

Zpráva
o
ENERGETICKÉM AUDITU

dle zákona č. 406/2000 Sb. O hospodaření energií a vyhlášky MPO ČR č. 425/2004 Sb., kterou se mění vyhláška č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitosti energetického auditu

pro objekty

STM R a n ě í ř o v

č. 06 – 13 - 35

provozní středisko 0628 J i h l a v a

Předkládá:

**EB-ZET, s.r.o. Vančurova 1, 591 01 Žďár n/S
Jaroslav Miklík, energ.auditor č. 179
11-12/2004**

Obsah (dle vyhl.MPO č.213/2000 Sb. ve znění vyhl.MPO č.425/2004 Sb):

(1) Hodnocení současné úrovně provozovaného energetického hospodářství a budov obsahuje:

- a) identifikační údaje (§3),
- b) popis výchozího stavu (§4),
- c) zhodnocení výchozího stavu (§5),

(2) Celková výše technicky dosažitelných energetických úspor je obsažena v návrhu opatření ke snížení spotřeby energie (§6)

(3) Návrh vybrané varianty doporučené k realizaci energetických úspor obsahuje

- a) ekonomické vyhodnocení (§7) a
- b) vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí (§8),

(4) Závěrečný posudek energetického auditora obsahuje závazné výstupy energetického auditu včetně evidenčního listu (§9).

HODNOCENÍ SOUČASNÉ ÚROVNĚ PROVOZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ a BUDOV

1.a identifikační údaje

a) Identifikace zadavatele (a provozovatele) :

Název a adresa zadavatele :

Ministerstvo obrany ČR - Vojenská ubytovací a stavební správa
Dvořákova 12
371 81 České Budějovice
zastoupená ředitelkou VUSS
Ing. Jana H o ř e j š í
IČO 601 62 694
Zmocněnec pro jednání ve věcech technických - pan K a l i n a
Tel. 973 321 569

Jména zástupců s nimiž bylo jednáno

Energetik provoz.správy 0628 Jihlava pan Š t ě p n i č k a, tel. 973 433 506

b) provozovatel předmětu EA je totožný se zadavatelem

Právní forma zadavatele - právnická osoba

c) Zpracovatelé auditu (energetický auditor) :

1. Jaroslav M i k l í k
č.osvědčení MPO 179 ze dne 12.6.2003
Vančurova 3 591 01 Žďár nad Sázavou
EB-ZET s.r.o Žďár n/S, Vančurova 1 591 01 Žďár nad Sázavou
IČO 634 933 31
tel./fax 566 622 266, mob.603 570 536, e-mail : ebz.zdar@tiscali.cz

2. Ing. Václav Š o l c
Horní Papšíkov 44
580 01 Havlíčkův Brod
Fax + Tel 569 422 661; mob 776 614 244 e-mail : wiki.pos@wo.cz

d) Předmět EA :

1.1 Základní údaje o předmětu energetického auditu

1.1.1 Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu jsou objekty STM (SPT) č. 06-13-35 v kú Rančířov okr. Jihlava u něhož je posuzováno energetické hospodářství.

Objekty jsou v majetku ČR-MO, pověřená výkonem správy je Vojenská ubytovací a stavební správa (VUSS) České Budějovice, provoz zajišťuje Provozní středisko 0628 Jihlava.

Předmětem energetického auditu je posouzení stávajícího stavu celého energetického hospodářství a navržení opatření vedoucích ke snížení energetické náročnosti vlastní konstrukce budov, zásobování objektu teplem, rozvodů a regulace systému a zásobování objektu el. energií.

Předmětem auditu nejsou spotřeby energií v objektech, které nejsou určeny k vytápění (sklady a uvolněné a opuštěné objekty)

tabulka 1 Základní parametry předmětu energetického auditu

Identifikace činnosti			
Druh činnosti	Skladovací a provozní činnosti		
Počet objektů	4		
Provoz (dny v týdnu, směnnost)	7 dnů nepřetržitě celý rok		
Počet vytápěných budov	4		
Seznam budov			
Číslo budovy a název	Objem vytápěné části budovy (m ³)	Vytápěná podlahová plocha (m ²)	Geometrická charakteristika A/V
S1, S2 sklad a kotelna	1759,7x7,3= 12 846	91,65x19,2 = 1 759,7	5243:12846 = 0,41
1. vrátnice	575,1x3,2 = 1 840	37,1x15,5 = 575,1	1516:1840 = 0,82
5.umývárna aut	408,9x6,6 = 2 699	32,2x12,7 = 408,9	1431:2699 = 0,53
6. technická opravná vozidel (TOP) a garáže	1712,9.5,6+918,1.9,5 = 9592+8722 = 18 364	70,2.24,4+30,3 ² = 1713+918 = 2 631	5 567,4 : 11 908 = 0,39

Pro zpracování energetického auditu byly použity tyto podklady:

- údaje o spotřebách energie včetně nákladů za energie (2001-2003)

- údaje ze zprávy o pravidelné revizi vyhrazených technických zařízení
- projektová dokumentace
- osobní prohlídka auditovaných objektů auditorem a jeho spolupracovníky
- fotodokumentace nebyla povolena

Předmětem auditu nejsou spotřebiče elektrické energie, které jsou používány v ostatních objektech

1.1.2 Charakteristika

Objekty STM jsou situovány vpravo od silnice směr Znojmo cca 1500m od odbočky, jedná se o samostatně stojící objekty. Objekty jsou umístěny na rovném mírně svažitém terénu až na objekt vrátnice, který je na okraji pod vstupním svahem..

Objekty byly postaveny v roce 1975-80.

Jedná se typové konstrukční celky navržené z prvků vazníkových montovaných hal typu ZIPP Bratislava. Obvodové výplňové zdivo je z pórobetonových tvárnic pevnostní značky P30 na maltu nastavovanou M25.

1.2 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

Přehled o energetických vstupech uvádí tabulka č. 1, 2 a 3 podle údajů- přehledů o spotřebě energií.

Spotřeba elektr. energie po měsících:

r. 2002	kWh	Kč	Ø cena za 1 kWh
Leden	27 481	59 665,26	2,17
Únor	22 943	50 062,69	2,18
Březen	22 915	48 966,12	2,14
Duben	19 631	31 333,33	1,60
Květen	13 769	22 927,09	1,67
Červen	10 527	18 532,03	1,76
Červenec	9 353	17 106,85	1,83
Srpen	9 412	17 905,92	1,90
Září	10 372	19 529,46	1,88
Říjen	18 886	41 811,88	2,21
Listopad	23 854	54 523,82	2,29
Prosinec	25 110	56 215,94	2,24
	214 253	438 580,39	2,05

r. 2003	kWh	Kč	Ø cena za 1 kWh
---------	-----	----	-----------------

Leden	26346	56097,48	2,13
únor	21830	46496,94	2,13
Březen	21981	46106,22	2,10
Duben	18715	28494,18	1,52
Květen	12513	20660,74	1,65
Červen	6994	13426,55	1,92
Červenec	8119	14585,38	1,80
Srpen	6823	13518,86	1,98
Září	13310	21913,90	1,65
říjen	18732	40793,54	2,18
Listopad	36454	75796,64	2,08
Prosinec	55835	109269,76	1,96
	247652	487160,19	

Spotřeba elektr. energie po měsících:

r. 2004	kwh	Kč	cena 1 kWh
Leden	58503	118604,01	2,03
únor	48714	101184,27	2,08
březen	45227	94036,77	2,08
duben	39313	59238,08	1,51
květen	13555	24960,77	1,84
červen	10315	19107,39	1,85
červenec	9951	20073,94	2,02
srpen	8557	16232,36	1,90
září	18187	31817,40	1,75
říjen	50543	101723,50	2,01
listopad			
prosinec			

Prům. spotř. el.energ. 02-03 : $(214\,253 + 247\,652) / 2 = 230\,953 \text{ kWh/rok} = 831,4 \text{ GJ/rok}$

Průměrná cena el.energie 2002-03 : $(438\,580 + 487\,160) / 2 = 462\,870 \text{ Kč/rok}$

Průměrná cena el.energie Kč/
kWh 2,004

Průměrná cena tepla Kč/GJ. 556,74

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

Dodávky paliva pro kotelnu STM Rančířov - koks

2002

Datum	Fa č.	Množství (t)	Cena Kč vč. DPH	Dodavatel
5.2.2002	404225	49,7	227 377,50	US Jihlava
14.2.2002	405273	37,0	169 275,00	US Jihlava
11.3.2002	408435	12,6	57 645,00	US Jihlava
26.4.2002	412843	8,2	37 515,00	US Jihlava
6.5.2002	413882	10,3	47 122,50	US Jihlava

15.5.2002	414944	27,86	127 459,50	US Jihlava
15.8.2002	423540	30,16	137 982,00	US Jihlava
29.8.2002	424633	26,74	122 335,50	US Jihlava
8.10.2002	428946	58,86	269 284,50	US Jihlava
5.11.2002	431178	30,02	137 341,50	US Jihlava
9.11.2002	431202	25,7	117 577,50	US Jihlava
13.11.2002	432241	30,64	140 178,00	US Jihlava
	celkem	347,78 t	1 591 093,50 Kč	Ø za 1 t je 4579 Kč

2003

20.1.2003	19/2003	67,25 t	301 515,40	Kraspo Brno
21.2.2003	50/2003	67,80 t	303 981,30	Kraspo
2.4.2003	88/2003	64,55 t	289 409,90	Kraspo
	celkem	199,60 t	894 906,60 Kč	Ø za 1 t je 4483 Kč

2004

7.9.2004	284/2004	118,59 t	965 275,00	Kraspo
13.10.2004	320/2004	54,0 t	439 538,00	Kraspo
		172,59 t	1 404 813,00 Kč	Ø za 1 t je 8167 Kč !!!

Spotřeba paliva – koks

Rok/ měsíc	1 (t)	2 (t)	3 (t)	4 (t)	5 (t)	6 (t)	7 (t)	8 (t)	9 (t)	10 (t)	11(t)	12(t)	Celkem (t)
2002	48,6	31,2	26,5	17,8	21,7	7,6	7,5	7,9	5,9	40,9	45,3	56	316,9
2003	32,6	22,3	21,4	14,2	12,7	4,3	3,2	2,6	8,6	17,5	29,8	37,4	206,6

Spotřeba paliva : rok 2002 316,9 t koksu x 27,49 GJ/ t koksu je 8 712 GJ/rok

Spotřeba paliva : rok 2003 206,6 t koksu x 27,49 GJ/ t koksu je 5 679 GJ/rok

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

Vstupy paliv a energie 2002	m.j.	Množství	výhřevnost	spotřeba tepla a energie	Roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
elektrická energie	MWh	214,253	3,6	771	438 580
Teplo (koks)	t	316,9	27,49	8 712	1 451 085
Celkem vstupy paliv a energie				9 483	1 889 665
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				9 483	1 889 665

Průměrná cena el.energie Kč/ kWh 2,047

Průměrná cena tepla Kč/GJ. 166,60

Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.
obsluhy.

V ceně není zahrnuta režie kotelny a mzdy

tabulka 3 Energetické vstupy a výstupy do předmětu E.4 v roce 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 2)

Vstupy paliv a energie 2003	m.j.	Množství	výhřevnost	spotřeba tepla a energie	Roční náklady
	-	m.j.	GJ/m.j.	GJ/rok	Kč/rok
elektrická energie	MWh	247,652	3,6	892	487 160
Teplo (koks)	t	206,6	27,49	5 679	926 188
Celkem vstupy paliv a energie				6 571	1 413 348
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
CELKEM SPOTŘEBA PALIV A ENERGIE				6 571	1 413 348

Průměrná cena el.energie Kč/ kWh 1,97

Průměrná cena tepla Kč/GJ. 163,10

Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

V ceně není zahrnuta režie kotelný a mzdy

obsluhy.

V roce 2004 stoupá cena koksu na 8 167,- Kč/t.

Průměrná spotřeba koksu 2002-2003 je : $(316,9 + 206,6) : 2 = 261,8 \text{ t/rok tj. } 7\,197 \text{ GJ/rok.}$

Cena tepla v r.2004 : $(261,8 \times 8\,167) / 7\,197 = 297,10 \text{ Kč/GJ}$

1.3 Energetické hospodářství

1.3.1 Vytápění

Vytápění areálu je zajištěno z vlastní kotelný na tuhá paliva (palivo koks) umístěné v samostatném objektu, který je součástí skladovacích hal S1 a S2. Provoz kotelný zajišťuje vlastní tým topičů po celý rok.

Pouze budova vrátnice je vytápěná elektrokotlem. Původní přípojka teplovodu z kotelný byla odpojena a nahrazena elektrokotlem

Popis kotelný :

Kotelna je součástí skladovacích hal S1 a S2, na které stavebně navazuje. Celý objekt tvoří montovaný železobetonový skelet typových hal ZIPP Bratislava. V kotelně jsou osazeny čtyři kotlové jednotky na tuhá paliva – KOKS.

Kotle K1 a K2 jsou ocelové kotle typu RK250 z Vihorlatu Snina. Tyto jsou odstaveny a v současné době MIMO PROVOZ.

Kotle K3 a K4 jsou litinové článkové kotle z ŽDB Bohumín, typ VSB IV. Každý kotel je o 15 článcích s celkovou teplosměnnou plochou 42,0 m². Oba kotle jsou odkouřeny do komína vysokého 28 m s vnitřním průměrem 800 mm, který dodala fa. Teplotechna Olomouc.

Měrný výkon těchto kotlů provozovaných koksem je při tahu 60 – 80 Pa

$$q = 11,63 - 12,79 \text{ kW/m}^2 \text{ výhřevné plochy}$$

tj. $(11,63 - 12,79) \times 42,0 = 488,46 - 537,18 \text{ kW}$ tudíž průměr $Q = 512 \text{ kW/kotel}$
 Instalovaný provozuschopný výkon kotelný $2 \times (488,46 - 537,18) = 976 - 1\,074 \text{ kW}$

Kotelna byla podrobena autorizovanému měření emisí v prosinci 2001 a protokoly o měření obou kotlů jsou přílohou této zprávy.

Měření provedla autorizovaná firma ET EKOTERM s.r.o., Znojemska 76, 586 01 JIHLAVA, která je členem Asociace autorizovaných laboratorů pro měření emisí (ALME). Předmětem měření bylo zjištění množství emisí CO a NO_x plynových kotlů K3 a K4 v kotelně STM Rančířov č. 06-13-35, což je označení auditovaných objektů v Rančířově.

Měření bylo provedeno na zakázku Správy vojenského bytového fondu, Žižkova 1688, 370 04 ČESKÉ BUDĚJOVICE. Výsledky měření jsou zpracovány v oddíle 3.3 - Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství.

Objekt vrátnice, která slouží současně jako sociální objekt obsluhy STM (cca 20 lidí) je vytápěn vlastní elektrokotelnou s dvěma elektrodovými kotli, každý o výkonu 2 až 30 kW. Instalovaný max. výkon ve vrátnici je 60 kW. V objektu jsou šatny, umývárny a denní místnost obsluhy STM a současně i služební místnosti ostrahy objektu.

Příprava teplé vody (TV) :

V areálu je vyráběná TV jen pro objekty skladů a umývárny pro cca 20 pracovníků. V objektu vrátnice a TOP jsou elektrické boilers.

1.3.2 Voda

Zdrojem pitné vody pro areál je vodovodní přípojka veřejného rozvodu, dodavatelem pitné vody je Vodárenská akciová společnost VAS a.s. Jihlava. Napojení objektu je provedeno samostatnou přípojkou. Spotřeba vody je měřena fakturačním vodoměrem

Od vodoměru je tlaková voda rozváděna k jednotlivým odběrným místům.

