnost stavby. Rekonstrukce objektu počítá s výměnou všech stávajících okenních otvorů na hranici obálky budovy za nová okna. Hodnota součinitele prostupu tepla nového okna je **$U_{\text{okna}} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Dveřní a vratové otvory budou vyměněny za nové, jejichž **$U_{\text{dveří}} = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

Opláštění přesahu střechy

Na přesahující část střechy haly bude místo hliníkového obkladu a podhledu a podkladních vrstev instalováno opláštění z průsvitného komůrkového polykarbonátu (systém pero-drážka), osazeného do typových hliníkových rámců. Bude použit komůrkového polykarbonát typ opál s **$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

Snížením hodnoty objemové spárové průvzdušnosti $iLV [\text{m}^3\text{.m-1.s-1.Pa-n}]$ oken a venkovních dveří. Snížení proběhne automaticky výměnou za nová okna a dveře.

Je nutno připomenout, že ČSN 73 0540 "Tepelná ochrana budov" představuje hygienicky nutnou výměnu vzduchu v místnostech parametrem $nN = 0,5 (h-1)$, tj. že 50 % objemu vzduchu místností se musí za hodinu vyměnit (pochopitelně pokud jsou v ní lidé). Doporučuji opatřit okna samoregulační větrací klapkou. Jedná se o prostory, kde výměna vzduchu není řízena vzduchotechnikou. Dokonalé utěsnění oken a nezajištění větrání by mohla způsobit vznik plísní na obvodových stěnách ap., a to zvláště u objektu tohoto stáří.

4.6. Instalace solárních kolektorů na ohřev TUV

Na střeše objektu budou instalovány solární kolektory na ohřev TUV. Tyto pokryjí maximálně 60% potřeby TUV.

4.7. Souhrn navržených opatření

Tab. č. 15 *Souhrn navrhovaných opatření*

Označení opatření	popis opatření	investice tis Kč	odhad úspory GJ	odhad úspory v tis Kč/rok
*4.2.1	zateplení obvodových stěn	3 120	167	58,6
*4.2.2	zateplení stropních a střešních kcí	4 960	441	154,4
*4.2.3	výměna okenních otvorů	6 515	480	168,0
*4.2.4	instalace solárních panelů pro TUV	350	9	4,5
Celkový potenciál energetických úspor		14 945	1098	385,6

Technický potenciál úspor je teoretická hodnota součtu všech opatření, které je možné dostupnými technologiemi v současné době provést. Synergický vliv navržených opatření je započítán.

4.8. Definování variant

Varianta 1 – název a specifikace

Zateplení obvodových stěn v celém rozsahu viz popis 4.3

Zateplení konstrukcí střechy viz popis 4.4

Výměna otvorových výplní viz popis 0

Varianta 2 – název a specifikace

Instalace solárních kolektorů na ohřev TUV – viz popis 4.6

Varianta 1

V Tab. č. 16 je uveden přehled konstrukcí obálky budovy vč. konstrukcí zateplovaných dle **varianty 1**. Dále jsou uvedeny tloušťky izolantu a parametry izolantu z hlediska tepelné techniky.

Tab. č. 16 Přehled konstrukcí a jejich úpravy, výpočet tepelných ztrát varianta 1

varianta 1						
Konstrukce obálky	plocha	úprava	U	H_t	podíl na celkové ztrátě	Q_p
	m^2		$W/(m^2K)$	W/K	%	kW
ZÓNA 1 - šatny	1438,6			416,7		
Otvorová výplň	81,9			103,2	2,4	
Okna	72,1	výměna	1,20	86,5	2	3027,8
Dveře	9,8	výměna	1,70	16,7	0	585,5
MĚNĚNÉ KCE	81,9	plocha (m^2)	1,26			
Obvodový plášť	386,7			73,9	1,7	
Stěna obvodová	386,7	zateplit tl.16cm	0,19	73,9	2	2585,0
ZATEPLOVANÁ KCE	386,7	plocha (m^2)	0,19			
Střechy, Strop	485,0			72,8	1,1	
střecha plocha	485,0	zateplit tl.28cm	0,15	72,8	1	1673,3
ZATEPLOVANÁ KCE	485,0	plocha (m^2)	0,15			
Podlaha	485,0			166,8	3	
Podlaha teren	485,0	beze změn	0,80	166,8	3	3837,3
ZATEPLOVANÁ KCE	0,0	plocha (m^2)				

ZÓNA 2 - hala	9146,4			3278,3		
Otvorová výplň	1187,2			1270,1	29,5	
okna	337,1	výměna	1,20	404,5	9	14158,2
copilit	0,0	výměna	0,00	0,0	0	0,0
vrata/dveře	22,1	výměna	1,70	37,6	1	1315,0
polykarbonát	828,0	výměna	1,00	828,0	19	28980,0
MĚNĚNÉ KCE	1187,2	plocha (m^2)				
Obvodový plášť	2050,2			430,6	10,0	
Stěna obvodová	2050,2	zateplit průměrnou tl.18cm	0,21	430,6	10,0	15069,3
ZATEPLOVANÁ KCE	2050,2	plocha (m^2)	0,21			
Střechy, Strop	2954,5			561,4	13,0	
Střecha	2954,5	zateplit tl.18 cm	0,19	561,4	13,0	19647,4
ZATEPLOVANÁ KCE	2954,5	plocha (m^2)	0,19			
Podlaha	2954,5			1016,3	8,8	
Podlaha na zemině	2954,5	nezateplovat	0,80	1016,3	8,8	13212,5
ZATEPLOVANÁ KCE	0,0	plocha (m^2)	-			

ZÓNA 3 - vstup	399,8			135,1		
Otvorová výplň	33,8			46,6	1,1	
Okna	21,7	výměna	1,20	26,0	1	909,7
Dveře	12,2	výměna	1,70	20,7	0	722,9
MĚNĚNÉ KCE	33,8	plocha (m²)	1,38			
Obvodový plášť	162,0			34,0	0,8	
Stěna obvodová	162,0	zateplit tl.16cm	0,21	34,0	0,8	1190,7
ZATEPLOVANÁ KCE	162,0	plocha (m²)	0,21			
Střechy, Strop	102,0			19,4	0,5	
Střecha	102,0	zateplit tl.18cm	0,19	19,4	0,5	678,3
ZATEPLOVANÁ KCE	102,0	plocha (m²)	0,19			
Podlaha	102,0			35,1	0,3	
Podlaha na zemině	102,0	nezateplovat	0,800	35,1	0,3	456,1
tepelné vazby				216,8	5	7588,0
	10984,9			4047,0	77	115,6
Tepelná ztráta větráním					23	35,0
Tepelná ztráta objektu celkem v kW					100	150,6

Tab. č. 17 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy po opatřeních – varianta 1

Po opatřeních - varianta 1	
objemový faktor tvaru budovy A/V	0,24
požadovaný součinitel prostupu tepla $W/(m^2K)$	0,50
doporučený součinitel prostupu tepla $W/(m^2K)$	0,38
průměrný součinitel prostupu tepla vypočtený $W/(m^2K)$	0,37
Klasifikační třída obálky budovy	B

Tab. č. 18 Výpočet energetické náročnosti auditované budovy po opatřeních – varianta 1

Ukazatele energetické náročnosti budovy			
po opatřeních - varianta 1			
ukazatel	GJ	kWh/(m².rok)	třída
dodaná energie na vytápění	530,4	40	D
neobnovitelná primární energie	1245,0	94	A
Celková dodaná energie	981,0	74	B

Tab. č. 19 Přínosy po realizaci varianty č. 1

Varianta 1				
Označení opatření	popis opatření	investice tis Kč	odhad úspory GJ	odhad úspory v tis Kč/rok
*4.2.1	zateplení obvodových stěn	3120	167	58,6
*4.2.2	zateplení stropních a střešních kcí	4960	441	154,4
*4.2.3	výměna okenních otvorů	6515	480	168,0
Celkem		14595	1089	381,0

Tab. č. 20 Upravená energetická bilance pro variantu č. 1

ř.	ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu - varianta 1		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
	Ukazatel	GJ/r	MWh/r	tis Kč/rok	GJ/r	MWh/r	tis Kč/rok
1	Vstup paliva a energie	2158,5	599,6	1 259 391	1069,8	297,2	878 350
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
3	Spotřeba paliva a energie	2158,5	599,6	1 259 391	1069,8	297,2	878 350
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliva a energie (ř.3-ř.4)	2158,5	599,6	1 259 391	1069,8	297,2	878 350
6	Ztráty ve vlastním zdroji a v rozvodech (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1843,2	512,0	921 599	754,5	209,6	540 558
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
9	Spotřeba energie na přípravu TV (z ř.5)	15,1	4,2	7 528	15,1	4,2	7 528
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	265,0	73,6	291 456	265,0	73,6	291 456
13	Spotřeba energie na technolog. a ost. procesy (z ř.5)	35,3	9,8	38 808	35,3	9,8	38 808

Varianta 2

Varianta dvě, nepočítá se stavebními úpravami, ale pouze s instalací Solárních kolektorů na úpravu TUV na střeše objektu, proto vlastnosti konstrukcí a ztráty objektu zůstávají stejné, jako u Stávajícího stavu viz Tab. Č. 12.