Spotřeba studené vody v jednotlivých objektech a pro výrobu TeV není měřena vodoměrem.

1.3.3 Elektrická energie

Zásobování elektrickou energií je zabezpečeno z vlastní trafostanice 22/04 kV s trafem 400 kVA. Kabelové rozvody nízkého napětí jsou provozované vlastníkem a to na základě smlouvy

Předmětem smluvního vztahu je dodávka elektřiny z rozvodného zařízení TS 22kV a vlastní soustavy o napětí 3x230/400V do odběrného zařízení odběratele a to v intencích znění zákona č. 458/2000Sb. a navazujících prováděcích vyhlášek. Místem předání je fakturační elektroměr umístěný v trafostanici.

Jištění vývodů pro jednotlivé objekty je provedeno v kabelových skříních v areálu.

Jištění vývodů pro společné prostory je provedeno v podružných rozvaděcích.

Odběratel nepožadoval na dodavateli nadstandardní úroveň jakosti dodávané elektrické energie (na př. obnovení dodávky v nadstandardně kratších dobách přerušení zásobování) platí tedy standardy jakosti uvedené v prováděcí vyhlášce ERÚ č. 306/2001Sb.

1.3.4 Osvětlení

Vnitřní osvětlení budov, objektů, provozovaných prostor je provedeno žárovkovými a zářivkovými svítidly v odpovídajícím krytí. Jejich jištění je v podružných rozvaděčích v budovách.

Při měření osvětlení bylo zjištěno, že intenzita není osvětlení v souladu s hygienickými požadavky.

Prostory, ve kterých se svítí krátkodobě a občas, jsou osazeny žárovkovými svítidly.

1.3.5 Zhodnocení osvětlení

V prostorech s častým pobytem osob bylo provedeno orientační měření intenzity osvětlení, jejichž výsledky jsou uvedeny v příloze.

Osvětlenost byla měřena v souladu s ČSN EN 12464-1 z 03 2004 Světlo a osvětlení- osvětlení pracovních prostorů- vnitřní pracovní prostory.

Měření bylo provedeno v době 22⁰⁰- 24⁰⁰ při zapnutém osvětlení v daném prostoru luxmetrem FX – 101 v.č. M 044102- orientační měřidlo. Měření osvětlenosti bylo provedeno ve srovnávací hladině (chodby 0,3 m nad zemí, učebny 0,7 m ve výšce stolu, jídelny, dílny 0,9- 1,0 m ve výšce pracovní desky).

Na základě těchto měření jsou vydána doporučení shrnutá v následující tabulce:

Prostor	Prům. hladina osvětlení (lx)	Doporuč. hladina osvětlení (lx)	Doporučení
Chodba	65	100	Pravidelné čištění osvětlovacích těles, výměna žárovkových svítidel za kompaktní zářivková svítidla s vyšší intenzitou osvětlení
Kanceláře, dílny	98	150	Pravidelné čištění osvětlovacích těles, výměna žárovkových svítidel za kompaktní zářivková svítidla s vyšší intenzitou osvětlení

Vnitřní osvětlení, tam kde se svítí klasickými žárovkami, doporučujeme výměnu žárovkových svítidel za kompaktní zářivková svítidla. V prostorech s občasným pohybem osob doporučujeme pro žárovková svítidla instalaci automatického ovládání prostřednictvím čidel pohybu osob a případně výměnu žárovkových svítidel při dožití za kompaktní zářivková svítidla.

1.3.6 Vzduchotechnika

Vzduchotechnické zařízení zajišťuje větrání odsávání vzduchu z prostoru umývárny kolových a pásových vozidel tj. odvod výfukových plynů vozidel pohybujících se v hale silou svých motorů. Vzduchotechnika neobsahuje zařízení na teplovzdušné vytápění prostoru

umývárny. Zařízení je navrženo jako podtlakové s nuceným odvodem vzduchu znehodnoceného výfukovými plyny ven z umývárny.

Čerstvý vzduch je přisáván z venkovního prostředí přes protidešťové žaluzie na čelech objektu. Zkažený vzduch z umývárny je odváděn pomocí čtyř ventilátorů FALAX 50, které jsou osazeny v obvodových zdech ve střední části haly. Protidešťové žaluzie jsou osazeny v blízkosti vrat. Zařízení je ovládáno společně jedním dvojtlačítkem umístěným v prostoru umývárny. Příkony ventilátorů 4 x 0,55 kW při napětí 380/220 V, 50 Hz. Rychlost proudění vzduchu v pracovní zóně nepřesahuje 0,2 m/sec. Hladina hluku při chodu vzduchotechniky je 68,3 dB(A). V hale je instalován rozvod stlačeného vzduchu z kompresorové stanice. Je použit kompresor 2 JSK – 75 S, který je dvouválcový stojatý jednostupňový kompresor. Jmenovitý tlak 0,7 Mpa. Vzduchový výkon při jmenovitém tlaku je 50 m³/hod. Motor typu AF 523/2a s napětím 380 V/50 Hz má příkon 7,5 kW. Aby se nepřenášelo chvění na zdi a okolní místnosti a aby se částečně snížil hluk v dílně, je kompresor uložen na šesti pružinových izolátorech P66.

Na výtlaku kompresoru je speciální pružná hadice 20/7 z Gumokovu Hradec Králové, která zamezuje přenášení chvění na rozvod. Pružinové izolátory od fy. IZOL Kolín podepírají rám se základovou deskou 1526 x 686 mm, na které je uchycen kompresor.

1.3.7 Zemní plyn

Zemní plyn do objektu není přiveden.

1.3.8 Ostatní spotřebiče energie

Spotřebič elektrické energie	Celkový příkon kW
Osvětlení objektů vnitřní	14
Osvětlení objektů venkovní	15
Ventilátory , motory, kompresory, jeřábová dráha, obráb.stroje	27
Celkem	56 kW

Provoz 1 992 hod/rok **111 513 kWh/rok**

1.3.9 Rozvody energie

Projektované parametry teploty topné vody jsou 90/70 °C, ve skutečnosti jsou provozní teploty během provozu v topném období nižší.

Popis rozvodů :

Topná voda ústředního vytápění je z kotelny napojena na potrubí v topných kanálech, které jsou provedeny z prefabrikovaných žel.bet. prvků ZIPP Bratislava. Teplovody ústředního vytápění jsou vedeny těmito topenářskými kanály k jednotlivým objektům, ve kterých jsou uloženy v podlahách.

Rozvody topné vody a topná tělesa jsou původní z doby výstavby. Teplota v jednotlivých vytápěných prostorách je u topných těles ovládána pomocí radiátorových dvojregulačních kohoutů z armaturky Myjava. Jako otopné plochy jsou použity litinové článkové radiátory KALOR 500/160 v kombinaci s trubkovými topnými registry a teplovzdušnými jednotkami ze ZVVZ Librec, které jsou použity v prostorách opravy vozidel. Tato byla původně budována i na opravu těžké techniky a je v ústřední části vybavena jeřábovou dráhou.

Hydraulické vyvážení topné soustavy není provedeno.

Topná tělesa	litinové článkové radiátory 500/160, topné žebrové registry
Armatury těles	Radiátorové dvojregulační kohouty MYJAVA, bez TRV
Rozd. Topných nákladů	rozdělovač topných nákladů není
Rozvody ležaté	Větvený rozvod vedený v kanálech, pod podlahou a pod stropy místností
Napojení stoupaček	Objekty jsou jednopodlažní tj. beze stoupaček
Tepelné izolace	V topných kanálech minerální vata s folií FATROID

Na zařízení je prováděna běžná údržba. Potrubí UT v kanálech je opatřeno tepelnou izolací z minerální vaty s povrchovou úpravou folií FATROID případně folií REFLEXAL.

1.4 Bilance zdrojů energie

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

Objekt nemá vlastní zdroje energie.

Bilance výroby energie z vlastních zdrojů pro rok 2002- 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 3)

ř.	Ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	1,134
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
5	Výroba elektřiny	MWh	0
6	Prodej elektřiny	MWh	0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	0
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	7 197
10	Prodej tepla	GJ	0
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	7 197
12	Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	7 197

1.5 Informace o objektech

Sklad S1 a S2 + kotelna :

Budova skladů byla původně v r.1984 - 85 stavěna z montovaných prefabrikovaných prvků jednopodlažní vazníkové haly typu ZIPP Bratislava. Hala je jednolodní na rozpětí 18 m. V podélném směru má rozpětí sloupů 6 m. Sklad S1 přiléhá k objektu kotelny, od které je oddělen dilatací 5 cm. Světlá výška haly je od podlahy po spodní hranu vazníku 4,8 m. Nad otvory pro vrata a okna jsou na cihelné pilíře osazeny překlady P4. Obvodové zdivo v tloušťce 300 mm je vyzděno z pórobetonových tvárnic na maltu nastavovanou M25.

Sklad S1 je navrhován jako temperovaný, sklad S2 jako netemperovaný.

Na severozápadní straně haly je k prosvětlení vnitřního prostoru 5 otvorů 1400/1800 mm s parapetem 1600 mm, které jsou osazeny okny STAKO tj. dvojité zasklení v ocelovém rámu. K tomu jsou zde vstupní ocelové dveře s nadsvětlíkem. Severovýchodní strana skladů je prosvětlena copilitovými (skleněnými) tvárnicemi v ocelových rámech 3600x2000 mm s přiřazeným oknem STAKO 850x2000 mm. Těchto kombinovaných prosklených kompletů je v této stěně 14 ks. Jihozápadní strana skladů je vybavena 6 ks stejných kompletů. K tomu jsou zde osazena tříkřídlá vrata s rozměrem 3300/3600 mm v počtu 8 ks. Nad každými vraty je copilitový světlík 3300x1000 mm. Navíc jsou zde ocelové dvojkřídlé dveře do kotelny s rozměrem 1800x2600 mm. Světlá výška haly pod vazníky je 4800 mm. Vazníkový prostor pod konstrukci střechy je 2500 mm vysoký.

Obvodové rozměry haly jsou 91,65 x 19,2 m. **Zastavěná plocha haly je 1 759,7 m².**

Vytápěný zastavěný prostor haly je 1 759,7 x (4,8 + 2,5) = 12 846 m³.

Skladba střešního pláště je následující :

- Rubol RS 2x
- Bitagit extra, IPA, Sklobit
- Cement. potěr s pletivem tl.30 mm.
- Žel.bet panel.

Skladba podlahy :

- Nátěr protiprašný SADURIT N10
- Vozovkový beton 220 mm.
- Vibrovaný štěrk 20 mm.
- Štěrkopísek 180 mm.

Pro přívod topné vody je proveden topenářský kanál pod podlahou objektu. Je proveden jako monolitický se světlostí 1200 x 450 mm. Překrytí kanálu je deskami PZD. Navazuje na ostatní topenářské kanály vedoucí z kotelny k jednotlivým objektům a je ukončený u vnější zdi. Sklad je temperován na 10 až 11°C.

Technické parametry objektu	
Zastavěná plocha objektu [m ²]	1 759,7
Počet nadzemních podlaží	1
Počet podzemních podlaží	0
Světlá výška podlaží [m]	7,3
Podlah. plocha místností [m ²]	1 759,7
Obestavěný prostor budovy [m ³] V	12 846
Plocha plné části svislých obvodových konstrukcí [m ²]	1 298,1
Plocha výplní otvorů [m ²]	320,3
Plocha střechy [m ²]	1 864,6
Plocha podlahy [m ²]	1 759,7

tabulka 3 Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu (Vyhl.291/2001 Sb.)

Geometrické parametry objektu		Sklad S1 a S2
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí [m ²] A		5 243
Objem vytápěné části budovy [m ³] V		12 846
Geometrická charakteristika objektu [1/m] A/V		0,41

Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

tabulka 4 Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

Objekt S1 a S2	Jednotka	
Lokalita	Jihlava	
Venkovní výpočtová teplota (t _e)	-15	°C
Průměrná venkovní teplota (t _{es})	3,2	°C
Průměrná vnitřní teplota v objektu (t _{is})	10	°C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	12	°C
Počet dnů otopného období (d)	247	d
Počet denostupňů D = d (t _{is} -t _{es})	1 679,6	°D

Objekt č. 1. - Vrátnice a sociální budova

Samostatný objekt slouží současně jako sociální budova a kromě služebních prostorů pro ostrahu areálu obsahuje také jídelnu, šatny, umývárny, sociální zázemí a denní místnosti. Je umístěn u vstupní komunikace do areálu při jeho severní straně. Je navržen pro nepřetržitý provoz, nezávislý na provozu centrální kotelny. Proto jeho vytápění je řešeno elektrickými elektrodovými kotli s výkonem 2 x (2 až 30 kW) . TV je připravována v elektrickém akumulacním zásobníku s obsahem 120 litrů. Materiály na výstavbu objektu jsou stejné, jako byly použity na ostatní skladovací objekty. Obvodový plášť je jako u skladů tj. plynosilikátové tvárnice v tl. 300 mm. Strop tvoří železobet. prefabrikáty s izolací ošetřené jako u ostatních objektů s tepelnou izolací Heraklitem 50 mm a Polystyrenem v tl. 50 mm.

Okna jsou dřevěná zdvojená 1500/2100 mm s horním čtvercem 1500/1500 mm a spodním větracím křídlem 1500/600 mm. Na jihovýchodní fasádě objektu jich je umístěno 9 ks spolu s malým oknem 600/900 mm a dveřmi dřevěnými typovými 1800/1970 mm – 3ks. Na severozápadní fasádě objektu je umístěno 11 ks stejných oken. Jihozápadní fasáda je bez otvorů a v severovýchodní jsou pouze vstupní dveře dřevěné typové 1800/1970 mm a jedno okno 1500/2100 mm stejného provedení jako ostatní.

Vnější rozměry objektu jsou 37,1 x 15,5 m. **Zastavěná plocha vrátnice je 575,1 m².**
Vytápěný zastavěný prostor vrátnice je 575,1 x 3,2 = 1 840 m³.

Skladba střešního pláště je následující :

- Rubol RS 2x
- Bitagit extra, IPA, Sklobit
- Cement. potěr s pletivem tl.30 mm.
- Heraklit 50 mm
- Polystyren 50 mm.
- Žel.bet panel.

Skladba podlahy :

- Dlažba 100/100/8 (PVC + stěrka)
- Betonová mazanina 47 mm.
- Polystyrén 30 mm.
- Izolace proti vodě BITAGIT 10 mm.
- Podkladní bet.mazanina + ocel.síť 100 mm

Pro přívod topné vody byl proveden topenářský kanál pod podlahou objektu, ze stejného mat. jako ostatní topenářské kanály vedoucí z kotelny k jednotlivým objektům. Ale v případě tohoto objektu bylo přírodní potrubí topné vody zaslepeno a sociální objekt je vytápěn samostatným el.zdrojem. Vrátnice a sociální budova je vytápěna na 20 °C.

tabulka 5 základní technické parametry objektu

Objekt č.1 - Vrátnice

Technické parametry objektu	
Zastavěná plocha objektu [m ²]	575,1
Počet nadzemních podlaží	1
Počet podzemních podlaží	0
Světlá výška podlaží [m]	3,0
Podlah. plocha místností [m ²]	575,1
Obestavěný prostor budovy [m ³]	1 840
Plocha plné části svislých obvodových konstrukcí [m ²]	255,7
Plocha výplní otvorů [m ²]	80,9
Plocha střechy [m ²]	604,0
Plocha podlahy [m ²]	575,1

tabulka 6 Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu (Vyhl.291/2001 Sb.)