Tab. č. 21 Přínosy po realizaci varianty č.2

Varianta 2				
Označení opatření	popis opatření	investice tis Kč	odhad úspory GJ	odhad úspory v tis Kč/rok
*4.2.4	instalace solárních panelů pro TUV	350	9	4,5
Celkem		350	9	4,5

Tab. č. 22 Upravená energetická bilance pro variantu č.2

ř.	ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu - varianta 2		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ/r	MWh/r	tis Kč/rok	GJ/r	MWh/r	tis Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	2158,5	599,6	1 079 247	2149,5	597,1	1 074 730
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
3	Spotřeba paliv a energie	2158,5	599,6	1 079 247	2149,5	597,1	1 074 730
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3-ř.4)	2158,5	599,6	1 079 247	2149,5	597,1	1 074 730
6	Ztráty ve vlastním zdroji a v rozvodech (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1843,2	512,0	921 599	1843,2	512,0	921 599
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
9	Spotřeba energie na přípravu TV (z ř.5)	15,1	4,2	7 528	6,0	1,7	3 011
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	265,0	73,6	291 456	265,0	73,6	291 456
13	Spotřeba energie na technolog. a ost. procesy (z ř.5)	35,3	9,8	38 808	35,3	9,8	38 808

5. Ekonomické hodnocení

5.1. Metoda hodnocení

Ekonomické hodnocení je prováděno pomocí programu Excel bez uvažování dotací či úvěrů, tedy s vlastními investičními prostředky. Doba životnosti je předpokládána 20 let.

Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických, stavebních a organizačních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti. Při zpracování ekonomické analýzy jsou obvykle základní vstupní údaje na jedné straně příjmové položky (obvykle v podobě úspory za energie) a na druhé straně výdajové položky (v podobě nákladů vynaložených na realizaci opatření).

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu jsou získány takto:

- z odborného odhadu na základě výsledků obdobných – již realizovaných akcí
- Cenové informace výrobců, montážních firem a dodavatelských firem
- Informace z publikací a internetu

Způsob výpočtu ekonomického hodnocení

1. Prostá doba návratnosti, doba splacení investice

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

kde: IN investiční výdaje projektu
 CF roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

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

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN \quad (\text{tis Kč/rok})$$

3. Čistá současná hodnota (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} C.F_t (1+r)^{-t} - IN$$

Kde: T_z doba životnosti (hodnocení projektu)

4. Vnitřní výnosové procento (IRR)
Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

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

5.2. Vyhodnocení variant

V následující tabulce jsou shrnuty investiční náklady jednotlivých variant a další ekonomické ukazatele.

Pro výpočet bylo uvažováno:

Diskontní sazba	4%
Roční růst ceny energie	3%
Doba hodnocení projektu	20 let
Hodnocení je provedeno	bez DPH

Tab. č. 23 Ekonomické hodnocení varianty 1

Ekonomické hodnocení - VARIANTA 1			
Údaje			kč
			ost. jedn.
Investiční výdaje projektu (počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržených variantách)			14 595 000,0 Kč
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)			-381 040,9 Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:			
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (- +)			0
změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění majetku, ...) (- +)			0
samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise, resp. i odpady (- +)			0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využitě odpady) (+ zvýšení, - snížení)			0
Přínosy projektu celkem			-381 040,9 Kč
Doba hodnocení (rok)			20
Diskont (%)			4
Hodnoty kritérií Ts, Tsd, NPV a IRR			
Ts (rok)	16	NPV	-2849,3
Tsd (rok)	> Tž	IRR	2%
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)			
Případně další údaje			

Tab. č. 24 Ekonomické hodnocení varianty 2

Ekonomické hodnocení - VARIANTA 2			
Údaje			kč
			ost. jedn.
Investiční výdaje projektu (počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržených variantách)			350 000,0 Kč
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)			-4 516,6 Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:			
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (- +)			0
změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění majetku, ...) (- +)			0
samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise, resp. i odpady (- +)			0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady) (+ zvýšení, - snížení)			0
Přínosy projektu celkem			-4 516,6 Kč
Doba hodnocení (rok)			20
Diskont (%)			4
Hodnoty kritérií Ts, Tsd, NPV a IRR			
Ts (rok)	> Tz	NPV	-2 233,4
Tsd (rok)	> Tz	IRR	30%
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)			
Případně další údaje			

Vyhodnocení:

Varianta 1 vychází ekonomicky výhodně. Prostá návratnost prostředků je nižší než 20 let.

Pro značnou úsporu energie, celkovou rekonstrukci a zmodernizování budovy a také pro účel získání dotace na konkrétní opatření vychází nejlépe **varianta 1**.

6. Environmentální vyhodnocení variant

Zhodnocení z hlediska ekologických přínosů. Znečišťující látky do ovzduší jsou sledovány na základě nařízení vlády č. 146/2007 Sb.. Jde především o tuhé látky, SO₂, NO_x, CO, C_xH_y a CO₂. Ekologické účinky posuzovaných variant jsou vyhodnoceny porovnáním emisí znečišťujících látek ve výchozím stavu a po realizaci dané varianty. Emise pro zdroj tepla byly vypočteny z emisních faktorů daných nařízením vlády č. 146/2007 Sb., kterými se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Započteny jsou emise vznikající provozem v budově. Úspora paliv v kotelně se projeví ve snížení exhalací po realizaci úsporných opatření. Snížení pro obě varianty je uvedeno v tabulce. Výsledné hodnoty po realizaci úsporných opatření nebudou překračovat maximální povolené produkce škodlivin.

Tab. č. 25 Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty 1

Emise	t/GJ		t/rok	t/rok	rozdíl
	ZP	ELEKTRO	stávající stav	varianta 1	
Tuhé látky	0,001	0,026	0,002	0,001	0,001
SO ₂	0,000	0,489	0,018	0,017	0,000
NO _x	0,047	0,416	0,102	0,051	0,051
CO	0,009	0,039	0,019	0,009	0,010
CO ₂	55,560	325,000	114,711	54,223	60,488

Tab. č. 26 Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty 2

Emise	t/GJ		t/rok	t/rok	rozdíl
	ZP	ELEKTRO	stávající stav	varianta 2	
Tuhé látky	0,001	0,026	0,002	0,002	0,000
SO ₂	0,000	0,489	0,018	0,018	0,000
NO _x	0,047	0,416	0,102	0,102	0,000
CO	0,009	0,039	0,019	0,019	0,000
CO ₂	55,560	325,000	114,711	114,209	0,502

Vyhodnocení: U **varianty č. 1** dochází k většímu snížení emisí.

7. Výběr optimální varianty

7.1. Metodika a kritéria hodnocení

Výběr optimální varianty je proveden pomocí více hodnotících kritérií (hledisek):

- Ekonomické hledisko
- Environmentální hledisko
- Technické hledisko
- Provozní hledisko
- Hledisko užitné hodnoty

Ekonomické hledisko

Toto hledisko zohledňuje výši pořizovacích nákladů do energeticky úsporného opatření. Jedním z bodů je například sledování doby návratnosti investice vložené do opatření na úsporu energie.

Environmentální hledisko

Z ekologického hlediska má největší význam opatření snižující spotřebu tepla objektu v co největší míře, a tedy maximálně snižující emise škodlivých látek. Bere se též v potaz produkce emisí škodlivých látek přímo spojenou s realizací energeticky úsporného opatření.

Hledisko technické

Toto hledisko bere v potaz například životnost jednotlivých opatření. Životnost zateplovacího systému se předpokládá od 25 let výše. Naproti tomu regulační technika má životnost cca 15 let nehledě na skutečnost, že ještě dříve morálně zastará. Toto hledisko též zohledňuje náročnost realizace.

Provozní hledisko

Tímto kritériem se zohledňuje náročnost realizovaného opatření na údržbu a provoz. Např. zateplení objektu nebo výměna oken je provozně málo náročné opatření, naopak nová kotelna, nebo osazení termoregulačních ventilů jsou již více náročné na provoz a údržbu.