Geometrické parametry objektu		Objekt č. 1 –
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí [m ²]	A	1 516
Objem vytápěné části budovy [m ³]	V	1 840
Geometrická charakteristika objektu [1/m]	A/V	0,82

Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

tabulka 7 Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

Objekt č. 1 – Vrátnice a sociální budova	Jednotka	
	Jihlava	
Lokalita		
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	-15	°C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3,2	°C
Průměrná vnitřní teplota v objektu (t_{is})	18,5	°C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	12	°C
Počet dnů otopného období (d)	247	d
Počet denostupňů $D = d(t_{is} - t_{es})$	3 779,1	°D

Objekt č. 5 – Umývárna techniky :

Budova umývárny kolových a pásových vozidel byla jako ostatní objekty STM stavěna v r.1984 - 85 z montovaných prefabrikovaných prvků jednopodlažní vazníkové haly typu JUZO, která je produktem fy. PREFA Olomouc. V projektu je uvažováno zatížení sněhem max. $1,0 \text{ kN/m}^2$ (100 kp/m^2). V trase průjezdu bojové techniky je uvažováno vozidlo s max. tíhou 60 t. Na nepojízdné ploše haly je uvažováno zatížení $3,0 \text{ kN/m}^2$ (300 kp/m^2). Hala je jednodílná na rozpětí 12 m. V podélném směru má rozpětí sloupů 6 m. Štíty jsou upraveny pro osazení vrat a vzduchotechnických prostupů. Světla výška haly je od podlahy po spodní hranu vazníku 5,3 m. Do vrcholu vazníku je výška 2,0 m. Obvodový plášť v tloušťce 200 mm je smontován ze sendvičových panelů s vnitřní vrstvou polystyrenu v tl 100 mm s venkovní krycí žel.bet vrstvou 40 mm a vnitřní žel.bet vrstvou 60 mm.

Umývárna kolových a pásových vozidel je navrhována jako temperovaný prostor. Na severozápadní a jihovýchodní straně haly jsou v čelních štitových stěnách osazena ocelová skládací vlysová vrata plná s průchozími dveřmi s rozměrem 4200 x 4200 mm. Vrata jsou izolována vrstvou polystyrenu v tl. 20 mm, vloženou do vlysů s překrytím pozinkovaným plechem přišroubovaným samořeznými šrouby.

Severovýchodní a jihozápadní podélná stěna umývárny je prosvětlena sklobetonovými okny s rozměrem 1500 x 1400 mm. V každé stěně je, kromě střední části, osazeno 20 ks těchto oken tj. celkem 40 ks. Ve střední části je na každé straně jedno okno stejného rozměru, které má ve své horní části vytvořen prostup pro vzduchotechniku o rozměru 1300 x 600 mm.

V čelech budovy, vedle průjezdních vrat jsou namontovány celkem 4 ks venkovních žaluzií s rozměrem 1200 x 1000 mm pro přívod čerstvého vzduchu do haly.

Obvodové rozměry umývárny jsou 32,2 x 12,7 m. Zastavěná plocha umývárny je $408,9 \text{ m}^2$.

Vytápěný zastavěný prostor umývárny je $408,9 \times 6,6 = 2 699 \text{ m}^3$.

Skladba střešního pláště je následující :

Živičná kritina tl. 20 mm

Tepelně izol. desky KSD 100, tl.50 mm

Parotěsná zábrana 2 x Bitagit

Zatření spár tl.10 mm.

Žel.bet střešní desky SZD 33-450 (žebírkové)

Skladba podlahy : Cementový potěr pálený
 Vozovkový beton 220 mm (pevnost v tahu za ohybu 45 MPa).
 Podkladní beton 200 mm. (250 kg/m³)
 Štěrkopísek 250 mm.

Pro přívod topné vody je proveden topenářský kanál pod podlahou objektu.
 Je proveden jako monolitický se světlostí 1200 x 450 mm. Překrytí kanálu je deskami PZD.
 Navazuje na ostatní topenářské kanály vedoucí z kotelny k jednotlivým objektům a je ukončený u vnější zdi. Umývárna techniky je temperována na 10 až 12 °C.

tabulka 8 základní technické parametry objektu

Objekt č. 5

Technické parametry objektu	
Zastavěná plocha objektu [m ²]	408,9
Počet nadzemních podlaží	1
Počet podzemních podlaží	0
Světlá výška podlaží [m]	6,6
Podlah. plocha místností [m ²]	408,9
Obestavěný prostor budovy [m ³]	V 2 699
Plocha plné části svislých obvodových konstrukcí [m ²]	464,4
Plocha výplní otvorů [m ²]	128,3
Plocha střechy [m ²]	429,3
Plocha podlahy [m ²]	408,9

tabulka 9 Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu (Vyhl.291/2001 Sb.)

Geometrické parametry objektu		Objekt č. 5 –
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí [m ²]	A	1 431
Objem vytápěné části budovy [m ³]	V	2 699
Geometrická charakteristika objektu [1/m]	A/V	0,53

Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

tabulka 10 Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

Objekt č. 5 – Umývárna techniky	Jednotka	
Lokalita	Jihlava	
Venkovní výpočtová teplota (t _e)	-15	°C
Průměrná venkovní teplota (t _{es})	3,2	°C
Průměrná vnitřní teplota v objektu (t _{is})	10	°C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	12	°C
Počet dnů otopného období (d)	247	d
Počet denostupňů D = d (t _{is} -t _{es})	1 679,6	°D

Objekt č. 6 – Technická opravná vozidel (TOP) a garáže :

Budova technické opravný kolových a pásových vozidel v sobě obsahuje také technickou ošetrovnu vozidel (TOV) a byla jako ostatní objekty STM stavěna v r.1984 - 85 z montovaných prefabrikovaných prvků jednopodlažní vazníkové haly typu ZIPP Bratislava

Hala TOV je navržena jako průjezdný objekt s 8 ošetrovacími stáními pod přístřeškem a 2 stáními v krytých uzavřených boxech.

Hala TOP bezprostředně navazuje na TOV a dělí se na část ošetrovacích a opravářských stání s přičleněnými sklady a hlavní rozvodnou elektro a část dílenskou se základními a speciálními dílnami, nabíjecími stanicemi akumulátorů, zdravotně technickým vybavením a kanceláři pro vedení opravny.

Část ošetrovací zahrnuje dvě průjezdná stání pro překonzervaci s montážní jámou a přílehlým příručním skladem pro uložení konzervačních materiálů a přípravků. Ve dvoulodní hale o rozponu 12 m je umístěno 8 ošetrovacích a opravářských stání. Ve čtyřech z nich jsou montážní jámy, jedna loď je vybavena mostovým jeřábem o nosnosti 5t. Na opravářské boxy navazuje sklad vyňaté výzbroje a výstroje, sklad technických plynů a WC s před síní.

V části dílenské jsou umístěny základní dílny jako mechanické a zámečnické, kovárna a svařovna, mytí součástek, elektrodílna, příruční sklad náhradních dílů a mechanických prostředků a místnost pro kompresor. Dále jsou zde speciální dílny jako zbrojní dílna, dílna optiky, spojovací dílna, opravná pryžového a chemického materiálu. V objektu je rovněž nabíjecí stanice akumulátorů a to jak kyselých baterií olověných, tak alkalických a stříbrozinkových.

Opravná je složena ze dvou konstrukčních systémů.

Část I – montovaná konstrukce dílenské části je žel.bet. skelet RS (Revidovaný Priemstav). Je to přízemní objekt o rozměrech 30 x 30 m s konstrukční výškou 3600 mm (světlá výška 3350 mm) pod průvlak 3100 mm.

Část II – je montovaná konstrukce, kde halová část konstrukce je ZIPP Bratislava a to :

- hala 2 x 12/24 m o světlé výšce 9 100 mm pod vazník
- hala stejné konstrukce, ale o světlé výšce 4 800 mm pod vazník

Obvodový plášť je vyzděn z plynobetonových tvárnic v tloušťce 300 mm typ P30/MVC25. Zdivo je ztuženo žel.bet. věnci. Vnitřní zdivo tloušťky 300 mm je také z plynobetonových tvárnic, zdivo tloušťky 150 mm je z plných cihel CP100/MC50.

Střecha, jejíž složení je popsáno v dalším textu, má v sekci „A“ – TOV osazeny celkem tři světlíky s rozměrem 4500 x 12000 mm. Jedná se o jednoduché zasklení mající tvar sedlové střechy s výškou v hřebeni 2500 mm. Světlíky jsou ve své spodní části vodorovně překryty průsvitnou vrstvou z plastů. Dva z těchto světlíků jsou nad částí TOV tvořící přístřešek a jeden světlík je nad vytápěnou částí. Tato část haly má světlou výšku 4800 mm pod vazník + 1000 mm v prostoru vazníku pod žebírkové stropní desky.

Navazující část „B“ – TOP má střechu stejně konstrukčně řešenou, ale jen se dvěma světlíky stejného rozměru a provedení ve střední části TOP, kde tato část haly má světlou výšku 9100 mm pod vazník + 1000 mm v prostoru vazníku pod žebírkové stropní desky. Zbývající část areálu TOP s půdorysem 30 x 30 m (Část I) má konstrukční výšku 3600 mm (světlá výška 3350 mm) pod průvlak 3100 mm.

Opravná kolových a pásových vozidel je navrhována jako vytápěný prostor. Na severozápadní čelní straně haly jsou osazeny dvojice ocelové dveře s nadsvětlíky s rozměrem

1450 x 2480 mm. Dále je zde 5 ks oken STAKO tj. dvojité zasklení v ocelovém rámu s rozměrem 1800 x 1800 mm. Jihovýchodní strana objektu je navazující na prefabrikovaný přístřešek je bez otvorů.

Severovýchodní a jihozápadní podélná stěna zvýšené části objektu opravný je prosvětlena pomocí 8 ks copilitových oken s rozměrem 4000 x 2000 mm, které mají jednu čtvrtinu tj. 1000 x 2000 mm vytvořenou oknem STAKO. Dále je v této střední části 8 ks ocelových skládacích vlysových vrat plných s průchozími dveřmi s rozměrem 4200 x 4200 mm. Vrata jsou izolována vrstvou polystyrénu v tl. 20 mm, vloženou do vlysů s překrytím pozinkovaným plechem přišroubovaným samořeznými šrouby.

V nižší části opravný směrem k přístřešku tj. TOV jsou osazena další ocelová skládací vlysová vrata plná s průchozími dveřmi s rozměrem 4200 x 4200 mm v počtu 4 ks. Vrata jsou izolována vrstvou polystyrénu v tl. 20 mm, vloženou do vlysů s překrytím pozinkovaným plechem přišroubovaným samořeznými šrouby.

Dále jsou v této části vstupní ocelové dveře s nadsvětlíky s rozměrem 1450 x 2480 mm v počtu 2 ks, potom 2 ks oken STAKO 1800 x 1800 mm a 2 ks stejných oken 900 x 900 mm.

Nízká část opravný na severním konci objektu má ve své severovýchodní fasádě 10 ks oken STAKO 1800 x 1800 mm. Jihozápadní fasáda této části objektu je prosvětlena 3 ks stejných oken STAKO 1800 x 1800 mm a dále 6 ks oken STAKO 1200 x 1200 mm.

K tomu jsou zde osazeny vstupní ocelové dveře s nadsvětlíkem s celkovým rozměrem 1450 x 2480 mm.

Obvodové rozměry opravný TOV i TOP jsou :

- a) nízká severní část se světl.výškou 3,35 m = 30,0 x 30,0 m. Plocha 900 m², Objem 3 015 m³.
- b) vysoká střední část, světl.výška 10,1 m = 23,8 x 24,4 m. Plocha 581 m², Objem 5 865 m³.
- c) nízká jižní část TOV, světl.výška 5,8 m = 21,4 x 24,4 m. Plocha 522 m², Objem 3 028 m³.
- d) přístřešek z prefabrikátů, s.v. 5,8 m = 24,0 x 24,4 m. Plocha 586 m², Objem 3 396 m³. Volný

Zastavěná plocha opravný je 2 003 m². (Bez volného nevytápěného přístřešku)

Vytápěný zastavěný prostor opravný je 11 908 m³.

Skladba střešního pláště je následující :

- Živičná kritina tl. 20 mm s nátěrem RUBOL RS
- Cementový potěr s pletivem tl.30 mm
- Heraklit 50 mm

- Polystyrén 50 mm
- Parotěsná zábrana 2 x Bitagit

- Zatření spár tl.10 mm.

- Žel.bet střešní desky SZD 33-450 (žebírkové)

Skladba podlahy (část BV) : Cementový potěr pálený

- Betonová mazanina 100 mm (pevnost v tahu za ohybu 45 MPa).

- Podkladní beton 200 mm. (250 kg/m³)

Štěrkopísek 250 mm.

Skladba podlahy (ostatní) : Cementový potěr pálený (také keramická nebo teracová dlažba)
 Betonová mazanina 50 mm
 Polystyrén 40 mm krytý asfaltovým pásem.
 Podkladní beton 200 mm.
 Štěrkopísek 250 mm.

Pro přívod topné vody je proveden topenářský kanál pod podlahou objektu. Je proveden jako monolitický se světlostí 1200 x 450 mm. Překrytí kanálu je deskami PZD. Navazuje na ostatní topenářské kanály vedoucí z kotelny k jednotlivým objektům a je ukončený u vnější zdi. Opravná techniky je vytápěna na 15 až 18 °C.

tabulka 11 základní technické parametry objektu Objekt č. 5 –TOP a TOV

Technické parametry objektu	
Zastavěná plocha objektu [m ²]	2 003
Počet nadzemních podlaží	1
Počet podzemních podlaží	0
Světlá výška podlaží [m]	3,35; 10,1; 5,8
Podlah. plocha místností [m ²]	2 003
Obestavěný prostor budovy [m ³]	V 11 908
Plocha plné části svislých obvodových konstrukcí [m ²]	1 091,7
Plocha výplní otvorů [m ²]	368,7
Plocha střechy [m ²]	2 104
Plocha podlahy [m ²]	2 003

tabulka 12 Hodnoty pro stanovení geometrické charakteristiky objektu (Vyhl.291/2001 Sb.)

Geometrické parametry objektu		Objekt č. 5 – TOP +
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí [m ²]	A	5 567,4
Objem vytápěné části budovy [m ³]	V	11 908
Geometrická charakteristika objektu [1/m]	A/V	0,47

Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

tabulka 13 Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

Objekt č. 5 – Opravná TOP + TOV	Jednotka	
Lokalita	Jihlava	
Venkovní výpočtová teplota (t _e)	-15	°C
Průměrná venkovní teplota (t _{es})	3,2	°C
Průměrná vnitřní teplota v objektu (t _{is})	17	°C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	12	°C

Objekt č. 5 – Opravna TOP + TOV	Jednotka	
Počet dnů otopného období (d)	247	d
Počet denostupňů $D = d (t_{is} - t_{es})$	3 408,6	°D

1.6 Záměry zadavatele

Zadání energetického auditu bylo motivováno snahou zadavatele snížit provozní náklady objektů, které jsou ze značné části tvořeny náklady za energie. Po projednání závazných výstupů ENG auditu budou dle finančních možností provozovatele postupně doporučená opatření realizována v pořadí podle projednaných priorit.

1.7 Vliv na životní prostředí

Objekt svým provozem nezatěžuje životní prostředí. Odpady vzniklé provozem jsou likvidovány odbornými firmami na základě smluvního vztahu.

3. ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

3.1. Energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie

Průměrnou spotřebu tepla a elektrické energie a náklady za roky 2002 až 2003 dokumentuje následující tabulka, ukazuje základní technické ukazatele energetického zdroje vytápění.

Objekt nemá vlastní zdroje energie.

Průměrná spotřeba koksu 2002-2003 je : $(316,9 + 206,6) : 2 = 261,8 \text{ t/rok tj. } 7\,197 \text{ GJ/rok.}$

Cena koksu v r. 2004 = 8 167,- Kč/t

Cena tepla v r. 2004 = $(261,8 \times 8\,167) / 7\,197 = 297,10 \text{ Kč/GJ}$

Prům. spotř. el.energ. 02-03 : $(214\,253 + 247\,652) / 2 = 230\,953 \text{ kWh/rok} = 831,4 \text{ GJ/rok}$

Průměrná cena el.energie 2002-03 : $(438\,580 + 487\,160) / 2 = 462\,870 \text{ Kč/rok}$

Průměrná cena el.energie (Kč/ kWh) **2,004**

Průměrná cena tepla (Kč/GJ) **556,74**

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

tabulka 14 Základní tvar energetické bilance pro průměr let 2002 až 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 4)

Ř.	Ukazatel	GJ/rok	.tis Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	8 028,4	2 600,991
2	Změna zásob paliv	0	0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	8 028,4	2 600,991
	z toho elektrická energie	831,4	462,870
	z toho zemní plyn	0	0
	z toho koks	7 197	2 138,121
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	neměřeno	Neměřeno
	z toho elektrická energie	neměřeno	Neměřeno
	z toho zemní plyn	neměřeno	Neměřeno
	z toho koks	neměřeno	Neměřeno
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	7 197	2 138,121
	z toho elektrická energie	430,0	239,396
	z toho zemní plyn	0	0
	z toho koks	7 197	2 138,121
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	401,4	223,474
	z toho elektrická energie	401,4	223,474
	z toho zemní plyn	0	0
	z toho koks	0	0

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.

Koks vyčíslen v cenové relaci 2004 !

Objekt nemá vlastní zdroje energie.

Koks : 27,49 GJ/t (výhřevnost)

Dle katalogu Opatření pro snížení energetické náročnosti ČEA jsou emisní faktory (kg/GJ v palivu)
u el.energie ze systémových elektráren (včetně jaderných a vodních)

	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	CxHy	CO ₂
Elektřina	0,161	3,302	0,465	0,085	0	215,136
Dříví	0,874	0,07	0,21	0,07	0,07	0
h.uhlí (pev.rošt)	0,711	1,342	0,171	2,564	0,57	104
koks (pev.rošt)	0,239	0,331	0,053	1,601	0,356	105
Zemní plyn	0,001	0	0,056	0,009	0,004	55

CELKOVÁ PŮVODNÍ PRŮMĚRNÁ SPOTŘEBA ENERGÍÍ:

Elektrická energie : 230,953 MWh/rok = 831,4 GJ/rok

Koks : 261,8 t/rok = 1 999 MWh/rok = 7 196 882 MJ/rok = 7 197 GJ/rok (z výhřevnosti)

PŮVODNÍ průměrná spotřeba energie :

	MWh/rok	MJ/rok	GJ/rok	Kč/rok
El.energie	230,953	831 431	831,4	462 870

Koks 1 999,134 7 196 882 7 197 2 138 121

Envirometrické hodnoty - stávající stav : (t/rok)			
	El.energ.	Koks	Součet
Tuhé látky	0,13386	1,72008	1,85394
SO ₂	2,74528	2,38221	5,12749
NO _x	0,38660	0,38144	0,76804
CO	0,07067	11,52240	11,59307
C _x H _y	0,00000	2,56213	2,56213
CO ₂	178,86407	755,68500	934,54907

3.2 Zhodnocení stávajícího stavu budovy

3.2.1 Výpočet tepelných ztrát budovy

Tepelné ztráty objektů byly vypočteny pro venkovní teplotu - 15 °C v krajině s intenzivními větry, pro samostatné budovy v nechráněné poloze s vnitřními teplotami vzduchu dle požadavků investora a dle ČSN 060210 a dle ČSN 730540 - 1 až 4 a dále podle údajů o materiálech svislých a vodorovných konstrukcí a použitých druhů výplní stavebních otvorů dle stavebních projektů.

Provoz vytápění je nepřerušovaný, v noci tlumený.
Součinitelé prostupu tepla "U" (W / m²K) použité při výpočtu tepelné ztráty projektovaného objektu jsou uvedeny v příloze této zprávy obsahující podrobný výpočet tepelných ztrát uvedených objektů .

Při této příležitosti si dovoluji upozornit, že program TEPZTRAT od Ing. Roubínka, kterým je tento výpočet tepelných ztrát proveden, nepočítá hodnoty $\underline{A_N}$ a $\underline{V_N}$ ve smyslu Vyhlášky č.291/2001 Sb. , ale je nutné tyto hodnoty stanovit z rozměrů objektů dle aktuální stavební dokumentace.

Původní tepelná bilance :

Budova	Tep.ztrata		Zast.plocha
Výpočt.teplota			
101) Sklad S1 a S2	116 262 W	1 759,68 m ²	10°C
102) OBJEKT č.1 – Vrátnice	48 878 W	575,05 m ²	19°C
103) OBJEKT č.5 – Umývárna	26 854 W	408,90 m ²	12°C
104) OBJEKT č.6 – Opravna TOP a TOV	203 749 W	2 003,00 m ²	18°C
Objekty C E L K E M :	395 745 W	4 746,6 m²	14,4 °C

Je nutno uvést, že při teplotách okolo 0 °C, což je v průměru 65 % topného období, bude reálná tepelná ztráta objektu rovna přibližně polovině uvedené hodnoty !

VÝPOČET ROČNÍ SPOTŘEBY TEPLA AREÁLU STM RANČÍŘOV :

Výpočet vychází z hodnoty tepelné ztráty na ústřední vytápění objektu.
Ke stanovení roční spotřeby tepla pro vytápění je použito Gradenové (Denostupňové) metody.

$$Q_{gd} = B \cdot Q_{hod} \cdot 24 \cdot \frac{1}{t_i - t_e} \cdot D \cdot (t_i - t_e)$$

kde	Q_{gd}	je spotřeba tepla vypočítaná gradenovou metodou (kWh/rok)	
	B	koeficient charakteristiky budovy (zmenšující koeficient)	
	Q_{hod}	je potřebný topný příkon stanovený výpočtem tepelných ztrát	(kW)
	T_i	Výpočtová vnitřní teplota	(°C)
	T_e	Výpočtová venkovní teplota	(°C)
	D	Počet topných dní	
	t_i	průměrná vnitřní teplota během 24 hod	(°C)
	t_e	průměrná venkovní teplota v průběhu vytápěného období	(°C)

Průměrná vnitřní teplota objektů byla vypočítána v závislosti na vytápěném objemu jednotlivých objektů a jejich výpočtové vnitřní teploty.

Roční spotřeba tepla celého areálu je v této fázi vypočítána ze střední vnitřní teploty objektů a to bez. vratnice, která je vytápěna elektrokotlem. Pro určení předpokládané spotřeby koksů budou počítány spotřeby jednotlivých objektů a sečteny. Je možné porovnat výsledky obou způsobů.

Tepelná ztráta areálu bez vratnice : $395\,745 - 48\,878 = 346\,867\text{ W}$

$$Q_{gd} = 0,73 \cdot \frac{346,867 \cdot 24}{(14,4 - (-15))} \cdot 247 \cdot (12,5 - 3,2) = 474821 \text{ kWh / rok}$$

Této tepelné ztrátě 346,867 kW odpovídá dle ČSN 060210, ČSN 730540 – 1 až 4 a ČSN 38 3350 spotřeba 474 821 kWh/rok což je 1 709 356 MJ/rok tj. 1 709,4 GJ/rok.

Při výhřevnosti koksů 27,49 GJ/t je roční spotřeba paliva pro vytápění za předpokladu použití litinových článkových kotlů VSB IV, které pracují s průměrnou účinností 65 % :

$$G = 1\,709,4 / (0,65 \cdot 27,49) = \underline{\underline{95,66 \text{ t koksů / rok.}}}$$

K tomu je třeba připočítat spotřebu plynu na ohřev teplé vody (TV). Převážná část TV je připravována v akumulacích bojlerů umístěných v jednotlivých objektech. Část je ohřívána v 1000lt bojleru v kotelně.

Průměrná spotřeba teplé vody v r.2004 je pro stávajících 20 pracovníků a při průměrné spotřebě

cca $80 \text{ dm}^3/\text{os.den}$ a za předpokladu 250 pracovních dní do roka :

$V = 20.80.250 = 400\,000 \text{ dm}^3/\text{rok} = 400 \text{ m}^3/\text{rok}$. Potom její ohřev na 65°C představuje dalších :

$$400\,000 \times (65-7) : 860 = \mathbf{26\,977 \text{ kWh/rok}}, \text{ což je } 97\,116 \text{ MJ/rok tj } 97,1 \text{ GJ/rok.}$$

$$V = 20.80 \times (65-7) : 860 = 108 \text{ kWh/den, při době ohřevu 4 hod je to příkon } 27 \text{ kW.}$$

Potom na ohřev TV potřebujeme : $\underline{G} = 97,116 / (0,65 \cdot 27,49) = \mathbf{5,44 \text{ t koksů / rok.}}$

Za těchto předpokladů je celková PŘEDPOKLÁDANÁ spotřeba KOKSU v areálu TOP

Rančířov

$$\mathbf{CELKEM : 95,66 + 5,44 = 101,1 \text{ t koksů / rok.}}$$

Zbývá spočítat spotřebu elektrické energie na vytápění objektu č.1 Vrátnice a sociální budovy :

Tepelná ztráta vypočtena pod číslem 102 – Vrátnice, $t_i = 20^\circ\text{C}$, $Q = 48\,878 \text{ W}$

$$Q_{gd} = 0,73 \cdot \frac{48,878.24}{(20 - (-15))} \cdot 247 \cdot (18,5 - 3,2) = 92463 \text{ kWh / rok}$$

Spotřeba elektrické energie na vytápění objektu Vrátnice a sociální budovy není v současnosti měřena, ale tento výsledek výpočtu je možné použít při úvaze o dalších způsobech vytápění této budovy.

VÝPOČET ROČNÍ SPOTŘEBY TEPLA JEDNOTL. OBJEKTŮ STM RANČÍŘOV :

101) Sklad S1 a S2 $t_i = 10^\circ\text{C}$ $Q = 116\,262 \text{ W}$ $1\,340,7 \text{ m}^2$

$$Q_{gd} = 0,73 \cdot \frac{116,262.24}{(10,0 - (-15))} \cdot 247 \cdot (9,5 - 3,2) = 126785 \text{ kWh / rok}$$

Předpoklad spotřeby KOKSU : $Q = 126\,785 \text{ kWh/rok} = 456\,428 \text{ MJ/rok}$

$$\underline{G} = 456,428 / (0,65 \cdot 27,49) = \mathbf{25,545 \text{ t koksů / rok.}}$$

102) OBJEKT č.1 – Vrátnice $t_i = 20^\circ\text{C}$ $Q = 48\,878 \text{ W}$ $575,05 \text{ m}^2$

Vytápěna elektrokotlem – výpočet viz předchozí odstavec $Q_{gd} = 92\,463 \text{ kWh/rok}$

103) OBJEKT č.5 – Umývárna $t_i = 12^\circ\text{C}$ $Q = 26\,854 \text{ W}$ $408,9 \text{ m}^2$

$$Q_{gd} = 0,73 \cdot \frac{26,854.24}{(12,0 - (-15))} \cdot 247 \cdot (11,5 - 3,2) = 35724 \text{ kWh / rok}$$

Předpoklad spotřeby KOKSU : $Q = 35\,724 \text{ kWh/rok} = 128\,605 \text{ MJ/rok}$

$$\underline{G} = 128,605 / (0,65 \cdot 27,49) = \mathbf{7,197 \text{ t koksů / rok.}}$$

103) OBJEKT č.6 – Opravna $t_i = 18^\circ\text{C}$ $Q = 203\,749\text{ W}$ $2003,0\text{ m}^2$

$$Q_{gd} = 0,73 \cdot \frac{203,749 \cdot 24}{(18,0 - (-15))} \cdot 247 \cdot (16,5 - 3,2) = 355356 \text{ kWh / rok}$$

Předpoklad spotřeby KOKSU : $Q = 355\,356\text{ kWh/rok} = 1\,279\,283\text{ MJ/rok}$

$$G = 1\,279,283 / (0,65 \cdot 27,49) = \underline{71,594\text{ t koksu / rok.}}$$

PŘEDPOKLÁDANÁ ROČNÍ SPOTŘEBA KOKSU V STM RANČÍŘOV :

Předpoklady : Platí vypočítané tepelné ztráty objektů
 Platí předpokládaná účinnost kotelny na úrovni 65 %
 Platí uvažované vnitřní teploty v objektech

$$G_{\text{CELK}} = 25,545 + 7,197 + 71,594 = 104,336\text{ t koksu / rok}$$

Skutečná současná spotřeba koksu je :

Spotřeba paliva : rok 2002 $316,9\text{ t koksu} \times 27,49\text{ GJ/ t koksu}$ je $8\,712\text{ GJ/rok}$

Spotřeba paliva : rok 2003 $206,6\text{ t koksu} \times 27,49\text{ GJ/ t koksu}$ je $5\,679\text{ GJ/rok}$

Průměrná spotřeba koksu 2002-2003 je : $(316,9 + 206,6) : 2 = 261,8\text{ t/rok}$

tj. $7\,196,882\text{ GJ/rok.} = 1\,999,134\text{ MWh/rok} = 1\,999\,134\text{ kWh/rok} = 100\%$

Rozdělíme tuto spotřebu v poměru tepelných ztrát na jednotlivé objekty : $346\,867\text{ kW} = 100\%$

101) Sklad S1 a S2 $Q = 116\,262\text{ W} = 33,52\%$ $Q_{\text{pal.}} = 670\,110\text{ kWh/rok}$

103) Obj. č.5 – Umývárna $Q = 26\,854\text{ W} = 7,74\%$ $Q_{\text{pal.}} = 154\,733\text{ kWh/rok}$

104) Obj. č.6 – Opravna $Q = 203\,749\text{ W} = 58,74\%$ $Q_{\text{pal.}} = 1\,174\,291\text{ kWh/rok}$

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

Tato kapitola obsahuje posouzení měrné spotřeby tepla při vytápění budov dle Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a zároveň dle revidované normy ČSN 730540-2, jež nabyla platnost dnem 1. 12. 2002.

101) Sklad S1 a S2 : $t_i = 10^\circ\text{C}$; $Q = 116\,262\text{ W}$; $V = 12\,846\text{ m}^3$; $Q_{gd} = 126\,785\text{ kWh/rok}$

A/V viz oddíl 2.5 : $5\,243 / 12\,846 = 0,41$

potom Vyhl.291 požadovaná hodnota $e_{VN} = 20,64 + 26,03 \cdot 0,41 = 31,312\text{ kWh/m}^3\text{a}$

Vypočítané hodnoty při účinnosti kotelny 65% jsou následující : $Q_{gd} = 126\,785\text{ kWh/rok}$

Vypočtené hodnoty pro energetický průkaz budovy - vyhl. MPO c. 291/2001

Prevazující vnitřní vypočtovaná teplota v budově $t_i = 10^\circ\text{C}$
 Průměrná vypočtená vnitřní teplota vytápených místností $t_{is} = 10,0^\circ\text{C}$
 Prům. vypočtená intenzita výměny vzduchu ve vyt. místn. $n = 0,50\text{ 1/h}$

Zastavená plocha budovy (zastavená plocha 1.podlazi)	A1 = 1 759.7 m ²
Užitná plocha všech místností v budově	Auz = 1 583.6 m ²
Podlahová plocha místností vytápěných	Av = 1 583.6 m ²
Vnější plocha konstrukci ohraničující vytápěný prostor	A = 5 243.0 m ²
Obestavený objem budovy (všechna zadána podlazi)	V = 12 846.0 m ³

Plocha plně části svislých obvodových konstrukcí (SO)	Aso = 1 298.1 m ²
Plocha otvorových výplní (oken a dveří v SO a SA)	Aok = 320.3 m ²
Plocha střeš (SA)	Asa = 1 864.6 m ²
Plocha stropu do nevytápěné pudy (SP)	Asp = 0.0 m ²
Plocha stropu (podlahy) nad nevytápěným prostorem (PO)	Apo = 0.0 m ²
Plocha podlahy na terenu (přílehlé k zemi) (PZ)	Apz = 1 583.6 m ²
Plocha vnitř. konstr. proti nevytápěným prost. (SN, PD, ST)	Asn = 0.0 m ²

Součinitel prostupu tepla plně části obvodových konstr.	Uso = 1.30 W/m ² K
Součinitel prostupu tepla oken	Uok = 3.70 W/m ² K
Součinitel prostupu tepla střeš	Usa = 0.50 W/m ² K
Souc. prostupu tepla stropu do nevytápěné pudy	Usp = 0.00 W/m ² K
Souc. prostupu tepla stropu (podlahy) nad nevyt. prost.	Upo = 0.00 W/m ² K
Souc. prost. tepla podlahy na terenu (přílehlé k zemi)	Upz = 0.38 W/m ² K
Souc. prost. tepla vnitřních konstr. proti nevyt. prostorám	Usn = 0.00 W/m ² K
Průměrný souc. prostupu tepla hraniční plochy budovy	Uc = 0.00 W/m ² K

$$E_{vp} = h_1 \cdot [\text{suma } A_{so} \cdot U_{so} + \text{suma } A_{ok} \cdot U_{ok} \cdot b_{ok} + \text{suma } A_{sa} \cdot U_{sa} \cdot b_{sa} + \text{suma } A_{sp} \cdot U_{sp} \cdot b_{sp} + \text{suma } A_{po} \cdot U_{po} \cdot b_{po} + \text{suma } A_{pz} \cdot U_{pz} \cdot b_{pz} + \text{suma } A_{sn} \cdot U_{sn} \cdot b_{sn} + 0,1 \cdot A], \text{ kde } h_1 = 94 \text{ nebo } h_1 = 5,81 \cdot (t_i - 3,8)$$

$$h_1 = 5,81 \cdot (10,0 - 3,8) = 36,02; \quad h_2 = 0,81 \cdot (10,0 - 3,8) = 5,02; \quad b_{ok} = 1,15; \quad b_s = 1,0; \quad b_z = 0,40;$$

$$E_{vp} = 36,02 \times (1298,1 \times 1,3 + 320,3 \times 3,7 \times 1,15 + 1864,6 \times 0,5 \times 1,0 + 1582,6 \times 0,38 \times 0,40 + 0,1 \times 5243,0) = 36,02 \times (1\,687,53 + 1\,362,88 + 932,30 + 240,56 + 524,30) = 36,02 \times 4\,747,57 = 171\,007 \text{ kWh/rok}$$

$$\text{Potřeba tepla při vytáp. ke krytí tep. ztrat prostupem} \quad E_{vp} = 171\,007 \text{ kWh}$$

$$\text{Potřeba tepla při vytáp. ke krytí tep ztrat vetřním} \quad E_{vv} = 64\,487 \text{ kWh}$$

$$E_{vv} = h_2 \cdot V, \text{ kde } h_2 = 12,7 \text{ nebo } h_2 = 0,81 \cdot (t_i - 3,8) \text{ (kWh/m}^3\text{)}$$

$$E_{vv} = 5,02 \times 12\,846,0 = 64\,487 \text{ kWh/rok;}$$

$$E_{vz} = 6,0 \times 12\,846,0 = 77\,076 \text{ kWh/rok}$$

$$E_{zs} = 3,0 \times 12\,846,0 = 38\,538 \text{ kWh/rok}$$

$$\text{Tepelné zisky z vnitřních zdrojů (podle této vyhlášky)} \quad E_{vz} = 77\,076 \text{ kWh}$$

$$\text{Tepelné zisky ze slunečního záření (podle této vyhl.)} \quad E_{zs} = 38\,538 \text{ kWh}$$

$$E_v = 171\,007 + 64\,487 = 235\,494 \text{ kWh/rok}$$

$$E_R = E_v - 0,9 (E_{zs} + E_{vz}) = 235\,494 - 0,9 (77\,076 + 38\,538) = 131\,441 \text{ kWh/rok}$$

$$\text{Rocní spotřeba energie budovy (podle této vyhlášky)} \quad E_R = 131\,441 \text{ kWh}$$

$$\text{Přibližná spotřeba energie budovy - přepočtená pro } d = 242 \text{ dnu vytápění a } t_{es} = 3,8 \text{ }^\circ\text{C} \quad E_v = 235\,494 \text{ kWh}$$

$$A/V - \text{geometrická charakteristika budovy} \quad A/V = 0,41 \text{ 1/m}$$

$$e_v = 131\,441 / 12\,846 = 10,527 \text{ kWh/m}^3 \text{ a což je } 33,62 \% \text{ požadované hodnoty!}$$

$$\text{Měrná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období}$$

$$\text{vztahována na obestavený objem} \quad e_v = 10,527 \quad \text{požadována vyhláškou} \quad e_{VN} = 31,312 \text{ kWh/m}^3$$

tabulka 15 Měrná spotřeba energie v objektu

Sklad S1 a S2

Měrná spotřeba tepla		
geometrická charakteristika objektu A/V	0,41	m ² /m ³
e _{VN} - požadovaná měrná spotřeba tepla	31,312	kWh/(m ³ rok)
e _V - vypočtená hodnota měrné spotřeby	10,527	kWh/(m ³ rok)

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

Pro srovnání vypočítáme ještě e_v z roční spotřeby tepla určené Gradenovou metodou :

$$e_v = 126\,785 / 12\,846 = 9,869 \text{ kWh/m}^3 \text{ a což je 31,52 \% požadované hodnoty !}$$

Posoudíme-li tento objekt dle skutečně spotřebovaného tepla dostáváme naprosto rozdílnou hodnotu měrné spotřeby tepla vztažené na vytápěný objem. Ale potom vlastně nehodnotíme budovu, ale spíše kvalitu spalovacího procesu.

Procentuální poměr dodané tepelné energie je v palivu $Q_{pal} = 670\,110 \text{ kWh/rok}$

Při předpokládané účinnosti kotelny 65 % je dodaná tepelná energie :

$$Q_d = 0,65 \cdot 670\,110 = 435\,572 \text{ kWh/rok}$$

Potom : $e_v = 435\,572 / 12\,846 = 33,91 \text{ kWh/m}^3 \text{ a což je 107,6 \% hodnoty dle vyhlášky !}$

Stupeň energetické náročnosti SEN: Sklad S1 a S2

Klasifikace a Stupeň energetické náročnosti (SEN) budovy dle ČSN 73 0540-2			
Klasifikace energetické náročnosti budov	Stupeň energetické náročnosti budov SEN (%)	Vyhodnocení posuzovaného objektu	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A	≤ 40	Spotř. Graden : 31,5 %	Mimořádně úsporná
B	≤ 60	Spotř. Vyhl.291: 33,6 %	Velmi úsporná
C	≤ 80		Úsporná
D	≤ 100		Vyhovující
E	≤ 120	Palivem dodáno : 107,6 %	Nevyhovující
F	≤ 150		Výrazně nevyhovující
G	> 150		Mimořádně nevyhovující
Podle ČSN 73 0540-2 je budova energeticky vyhovující.			Nevyhovující je kotelna !

Z uvedených hodnot vyplývá, že požadavky vyhl. MPO č. 291/01 Sb. jsou splněny, poněvadž měrná spotřeba tepla vztažená na jednotku objemu budovy e_v vypočítaná dle metody nařízené touto vyhláškou, je menší než hodnota e_{vN} vyhláškou požadovaná.

103) **Obj. č.5 – Umývárna:** $t_i = 12^\circ\text{C}$; $Q = 26\,854\text{ W}$; $V = 2\,699\text{ m}^3$; $Q_{gd} = 35\,724\text{ kWh/rok}$
 A/V viz oddíl 2.5 : $1\,431 / 2\,699 = 0,53$

potom Vyhl.291 požadovaná hodnota $e_{VN} = 20,64 + 26,03 \cdot 0,53 = 34,436\text{ kWh/m}^3\text{a}$

Vypočítané hodnoty při účinnosti kotelný 65% jsou následující : $Q_{gd} = 35\,724\text{ kWh/rok}$

Vypočtené hodnoty pro energetický průkaz budovy - vyhl. MPO c. 291/2001

Prevažující vnitřní vypočtová teplota v budově	$t_i = 12^\circ\text{C}$
Průměrná vypočtená vnitřní teplota vytápěných místností	$t_{is} = 12,0^\circ\text{C}$
Prům. vypočtená intenzita výměny vzduchu ve vyt. místn.	$n = 0,50\text{ 1/h}$
Zastavená plocha budovy (zastavená plocha 1.podlaží)	$A_1 = 408,9\text{ m}^2$
Užitná plocha všech místností v budově	$A_{uz} = 368,0\text{ m}^2$
Podlahová plocha místností vytápěných	$A_v = 368,0\text{ m}^2$
Vnější plocha konstrukcí ohraničující vytápěný prostor	$A = 1\,431,0\text{ m}^2$
Obestavený objem budovy (všechna zadána podlaží)	$V = 2\,699,0\text{ m}^3$
Plocha plně části svislých obvodových konstrukcí (SO)	$A_{so} = 464,4\text{ m}^2$
Plocha otvorových výplní (oken a dveří v SO a SA)	$A_{ok} = 128,3\text{ m}^2$
Plocha střeš (SA)	$A_{sa} = 429,3\text{ m}^2$
Plocha stropu do nevytápěné pudy (SP)	$A_{sp} = 0,0\text{ m}^2$
Plocha stropu (podlahy) nad nevytápěným prostorem (PO)	$A_{po} = 0,0\text{ m}^2$
Plocha podlahy na terenu (přilehle k zemi) (PZ)	$A_{pz} = 368,0\text{ m}^2$
Plocha vnitř.konstr. proti nevytápěným prost. (SN, PD, ST)	$A_{sn} = 0,0\text{ m}^2$
Soucinitel prostupu tepla plně části obvodových konstr.	$U_{so} = 0,31\text{ W/m}^2\text{K}$
Soucinitel prostupu tepla oken	$U_{ok} = 3,70\text{ W/m}^2\text{K}$
Soucinitel prostupu tepla střeš	$U_{sa} = 0,50\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc. prostupu tepla stropu do nevytápěné pudy	$U_{sp} = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc. prostupu tepla stropu (podlahy) nad nevyt.prost.	$U_{po} = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc.prost.tepla podlahy na terenu (přilehle k zemi)	$U_{pz} = 0,69\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc.prost.tepla vnitřních konstr.proti nevyt.prostorům	$U_{sn} = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Průměrný souc. prostupu tepla hraniční plochy budovy	$U_c = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
$E_{vp} = h_1 \cdot [\text{suma } A_{so} \cdot U_{so} + \text{suma } A_{ok} \cdot U_{ok} \cdot b_{ok} + \text{suma } A_{sa} \cdot U_{sa} \cdot b_{sa} +$ $+ \text{suma } A_{sp} \cdot U_{sp} \cdot b_{sp} + \text{suma } A_{po} \cdot U_{po} \cdot b_{po} + \text{suma } A_{pz} \cdot U_{pz} \cdot b_{pz} +$ $\text{suma } A_{sn} \cdot U_{sn} \cdot b_{sn} + 0,1 \cdot A], \text{ kde } h_1 = 94 \text{ nebo } h_1 = 5,81 \cdot (t_i - 3,8)$	

$h_1 = 5,81 \cdot (12,0 - 3,8) = 47,64$; $h_2 = 0,81 \cdot (12,0 - 3,8) = 6,64$; $b_{ok} = 1,15$; $b_s = 1,0$; $b_z = 0,40$;

$E_{vp} = 47,64 \times (464,4 \times 0,31 + 128,3 \times 3,7 \times 1,15 + 429,3 \times 0,5 \times 1,0 + 368,0 \times 0,69 \times 0,40 + 0,1 \times 1431,0) = 47,64 \times (143,96 + 545,92 + 214,65 + 101,57 + 143,10) = 47,64 \times 1\,149,20 = 54\,748\text{ kWh/rok}$

Potreba tepla při vytáp. ke krytí tep.ztrat prostupem $E_{vp} = 54\,748\text{ kWh}$

Potreba tepla při vytáp. ke krytí tep ztrat vetraním $E_{vv} = 17\,921\text{ kWh}$
 $E_{vv} = h_2 \cdot V$, kde $h_2 = 12,7$ nebo $h_2 = 0,81 \cdot (t_i - 3,8)$ (kWh/m³)

$E_{vv} = 6,64 \times 2\,699,0 = 17\,921\text{ kWh/rok}$; $E_{vz} = 6,0 \times 2\,699,0 = 16\,194\text{ kWh/rok}$

$E_{zs} = 3,0 \times 2\,699,0 = 8\,097\text{ kWh/rok}$

Tepelné zisky z vnitřních zdrojů (podle této vyhlásky) $E_{vz} = 16\,194\text{ kWh}$
Tepelné zisky ze slunečního záření (podle této vyhl.) $E_{zs} = 8\,097\text{ kWh}$

$E_v = 54\,748 + 17\,921 = 72\,669\text{ kWh/rok}$

$E_R = E_v - 0,9 (E_{zs} + E_{vz}) = 72\,669 - 0,9 (16\,194 + 8\,097) = 50\,807\text{ kWh/rok}$

Roční spotřeba energie budovy (podle této vyhlásky) $E_R = 50\,807\text{ kWh}$

Přibližná spotřeba energie budovy - přepočtená
pro $d = 242$ dnu vytápění a $t_{es} = 3,8$ °C $E_v = 72669$ kWh

A/V - geometrická charakteristika budovy $A/V = 0,53$ 1/m

$$e_v = 50\,807 / 2\,699 = 18,824 \text{ kWh/m}^3 \text{ a což je } 54,66 \% \text{ požadované hodnoty !}$$

Měrná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období
vypočtená požadovaná vyhláškou
vztahena na obestavený objem $e_v = 18,824$ $e_{vN} = 34,436$ kWh/m³

tabulka 16 Měrná spotřeba energie v objektu **Obj. č.5 – Umývárna**

Měrná spotřeba tepla		
geometrická charakteristika objektu A/V	0,53	m ² /m ³
e_{vN} - požadovaná měrná spotřeba tepla	34,436	kWh/(m ³ rok)
e_v - vypočtená hodnota měrné spotřeby	18,824	kWh/(m ³ rok)

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

Pro srovnání vypočítáme ještě e_v z roční spotřeby tepla určené Gradenovou metodou :

$$e_v = 35\,724 / 2\,699 = 13,236 \text{ kWh/m}^3 \text{ a což je } 38,44 \% \text{ požadované hodnoty !}$$

Posoudíme-li tento objekt dle skutečně spotřebovaného tepla dostáváme naprosto rozdílnou hodnotu měrné spotřeby tepla vztahenou na vytápěný objem. Ale potom vlastně nehodnotíme budovu, ale spíše kvalitu spalovacího procesu.