Legislativní hledisko

Některá opatření se nemusí, především před realizací, obejít bez komplikací, v legislativní oblasti – např. zateplení fasády, či výměna oken na památkově chráněném objektu zcela jistě narazí na určitá legislativní omezení. Toto hledisko též zohlední náročnost uspokojení požadavků stavebního úřadu v předrealizační fázi.

Hledisko užitné hodnoty

Dá se předpokládat, že danými opatřeními dojde k navýšení užitné hodnoty objektu. Například zateplení obvodového pláště se pozitivně projeví nejen na tepelně technických vlastnostech fasády, ale i na jejím vzhledu, což jistě přispěje k lepší reprezentativnosti budovy a tedy i k navýšení její tržní ceny.

7.2. Vyhodnocení variant

Všechna hlediska jsou přehledně uvedena Tab. č. 27 Na základě porovnání a vyhodnocení výše uvedených kritérií je stanovena optimální **varianta č. 1**.

Tab. č. 27 Vyhodnocení variant

Výběr optimální varianty			pozn.
Hledisko	varianta 1	varianta 2	
Ekonomické	■		návratnost, NPV, IRR
Enviromentální	■		snížení produkce škodlivin a hl. CO2
Technické	■		životnost
Provozní	■		náročnost na údržbu
Legislativní		■	povolení úřadů
Užitná hodnota	■		užitná hodnota objektu
Výsledek	■		

8. Závazné výstupy energetického auditu

8.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

V objektu byla provedena prohlídka zpracovatelem energetického auditu. Byl proveden průzkum na energetickou spotřebu, způsob provozu energetických zařízení a nedostatky technických zařízení budov a techniky prostředí.

Celkový stav objektu je nevyhovující z hlediska současných předpisů.

Je nezbytné zlepšit parametry obvodových konstrukcí vhodným systémem zateplení obvodového pláště, střech a stropů a výměny oken a dveří. Podlahu objektu není efektivní zateplovat. Její parametry tak musí zůstat stávající.

8.2. Popis navržené varianty

Výsledná varianta předpokládá tyto úpravy:

Zateplení obvodových stěn v celém rozsahu viz popis 4.3

Zateplení konstrukcí střechy v podhledu viz popis 4.4

Výměna otvorových výplní viz popis 4.5

8.3. Zdůvodnění výběru doporučeného opatření

Doporučené opatření je možno shrnout v těchto základních bodech:

Realizací doporučené varianty se docílí úspory energie	1089 GJ/rok
Investiční náklady činí cca	14.595 tis Kč bez DPH
Investiční náklady na uspořenou jednotku energie jsou	13,4 tis. Kč/GJ
Roční úspora finančních nákladů představuje cca	381 tis Kč

Ukazatele energetické náročnosti budovy				
ukazatel	stávající stav		po opatřeních - varianta 1	
	kWh/(m ² .rok)	třída	kWh/(m ² .rok)	třída
vytápění	157	G	38	D
chlazení	-	nehodnoceno	-	nehodnoceno
větrání	-	nehodnoceno	-	nehodnoceno
úprava vlhkosti	-	nehodnoceno	-	nehodnoceno
teplá voda	8	C	8	C
osvětlení	28	A	28	A

8.4. Závěrečná doporučení

Úsporná opatření navržená v 1. variantě řeší energetické úspory komplexně s maximálním využitím modernizace a renovace objektů. Navržené hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na něž je žádána podpora splňují **doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla** U_N uvedenou v odst. 5.2 součinitel prostupu tepla normy ČSN 73 0540-2 a současně budova splňuje **minimálně požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla** obálkou budovy $U_{em,N,rq}$ uvedenou v odst. 9.1 normy ČSN 73 0540-2.

Celková návratnost vynaložených finančních prostředků vychází optimální. Navržené zateplení obvodových a střešních konstrukcí a výměna otvorových výplní vychází z potřeby úpravy těchto konstrukcí a provádí je cestou úpravy za energeticky úsporný prvek stavby.

Pozn.

Náklady na provedená opatření jsou pouze odhadem auditora. Rozhodující náklady jsou uvedeny v rozpočtu projektové dokumentace pro získání dotace.

Plochy vytápěných konstrukcí nemusí odpovídat plochám zateplovaných konstrukcí.

Výpočet tepelných ztrát se řídí jinými normovými pravidly a metodikou než výpočet výkazu výměr v projektové dokumentaci resp. rozpočtu.

Ing. Petra Studecká, Ph.D.

energetický auditor zapsaný u
MPO pod číslem 1001