Procentuální poměr dodané tepelné energie v palivu je $Q_{pal} = 154\,733$ kWh/rok

Při předpokládané účinnosti kotelní 65 % je dodaná tepelná energie :

$$Q_d = 0,65 \cdot 154\,733 = 100\,576 \text{ kWh/rok}$$

$$\text{Potom : } e_v = 100\,576 / 2\,699 = 37,26 \text{ kWh/m}^3 \text{ a což je } 108,2 \% \text{ hodnoty dle vyhlášky}$$

!

Stupeň energetické náročnosti SEN : Obj. č.5 – Umývárna

Klasifikace a Stupeň energetické náročnosti (SEN) budovy dle ČSN 73 0540-2			
Klasifikace energetické náročnosti budov	Stupeň energetické náročnosti budov SEN (%)	Vyhodnocení posuzovaného objektu	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A	≤ 40	Spotř. Graden : 38,4 %	Mimořádně úsporná
B	≤ 60	Spotř. Vyhl.291: 54,7 %	Velmi úsporná
C	≤ 80		Úsporná
D	≤ 100		Vyhovující
E	≤ 120	Palivem dodáno : 108,2 %	Nevyhovující
F	≤ 150		Výrazně nevyhovující
G	> 150		Mimořádně nevyhovující

Podle ČSN 73 0540-2 je budova energeticky vyhovující.

Nevyhovující je kotelna !

Z uvedených hodnot vyplývá, že požadavky vyhl. MPO č. 291/01 Sb. jsou splněny, poněvadž měrná spotřeba tepla vztažená na jednotku objemu budovy e_v vypočítaná dle metody nařízené touto vyhláškou, je menší než hodnota e_{vn} vyhláškou požadovaná.

104) Obj. č.6 – Opravna: $t_i = 18^\circ\text{C}$; $Q = 203\,749\text{ W}$; $V = 11\,908\text{ m}^3$; $Q_{gd} = 355\,356$

kWh/rok

A/V viz oddíl 2.5: $5\,567,4 : 11\,908 = 0,39$

potom Vyhl.291 požadovaná hodnota $e_{vN} = 20,64 + 26,03 \cdot 0,39 = 30,792\text{ kWh/m}^3\text{a}$

Vypočítané hodnoty při účinnosti kotelny 65% jsou následující: $Q_{gd} = 355\,356\text{ kWh/rok}$

Vypočtené hodnoty pro energetický průkaz budovy - vyhl. MPO c. 291/2001

Prevažující vnitřní vypočtová teplota v budově	$t_i = 18^\circ\text{C}$
Průměrná vypočtená vnitřní teplota vytápených místností	$t_{is} = 18,0^\circ\text{C}$
Prům. vypočtená intenzita výměny vzduchu ve vyt. místn.	$n = 0,50\text{ l/h}$

Zastavená plocha budovy (zastavená plocha 1.podlaží)	$A_1 = 2003,0\text{ m}^2$
Užitná plocha všech místností v budově	$A_{uz} = 1802,7\text{ m}^2$
Podlahová plocha místností vytápených	$A_v = 1802,7\text{ m}^2$
Vnější plocha konstrukcí ohraničující vytápený prostor	$A = 5567,4\text{ m}^2$
Obestavený objem budovy (vsechna zadána podlaží)	$V = 11908,0\text{ m}^3$

Plocha plně části svislých obvodových konstrukcí (SO)	$A_{so} = 1091,7\text{ m}^2$
Plocha otvorových výplní (oken a dveří v SO a SA)	$A_{ok} = 368,7\text{ m}^2$
Plocha střeš (SA)	$A_{sa} = 2104,0\text{ m}^2$
Plocha stropu do nevytápené pudy (SP)	$A_{sp} = 0,0\text{ m}^2$
Plocha stropu (podlahy) nad nevytápeným prostorem (PO)	$A_{po} = 0,0\text{ m}^2$
Plocha podlahy na terenu (přilehle k zemi) (PZ)	$A_{pz} = 1802,7\text{ m}^2$
Plocha vnitř.konstr. proti nevytápeným prost.(SN,PD,ST)	$A_{sn} = 0,0\text{ m}^2$

Součinitel prostupu tepla plně části obvodových konstr.	$U_{so} = 1,30\text{ W/m}^2\text{K}$
Součinitel prostupu tepla oken	$U_{ok} = 3,70\text{ W/m}^2\text{K}$
Součinitel prostupu tepla střeš	$U_{sa} = 0,50\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc. prostupu tepla stropu do nevytápené pudy	$U_{sp} = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc. prostupu tepla stropu (podlahy) nad nevyt.prost.	$U_{po} = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc.prost.tepla podlahy na terenu (přilehle k zemi)	$U_{pz} = 0,38\text{ W/m}^2\text{K}$
Souc.prost.tepla vnitřních konstr.proti nevyt.prostorám	$U_{sn} = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$
Průměrný souc. prostupu tepla hranicní plochy budovy	$U_c = 0,00\text{ W/m}^2\text{K}$

$E_{vp} = h_1 \cdot [\text{suma } A_{so} \cdot U_{so} + \text{suma } A_{ok} \cdot U_{ok} + \text{suma } A_{sa} \cdot U_{sa} + \text{suma } A_{sp} \cdot U_{sp} + \text{suma } A_{po} \cdot U_{po} + \text{suma } A_{pz} \cdot U_{pz} + \text{suma } A_{sn} \cdot U_{sn} + 0,1 \cdot A]$, kde $h_1 = 94$ nebo $h_1 = 5,81 \cdot (t_i - 3,8)$

$h_1 = 5,81 \cdot (18,0 - 3,8) = 82,5$; $h_2 = 0,81 \cdot (18,0 - 3,8) = 11,5$; $b_{ok} = 1,15$; $b_s = 1,0$; $b_z = 0,40$;

$E_{vp} = 82,5 \times (1091,7 \times 1,30 + 368,7 \times 3,7 \times 1,15 + 2104,0 \times 0,5 \times 1,0 + 1802,7 \times 0,38 \times 0,40 + 0,1 \times 5567,4) = 82,5 \times (1419,21 + 1568,82 + 1052,00 + 274,01 + 556,74) = 82,5 \times 4\,870,78 = 401\,839\text{ kWh/rok}$

Potreba tepla při vytáp. ke krytí tep.ztrat prostupem $E_{vp} = 401839 \text{ kWh}$

Potreba tepla při vytáp. ke krytí tep ztrat vetraním $E_{vv} = 136942 \text{ kWh}$
 $E_{vv} = h_2 \cdot V$, kde $h_2 = 12.7$ nebo $h_2 = 0,81 \cdot (t_i - 3,8)$ (kWh/m³)

$$E_{vv} = 11,5 \times 11\,908,0 = 136\,942 \text{ kWh/rok}; \quad E_{vz} = 6,0 \times 11\,908,0 = 71\,448 \text{ kWh/rok}$$

$$E_{zs} = 3,0 \times 11\,908,0 = 35\,724 \text{ kWh/rok}$$

Tepelne zisky z vnitřních zdroju (podle této vyhlasky) $E_{vz} = 71448 \text{ kWh}$
 Tepelne zisky ze slunečního záření (podle této vyhl.) $E_{zs} = 35724 \text{ kWh}$

$$E_v = 401\,839 + 136\,942 = 538\,781 \text{ kWh/rok}$$

$$E_R = E_v - 0,9 (E_{zs} + E_{vz}) = 538\,781 - 0,9 (71\,448 + 35\,724) = 442\,326 \text{ kWh/rok}$$

Rocní spotřeba energie budovy (podle této vyhlasky) $E_R = 442326 \text{ kWh}$

Přibližná spotřeba energie budovy - přepočtena
 pro $d = 242$ dnu vytápění a $t_{es} = 3,8 \text{ °C}$ $E_v = 538781 \text{ kWh}$

A/V - geometrická charakteristika budovy $A/V = 0,39 \text{ 1/m}$

$$e_v = 442\,326 / 11\,908 = 37,145 \text{ kWh/m}^3 \text{a}$$
 což je 120,6 % požadované hodnoty !

Měrná spotřeba tepelné energie pro vytápění budovy za otopné období
 vztahena na obestavený objem $e_v = 37,145$ $e_{vN} = 30,792 \text{ kWh/m}^3$
 vypočtena požadovaná vyhláskou

tabulka 17 Měrná spotřeba energie v objektu **Obj. č.5 – Umývárna**

Měrná spotřeba tepla		
geometrická charakteristika objektu A/V	0,39	m ² /m ³
e_{vN} - požadovaná měrná spotřeba tepla	30,792	kWh/(m ³ rok)
e_v - vypočtená hodnota měrné spotřeby	37,145	kWh/(m ³ rok)

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

Pro srovnání vypočítáme ještě e_v z roční spotřeby tepla určené Gradenovou metodou :

$$e_v = 355\,356 / 11\,908 = 29,842 \text{ kWh/m}^3 \text{a}$$
 což je 96,91 % požadované hodnoty !

Posoudíme-li tento objekt dle skutečně spotřebovaného tepla dostáváme naprosto rozdílnou hodnotu měrné spotřeby tepla vztahenou na vytápěný objem. Ale potom vlastně nehodnotíme budovu, ale spíše kvalitu spalovacího procesu.

Procentuální poměr dodané tepelné energie v palivu je $Q_{pal} = 1\,174\,291 \text{ kWh/rok}$

Při předpokládané účinnosti kotelny 65 % je dodaná tepelná energie :

$$Q_d = 0,65 \cdot 1\,174\,291 = 763\,289 \text{ kWh/rok}$$

Potom : $e_v = 763\,289 / 11\,908 = 64,099 \text{ kWh/m}^3 \text{a}$ což je 208,2 % hodnoty dle vyhlášky

Stupeň energetické náročnosti SEN : ~~Obj. č.6 – Umývárna~~ TOP

Klasifikace a Stupeň energetické náročnosti (SEN) budovy dle ČSN 73 0540-2			
Klasifikace energetické	Stupeň energetické náročnosti budov SEN	Vyhodnocení posuzovaného objektu	Slovní vyjádření klasifikace budovy

náročnosti budov	(%)		
A	≤ 40	Spotř.graden : 96,9 %	Mimořádně úsporná
B	≤ 60		Velmi úsporná
C	≤ 80		Úsporná
D	≤ 100		Vyhovující
E	≤ 120	Spotř. Vyhl.291: 120,6 %	Nevyhovující
F	≤ 150		Výrazně nevyhovující
G	> 150	Palivem dodáno : 208,2 %	Mimořádně nevyhovující
Podle ČSN 73 0540-2 je budova energeticky nevyhovující. Nevyhovující je kotelna !			

Z uvedených hodnot vyplývá, že požadavky vyhl. MPO č. 291/01 Sb. nejsou splněny, poněvadž měrná spotřeba tepla vztažená na jednotku objemu budovy e_v vypočítaná dle metody nařízené touto vyhláškou, je větší než hodnota e_{vn} vyhláškou požadovaná.

Z těchto přehledů můžeme vyvodit následující úvahu. Pokud by kotelna dokázala spalovat koks s účinností minimálně 75 %, vejde se měrná spotřeba budov do požadavku ČSN 73 0540-2 tj. do požadovaného stupně energetické náročnosti SEN i když skutečná tepelná ztráta budov bude ve skutečnosti vyšší než vypočtená hodnota.

3.2.3 Shrnutí spotřebičů elektrické energie

Přehled významných elektrických spotřebičů :

Spotřebič elektrické energie	Celkový příkon kW
Osvětlení objektů vnitřní	14
Osvětlení objektů venkovní	15
Ventilátory , motory, kompresory, jeřábová dráha, obráb.stroje	27
Celkem	56 kW

Provoz 1 992 hod/rok **111 513 kWh/rok**

3.3 Zhodnocení stávajícího stavu energetického hospodářství

Stav zařízení odpovídá stáří, zařízení je funkční. V rámci revizí a oprav je průběžně udržované v provozuschopném stavu. Kotelna na tuhé palivo (koks) je z roku 1984-85.

Regulace teploty vytápěných prostorů není instalována. Na topných tělesech nejsou namontovány termostatické hlavice. Topná soustava nevykazuje větší úniky topné vody, používaná voda v topném systému splňuje požadavky jakosti topné vody.

Osvětlovací soustava neodpovídá stávajícím požadavkům a normám na osvětlení

Tepelné ztráty objektu činí dle výpočtu 395,745 kW. Výkon kotelný je 2 x 512 kW.

Potřebný výkon pro ohřev TUV byl vypočten 27 kW. Instalovaný výkon zdroje je využit z 50 %.

Spotřeba paliva je však podstatně vyšší než by odpovídalo běžnému provozu kotelný zásobující topnou vodou objekty s uvedenou tepelnou ztrátou. Je pravdou, že kvalita spalovacího procesu je poplatná používané technologii a jejímu fyzickému stáří. Litinové článkové kotle mají svoji technicky opodstatněnou dobu již za sebou.

Konstrukční řešení těchto kotlů odpovídá době jejich vzniku, tj. šedesátá léta minulého století, když máme na mysli právě typ VSB IV. Kotle EI, EII a EIV jsou konstrukčně ještě starší. Fysická životnost litinových kotlů je sice cca 50 let, ale konstrukčně je již v současnosti nemůžeme doporučit k provozu.

V kotelně bylo provedeno fy ET EKOTERM s.r.o. Jihlava měření emisí, jehož součástí je i zjištění obsahu kyslíku O_2 v kouřových plynech. Pomocí Siegertova vzorce je možné vypočítat komínovou ztrátu, jestliže z obsahu O_2 dokážeme vypočítat obsah CO_2 a to je možné.

Pro koks je $CO_{2,max} = 20 \%$

$$CO_2 = \frac{CO_{2,max} \cdot x(21 - O_2)}{21} = \frac{20 \cdot x(21 - 15)}{21} = 4,76\% = CO_{2,MÉR}$$

Siegertův vzorec pro výpočet komínové ztráty je znám ve tvaru :

$$X_A = k \cdot \frac{t_E - t_L}{CO_{2,MÉR}} = 0,72 \cdot \frac{380 - 12}{4,76} = 55,64\%$$

Výpočet je proveden pro obvyklou teplotu v kouřovém nástavci kotle VSBIV

Použité hodnoty : k - Siegertův koeficient, který pro koks má hodnotu 0,72

t_E - Teplota kouřových plynů v kouřovém nástavci těsně za kotlem

t_L - Teplota spalovacího vzduchu

Komínová ztráta je ve spalovacím procesu obvykle největší. Odstraňují ji kondenzační kotle.

Z dalších ztrát je potřeba vzít v úvahu :

- | | | |
|------------------|---|---------------------------------------|
| Ztrátu sáláním | - | bývá většinou 4% výkonu u litin.kotlů |
| Ztrátu nedopalem | - | tj. únikem CO v kouř.plynech |
| Ztrátu propadem | - | u koksu, který je hrubší je minimální |

Pokud vezmeme v úvahu dvě hlavní ztráty tj. komínovou a sáláním vychází nám účinnost :

$$\eta = 100 - (55,64 + 4,0) = 100 - 59,64 = 40,36 \%$$

Jestliže použijeme takto zjištěnou účinnost pro výpočet tepla dodaného z kotelný do systému a za základ vezmeme tepelný obsah paliva určený ze spotřeby a jeho výhřevnosti dostáváme :

Teplo dodané v palivu bylo vyčísleno v předchozím textu a má hodnotu 7 197 GJ/rok

$$Q_{SYS} = 7\,197 \text{ GJ}_{PAL}/\text{rok} \times 0,4036 = 2\,904,7 \text{ GJ}_{SYS}/\text{rok}$$

Vypočítané tepelné ztrátě 346,867 kW odpovídá dle ČSN 060210, ČSN 730540 – 1 až 4 a ČSN 38 3350 spotřeba 474 821 kWh/rok což je 1 709 356 MJ/rok tj. **1 709,4 GJ/rok.**

Na ohřev teplé vody na 65 °C jsme počítali dalších

97,1 GJ/rok.

Celková spotřeba tepla určená z Tepelných ztrát a pro TV : **1 806,5 GJ/rok**

Z těchto úvah vyplývá, že Siegertovým vzorcem vypočítaná účinnost spalovacího procesu v kotelně STM Rančířov se velmi přibližuje zjištěné skutečnosti.

Možné příčiny vysoké spotřeby paliva budou popsány v následující kapitole.

Průměrnou spotřebu tepla a elektrické energie a náklady za roky 2002 až 2003 dokumentuje následující tabulka, která zobrazuje základní technické ukazatele .

tabulka 18 Základní tvar energetické bilance pro průměr let 2002 až 2003 (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 4)

Ř.	Ukazatel	GJ/rok	.tis Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	8 028,4	2 600,991
2	Změna zásob paliv	0	0
3	Spotřeba paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 – ř.4)	8 028,4	2 600,991
	z toho elektrická energie	831,4	462,870
	z toho zemní plyn	0	0
	z toho koks	7 197	2 138,121
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	Neměřeno	Neměřeno
	z toho elektrická energie	Neměřeno	Neměřeno
	z toho zemní plyn	Neměřeno	Neměřeno
	z toho koks	Neměřeno	Neměřeno
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	7 627	2 377,517
	z toho elektrická energie	430,0	239,396
	z toho zemní plyn	0	0
	z toho koks	7 197	2 138,121
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	401,4	223,474
	z toho elektrická energie	401,4	223,474
	z toho zemní plyn	0	0
	z toho koks	0	0

Pozn.: Cenové údaje jsou uvedeny včetně DPH.
Objekt nemá vlastní zdroje energie.

Koks vyčíslen v cenové relaci 2004 !
Koks : 27,49 GJ/t (výhřevnost)

3.3.1 Vyhodnocení spotřeby tepla Gradenovou (denostupňovou) metodou

V předchozí kapitole bylo provedeno posouzení jednotlivých budov areálu STM Rančířov z hlediska měrné spotřeby tepla vztažené na m^3 obestavěného prostoru a rok. Pro srovnání bylo toto posouzení vypracováno třemi možnými způsoby, aby byla pokud možno zohledněna objektivita výsledků. Základem je vždy výpočet tepelné ztráty objektů podle ČSN 06 0210 s použitím hodnot a údajů z ČSN 73 0540-2,3. Pro stanovení měrné spotřeby tepla e_v je zásadní způsob určení roční spotřeby tepla prostupem a větráním, případně zohlednění tepelných zisků.

Porovnáním výsledků jednotlivých způsobů výpočtu dostáváme následující přehled e_v (kWh/m^3) :

Budova :	V	Vyhl.291	Graden	Palivo t_i	e_{vN} (V291)
101 Sklad S1,S2	12 846 m^3	10,527	09,869	33,91 10°C	31,312
103 Umývárna	2 699 m^3	18,824	13,236	37,26 12°C	34,436
104 Opravna	11 908 m^3	37,145	29,842	64,10 18°C	30,792

Z přehledu hodnot je patrné, že měrná spotřeba tepla vztažená na m^3 obestavěného prostoru a rok je dodržena u všech objektů pouze tehdy, byla-li k výpočtu roční spotřeby tepla E_v použita Gradenová metoda. Při výpočtu E_v pomocí Vyhl.291/2001Sb je podmínka e_v splněna jenom u budov 101 a 103.

Hodnotu e_v vypočtenou z obsahu tepla ve spotřebovaném palivu nemůžeme považovat za hodnocení tepelně technických vlastností budovy, ale spíše jako názornou hodnotu udávající technickou úroveň spalovacího procesu a kvalitu přenosu tepelné energie do jednotlivých objektů teplovody v podzemních topenářských kanálech.

Vidíme, že hodnotu měrné spotřeby tepla e_v zásadně ovlivňuje způsob výpočtu roční spotřeby tepla. Výpočet dle Vyhl.291 pro ztráty větráním (infiltrací) nedokáže zohlednit velikost součinitele spárové provzdušnosti $i_{iv} \cdot 10^{-4}$ ($\text{m}^2/\text{s}, \text{Pa}^n$), která je rozdílná podle druhu použitého těsnění, ale ani takové výplně otvorů, jako jsou pevná okna, sklobetonové stěny a copilitová okna, která infiltrační spáru nemají. Z dlouholeté praxe je možné říci, že při posuzování objektů s vnitřní teplotou okolo 10 °C je výpočet roční spotřeby tepla podle Vyhl.291 srovnatelný s výpočtem podle Denostupňové metody, ale u objektů s vnitřní teplotou

okolo 20 °C již Vyhl.291 vykazuje hodnoty značně vyšší než je skutečnost. Tato okolnost se ještě zvýrazní u menších objektů n.př. rodinných domů. Naproti tomu Denostupňová metoda je prověřena dlouholetou praxí a její výsledky byly dlouhodobě kontrolovány zpětnou vazbou při vyplňování Palivových základů na zemní plyn v letech sedmdesátých, kdy výpočet byl konfrontován se skutečnou spotřebou zemního plynu měřenou plynoměrem. Proto podle názoru auditora je objektivnější a více se blíží skutečnosti výpočet roční spotřeby tepla a tím i e_v Denostupňovou metodou.

Rozvod tepla potrubím v kanálech může znamenat značné ztráty nejen tím, že se teplo sdílí do prostoru topenářského kanálu. Tomu ve značné míře zabraňuje jeho tepelná izolace. Větší ztráta těmito rozvody je způsobena při přerušovaném způsobu vytápění, kdy během topné pauzy vychladne celý rozvod tj. hmota potrubí, ale hlavně jeho vodní obsah. Tato ztráta se zvětšuje s tím, jak bohatě jsou rozvody tepla dimenzovány. Je samozřejmě nejnižší u slabých dimenzí potrubí.

Zkusme odhadnout tuto ztrátu chladnutím a následným ohřevem, protože takto ztracená tepelná energie přejde bez využití do okolního terénu. Areál STM má rozvody tepla do objektů 101,103 a 104 v celkové délce (dle situace v měř. 1:150) cca 280 m a předpokládáme potrubí DN100 tj. trubku 108/4mm. Její vodní obsah je 7,85 dm³ / bm a její hmotnost je 10,26 kg / bm.

Měrná tepelná kapacita železa c_{dn} je 440 J/kg,K.

U vody je tato hodnota $c_{dn} = 4\,200$ J/kg,K Předpokládáme ohřev z 10 °C na 80 °C.

$$\text{Hmotnost potrubí : } G = 280 \times 10,26 = 2\,873 \text{ kg}$$

$$\text{Vodní obsah : } V = 280 \times 7,85 = 2\,198 \text{ dm}^3$$

Tepelná energie potřebná k ohřátí těchto teplovodů na provozní teplotu :

$$Q = 2\,883 \times 440 \times 10^{-6} \times (80 - 10) + 2\,198 \times 4\,200 \times 10^{-6} \times (80 - 10) = 88,796 + 646,212$$

=

$$= 735,008 \text{ MJ} / 1 \text{ ohřev} = 0,735 \text{ GJ} / 1 \text{ ohřev}$$

Při 247 dnech topného období je tato tepelná energie každý den ráno dodána a přes noc opět ztracena. Ročně to představuje hodnotu : $Q_{ZTR} = 0,735 \times 247 = 181,55 \text{ GJ/rok}$

K tomu tepelné ztráty rozvodu ve výši cca 5% tj. $7\,197 \text{ GJ/rok} \times 0,05 = 359,85 \text{ GJ/rok}$

Celkové tepelné ztráty teplovodů : $Q_{ZTR} = 181,55 + 359,85 = 541,4 \text{ GJ} / \text{rok}$

Při ceně tepla (koks/2004) 297,10 Kč / GJ to představuje hodnotu

$$C_{ZTR} = 541,4 \times 297,10 = 160\,850,- \text{ Kč} / \text{rok}$$

4. NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

4.1 ÚSPORNÁ OPATŘENÍ

Můžeme je dělit :

a) podle rozsahu investice

beznákladová - opatření především organizačního charakteru jako je např. dodržování vnitřních teplot v jednotlivých prostorech, realizaci útlumových programů (snižování 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 tepelnotechnickými vlastnostmi, zasklení rozbitých oken, apod.

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

b) podle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

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

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

Beznákladová opatření

- Zajistit průběžné vedení evidence o spotřebách paliva a elektrické energie a vyhodnocování spotřeby energií 1 x za měsíc- je průběžně prováděno
- Pravidelná kontrola rozvodů tepelné energie od zdroje tepla až jednotlivým spotřebičům (včasné zjištění vzniklé netěsnosti na rozvodech, včasné zjištění špatné funkce ovládacích a regulačních prvků).
- Seznámení veškerého obyvatel na zásady správného vztahu k hospodaření s energií (zásady správného větrání - větrat krátce a intenzivně, aby nedošlo k prochlazení stavebních konstrukcí
- Správná volba otopných křivek ekvitermní regulace topení

- Správná volba režimu vytápění prostorů, nastavení útlumů vytápění v době, kdy neprobíhá činnost v těchto prostorách, nastavení hlavice termostatických ventilů na nižší teplotu v době, kdy nejsou prostory využívány
- Kontrola funkčnosti uzavíracích armatur na rozvodech teplé a studené vody
- Kontrola uzavření všech výplňových otvorů v obvodových stěnách
- Upozornění na včasné odstraňování vzniklých poruch
- Kontrola správné funkce zařízení na tepelných spotřebičích - správná funkce regulačních armatur
- Pravidelná kontrola rozvodných potrubí a armatur pro dopravu topné vody z hlediska tepelných izolací, včasné odhalování i nepatrných úniků média na ucpávkách a při případných netěsnostech rozvodů.
- Při provozu vzduchotechnických zařízení kontrolovat způsob provozování v době, kdy je nutné zajistit větrání. Větrání provádět nezbytně nutným počtem vzduchotechnických jednotek s ohledem na dodržení hygienických norem
- Provádět pravidelné vyhodnocování způsobu provozování a údržby zařízení.
- Využívat námětů a připomínek obyvatel
- Pravidelně obyvatele seznamovat vhodnou formou o spotřebě energetických medií v absolutní výši.
- Prověřit počty elektroměrů, případně některé odběry sloučit.
- Provedení měření proudové hodnoty při max. příkonu, podle měření změnit sazbu odběru el. energie.
- Svítit pouze tehdy, je-li to potřebné, a to hlavně v pomocných prostorech (chodby, sociální zařízení, skladové prostory)
- Pravidelné čištění osvětlovacích těles

Nízkonákladová opatření

- Před zahájením topné sezóny provést vyregulování topného systému a systému dodávky TUV
- Při běžné obměně elektrických spotřebičů je nutno při jejich výběru využívat povinného štítkování (zavedeno zákonem č. 406/2000 Sb.) a vybírat spotřebiče štítkované a zařazené do tříd A – B.
- Instalace termostatických hlavice na radiátorové ventily u radiátorů kde dojde k jejich poškození
- Doplnění chybějících částí izolace na potrubí a regulačních a uzavíracích armaturách
- Utěsnění výplňových otvorů těsnění oken, dveří, opravy netěsností na potrubních rozvodech
- Včasné čištění teplosměnných ploch topných těles, pro tělesa obložená zajistit na vrchní straně obkladu možnost prostupu tepla (zajištění cirkulace teplého vzduchu)
- Pravidelná kontrola a včasné odstraňování zjištěných nedostatků na technologických zařízeních
- Instalace ventilátorů LOMAKO bez elektrického pohonu na systém větrání
- Výměna žárovkových svítidel za energeticky úsporná svítidla, při výměně klasické žárovky za kompaktní světelný zdroj

- Instalace pohybových čidel ovládání zapínání osvětlení prostorů s občasným pohybem osob

Vysokonákladová opatření

- Změna technologie výroby tepla tj. kondenzační kotle, pyrolýzní spalování, tepelná čerpadla, kogenerační jednotky
- Ohřev teplé vody pomocí solární termické plochy, instalace solární fotovoltaické plochy
- Výměna výplní otvorů jako jsou okna a dveře za výrobky s nízkým součinitelem prostupu tepla U ($W/m^2, K$) kde z hodnoty 2,8 až 3,7 můžeme klesnout na hodnotu 1,1 až 0,9. Dále zlepšením tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí jako je zateplení obvodového pláště budov, tepelná izolace stropních konstrukcí, montáže izolovaného podhledu u vysokých vnitřních prostor a u vazníkových staveb, dodatečná izolace střešního pláště objektu, izolace stropů suterénních prostor.

4.2 SOUHRN NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Z předchozího textu vyplývá, že pozornost bude třeba zaměřit na dodatečné tepelné izolace stavebních konstrukcí, výměnu výplní okenních otvorů, dodatečné tepelné izolace vrat, ale v první řadě na změnu technologie kotelny za technicky odpovídající současné době.

Jako první nás napadne plynofikace areálu s decentralizací výroby tepla do jednotlivých objektů a tím zamezit ztrátám v teplovodech. Pro obě doposud zmíněná opatření bude rozhodující ekonomické vyhodnocení s určením návratnosti takto vynaložené investice.

Je zde ještě nutné vzít do úvahy okolnost, že v areálu je vybudován dobrý sklad paliva, kotelna pod úrovní skladu, umožňující snadné zauhlování a poměrně velmi dobrý komín s výškou 28 m s vnitřním průměrem 800 mm, který dodala fa. Teplotechna Olomouc.

Protože v současnosti je k dispozici technologie spalující hnědé uhlí s velmi dobrou účinností a s odpovídajícími hodnotami úletů škodlivin do ovzduší je třeba zvážit i tuto možnost, pro kterou je příznivá i cena GJ tepelné energie, která je z hnědého uhlí v této době nejlevnější.

4.3 DEFINOVÁNÍ VARIANT

Varianta 1 : Zlepšení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí.

Plochy střech, které přicházejí v úvahu jsou : $1\,846,1 + 604,0 + 429,3 + 2\,104,0 = 4\,983,4\,m^2$

Plochy výplní otvorů k dodatečné tepelné izolaci nebo výměně : $594,8\,m^2$

Plochy obvodového pláště k dodatečné tepelné izolaci : $4\,746,6 - 592,7 = 4\,153,9\,m^2$
(je odečtena plocha sendvičového pláště Umývárny)

Varianta 2 : Nová technologie kotelny na spalování hnědého uhlí.

Kotel moderní konstrukce s velkoobjemovou násypkou a automatickým podavačem paliva, kontinuálním odpopelňováním a spalínovým ventilátorem navazujícím na odlučovač popílku. Provoz kotle je řízen regulátorem, potřebuje jen občasný dohled s kontrolou funkce a doplněním paliva do násypky.

Varianta 3 : Vytápění „Vrátnice“ případně části „Opravný“ tepelným čerpadlem.

Vrátnice má roční spotřebu 92 463 kWh/rok. Tepelné čerpadlo dodá toto množství tepelné energie, ale fakturační elektroměr zaznamená jenom cca její třetinu, která je navíc zvýhodněna levnější sazbou než el.přímotop. TČ využít i pro přípravu TV.

V Opravně je možné teplovzdušné vytápění opravárenské haly nahradit tepelnými čerpadly vzduch-vzduch a vytápění nízké části s kanceláři, sociálními prostory a speciálními dílnami vytápět tepelnými čerpadly země-voda.

Varianta 4 : Plynofikace areálu a decentralizace zdrojů tepla.

Vybudování plynofikace areálu ovlivňuje negativně značný finanční náklad na plynovou přípojku. Vytápění „Umývárny“ řešit teplovzdušnými jednotkami spalujícími zemní plyn ve speciálních agregátech přímo v prostoru haly nebo použít plynem přímo topené podstropní sálavé panely. Stejným způsobem řešit vytápění „Opravný“ tj. kombinací plynem ohříváných teplovzdušných jednotek v prostoru haly a podstropních sálavých plynem ohříváných panelů v dalších pro tento způsob vhodných halových prostorách, doplněnými nástěnnými plynovými kotlíky v sociálních prostorách, kancelářích a speciálních dílnách. Odstranilo by se tím ztrátové teplo spojené s provozem teplovodů.

4.4 TECHNICKÝ POTENCIÁL ÚSPOR

Lze dosáhnout jistých energetických úspor, které jsou dosažitelné realizací opatření v současné době dostupnými technologiemi (všechna opatření však nemusí být ekonomicky výhodná). Tento potenciál je označován jako *teoretický* či *technický*.

4.4.1 Varianta č. 1

Současná tepelná ztráta střechami je : $Q = 4\,983,4 \times 0,502 \times (14,4 - (-15)) = 73\,549\text{ W}$

Dodatečná tepelná izolace dokáže snížit součinitel prostupu tepla z hodnoty

$U = 0,502\text{ W/m}^2\text{,K}$ na hodnotu $U = 0,381\text{ W/m}^2\text{,K}$

Nová tepelná ztráta střechami je : $Q = 4\,983,4 \times 0,381 \times (14,4 - (-15)) = 55\,821\text{ W}$

Vzniklá úspora tepelného příkonu : $\Delta Q = 73\,549 - 55\,821 = 17\,728\text{ W} = 17,83\text{ kW}$

Ročně to představuje úsporu : $17,83 \times 1589,7 = 28\,344\text{ kWh/rok} = 102,04\text{ GJ/rok}$

V současných cenách tepla je to úspora provoz. nákladů : $102,04 \times 297,10 = 30\,316,-\text{ Kč/rok}$

Pro prostou návratnost 7,5 roku vychází možná hodnota investice : **227 370,- Kč**

Je otázkou jestli je možné za to izolaci namontovat, ale při ploše $4\,983,4\text{ m}^2$ vychází náklad na dodatečnou izolaci 1 m^2 ve výši 45,63 Kč což je nerealizovatelné nebo doba návratnosti bude neúměrně dlouhá. Předpoklad nákladů : $247,-\text{ Kč/m}^2 \times 4\,983,4\text{ m}^2 = 1\,230\,900,-\text{ Kč}$

Výměna výplní stavebních otvorů.

Celková plocha výplní otvorů v areálu STM Rančířov je : **594,8 m²**

Jejich současná tepelná ztráta je 66,4 kW

Dodatečnou tepelnou izolací vrat a dveří a výměnou oken za výrobky se součinitelem prostupu tepla $U = 1,1$ W/m²,K navíc s moderním těsněním otvíracích částí tak, aby součinitel infiltrace klesnul na 0,7 je možné dosáhnout této nové tepelné ztráty :

Nová tepelná ztráta výplněmi je : $Q = 594,8 \times 1,1 \times (14,4 - (-15)) = 19\,236$ W = **19,24 kW**

Vzniklá úspora tepelného příkonu : $\Delta Q = 66,40 - 19,24 =$ **47,16 kW**

Ročně to představuje úsporu : $47,16 \times 1589,7 = 74\,970$ kWh/rok = **269,89 GJ/rok**

V současných cenách tepla je to úspora provoz. nákladů : $269,89 \times 297,10 =$ **80 185,- Kč/rok**

Pro prostou návratnost 7,5 roku vychází možná hodnota investice : **601 388,- Kč**

Při průměrné ceně nových oken 1 450,- Kč/m² by tato částka stačila na plochu 189 m², aby byla dodržena návratnost 7,5 roku. Předpoklad nákladů : $594,8 \times 1\,450,- =$ **862 460,- Kč**

Dodatečná izolace obvodového pláště objektů.

Celková plocha obvod.pláště v areálu STM Rančířov je : **4 153,9 m²**

Jeho současná tepelná ztráta je 93,50 kW

Dodatečnou tepelnou izolací obvodového pláště je možné snížit jeho současný součinitel prostupu tepla z hodnoty $U = 1,3$ W/m²,K na hodnotu 0,396 W/m²,K.

Nová tepel. ztráta obv. pláště : $Q = 4\,153,9 \times 0,396 \times (14,4 - (-15)) = 48\,361$ W = **48,36 kW**

Vzniklá úspora tepelného příkonu : $\Delta Q = 93,50 - 48,36 =$ **45,14 kW**

Ročně to představuje úsporu : $45,14 \times 1589,7 = 71\,759$ kWh/rok = **258,33 GJ/rok**

V současných cenách tepla je to úspora provoz. nákladů : $258,33 \times 297,10 =$ **76 750,- Kč/rok**

Při stejné době prosté návratnosti nám vychází hodnota : $7,5 \times 76\,750 =$ **575 625,- Kč**

Potom by se musel náklad na 1m² dodatečných izolací vejít do částky :

$575\,625 / 4\,153,9 = 139,-$ Kč/m² a to je hodnota nereálná.

Předpoklad nákladů : $4\,153,9 \times 330,-$ Kč/m² = **1 370 787,- Kč**

4.4.2 Varianta č. 2

V současné době je teplo z hnědého uhlí jedním z nejlevnějších na trhu s energiemi.

Při ceně kvalitního hnědého ořechu 176,- Kč/q, tj. 1760,- Kč/t i s dovozem a jeho výhřevností 14,17 GJ/t vychází :

$C = 1\,760 / 14,17 = 124,21$ Kč / GJ

Technologie spalování hnědého uhlí n.př. typu CARBOROBOT dokáže při jeho automatickém provozu pracovat s účinností 80 %. Pyrolýzní technologie pracuje s účinností 85 %.

Celková spotřeba tepla určená z Tepelných ztrát a pro TV : **1 806,5 GJ/rok**

Potom roční náklady na provoz kotelny by se mohly pohybovat v hodnotě :

$G = 1\,806,5 / (0,80 \times 14,17) = 159,36$ t HU/rok; $Q = 159,36 \times 14,17 = 2\,258,1$ GJ/rok

$N = 159,36 \times 1\,760,- = 280\,473,-$ Kč / rok; Teplo v palivu = $159,36 \times 14,17 = 2\,258$ GJ/rok

Proti současnému spalování koksu vzniká následující úspora nákladů na palivo :

Průměrná spotřeba koksu 2002-2003 je : $(316,9 + 206,6) : 2 = 261,8$ t/rok tj. 7 197 GJ/rok.

Cena koksu v r. 2004 = 8 167,- Kč/t

Cena tepla v r. 2004 = $(261,8 \times 8\,167) / 7\,197 =$ **297,10 Kč/GJ**

Průměrná cena paliva v r. 2004 : $261,8 \times 8\,167,- = 2\,138\,121,-$ Kč /rok

$$CF = 2\,138\,121 - 280\,473 = 1\,857\,648,- \text{ Kč / rok}$$

Při obvyklé době prosté návratnosti 7,5 roku vychází investiční potenciál :

$$I = 1\,857\,648 \times 7,5 = 13\,932\,360,- \text{ Kč tj. prakticky } 14 \text{ mil Kč}$$

Předpokládané náklady : $6\,780,- \text{ Kč/kW} \times 425 \text{ kW} = 2\,881\,500,- \text{ Kč}$

Z takto ušetřené částky by se daly dotovat i poměrně nákladné dodatečné tepelné izolace a výměna výplní stavebních otvorů a tím podstatně zlepšit tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí v areálu STM použitých.

4.4.3 Varianta č. 3

Komplexní použití technologie Tepelných čerpadel v celém areálu STM je v zásadě možné. Tam, kde již teplovzdušné vytápění v současnosti je a tam kde provozní důvody dovolují, použít čerpadla typu vzduch-vzduch. V ostatních prostorách použít tepelná čerpadla typu země-voda. Jako zdroj tepla by mohly posloužit poměrně levné ploché kolektory, kde platí pravidlo, že jejich plocha je zhruba třikrát větší, než plocha vytápěná.

Celková spotřeba tepla určená z Tepelných ztrát (vč. Vrátnice) a pro TV :

Tepelná ztráta areálu vč. Vrátnice : $395\,745 \text{ W}$

$$Q_{gd} = 0,73 \cdot \frac{395\,745 \cdot 24}{(14,4 - (-15))} \cdot 247 \cdot (12,5 - 3,2) = 541\,729 \text{ kWh / rok}$$

Této tepelné ztrátě $395,745 \text{ kW}$ odpovídá dle ČSN 060210, ČSN 730540 – 1 až 4

a ČSN 38 3350 spotřeba **541 729 kWh/rok** což je $1\,950\,225 \text{ MJ/rok}$ tj. $1\,950,2 \text{ GJ/rok}$.

Z potřebného příkonu $395,745 \text{ kW}$ cca 30% dodají kompresory tepelných čerpadel.

Zbytek **277 kW** je nutné získat z okolního vzduchu a z okolní země soustavou Pe hadic DN40 uložených cca 1,2 m pod úroveň okolního terénu.

Pro provoz tepelných čerpadel při průměrném topném faktoru 3,15 bude potřeba následující množství elektrické energie : $541\,729 / 3,15 = 171\,977 \text{ kWh/rok} = 619,12 \text{ GJ/rok}$

Vyčíslíme provozní náklady Tepelných čerpadel ze současné ceny el.energie, i když jednání s příslušným rozvodným závodem by mohlo znamenat získání i výhodnější sazby (C55) :

Prům. spotř. el.energ. 02-03 : $(214\,253 + 247\,652) / 2 = 230\,953 \text{ kWh/rok} = 831,4 \text{ GJ/rok}$

Průměrná cena el.energie 2002-03 : $(438\,580 + 487\,160) / 2 = 462\,870 \text{ Kč/rok}$

Potom $462\,870 / 230\,953 = 2,004 \text{ Kč/kWh}$

$$C = 171\,977 \times 2,004 = 344\,642,- \text{ Kč/rok}$$

Proti současnému spalování koksu vzniká následující úspora nákladů na palivo :

Průměrná cena paliva v r. 2004 : $261,8 \times 8\,167,- = 2\,138\,121,- \text{ Kč/rok}$

Zavedením Tepelných čerpadel vzniká následující roční úspora nákladů za teplo :

$$CF = 2\,138\,121 - 344\,642 = 1\,793\,479,- \text{ Kč / rok}$$

Protože potřebujeme pomocí TČ pokrýt příkon 277 kW a průměrná cena jedné instalované kW v TČ stojí cca $12\,950,- \text{ Kč/kW}$, vychází nám potřebná investice ve výši :

$$I = 277 \times 12\,950 = 3\,587\,150,- \text{ Kč}$$

Prostá návratnost této investice proti stávajícímu stavu :

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad T_s = 3\,587\,150 / 1\,793\,479 = \underline{2,0 \text{ roky}}$$

kde: IN investiční výdaje projektu = 2 850 000,- Kč
 CF roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků pro realizaci projektu) = 2 138 121 - 344 642 = 1 793 479,- Kč / rok

4.4.4 Varianta č. 4

Plynofikace celého areálu v sobě nese dvě v současnosti neznámé okolnosti. První je cena plynové přípojky do místa spotřeby v STM Rančívov. Druhá je cenový vývoj na trhu se zemním plynem po vstupu naší republiky do Evropské unie. Jedna skutečnost je v současnosti známá a to, že v okolních státech Evropské unie stojí zemní plyn v současnosti cca 16,- Kč/m³.

Pro vyhodnocení naší varianty budeme vycházet ze současných cen Zemního plynu v České republice, tak jak uvádí následující tabulka jejíž zdroj je portál TZB.INFO.

Pro dodávky zemního plynu nad 630 do 4 200 MWh/rok od dále uvedených držitelů licence na distribuci plynu platí tyto maximální ceny						
Prodávající	Maximální dvousložková cena					
	Cena za plyn				Cena za kapacitu roční sazba platu za denní propočtený průměr odběru Kč/MWh	
	Kč/MWh od 1.1.2004	Kč/MWh od 1.4.2004	Kč/MWh od 1.5.2004	Kč/MWh od 1.10.2004	(od 1.1.2004 do 30.4.2004)	(od 1.5.2004 do 31.12.2004)
Jihočeská plynárenská, a.s.	632,50	605,60	591,00	673,00	11631,00	11345,00
Jihomoravská plynárenská, a.s.	586,64	558,00	544,28	624,75	11631,00	11345,00
Pražská plynárenská, a.s.	561,86	534,30	521,15	604,07	11631,00	11345,00
Severočeská plynárenská, a.s.	594,37	566,91	552,96	633,86	11631,00	11345,00
Severomoravská plynárenská, a.s.	581,95	554,95	541,30	623,20	11631,00	11345,00
Středočeská plynárenská, a.s.	612,68	586,19	571,76	654,49	11631,00	11345,00
Východočeská	589,42	562,01	548,19	629,93	11631,00	11345,00

plynárenská, a.s.						
Českomoravská plynárenská, a.s.*	632,50	605,60	591,00	673,00	11631,00	11345,00

Pro náš případ použijeme hodnoty Jihomoravské plynárenské a.s.

Z naší spotřeby **541 729 kWh/rok**, zvětšené o spotřebu na přípravu TV ve výši **26 977 kWh/rok** tj. celkem **568 706 kWh/rok** vypočítáme předpokládanou cenu ZP.

Předpokládáme běžnou provozní účinnost současných plynových kotlů ve výši $\eta = 85 \%$

Příkon zemního plynu : $568\,706 / 0,85 = 669\,066 \text{ kWh/rok} = 2\,408,6 \text{ GJ/rok}$

Musíme ještě určit denní propočtený průměr odběru ZP v MWh :

$$= 669,066 / 247 = 2,709 \text{ MWh/den}$$

$$\text{Cena Zemního plynu : } C = 669,066 \times 624,75 + 2,709 \times 11\,345,- = 417\,999 + 30\,734 = \\ = 448\,733,- \text{ Kč/rok}$$

Plynofikací areálu vzniká následující roční úspora nákladů za teplo :

$$CF = 2\,138\,121 - 448\,733 = 1\,689\,388,- \text{ Kč / rok}$$

Protože potřebujeme pomocí plynových spotřebičů pokrýt příkon :

$395,745 + 27,0 = 422,745 \text{ kW}$ tj. cca 425 kW a průměrná cena jedné instalované kW v technologii zemní plyn stojí cca $7\,650,- \text{ Kč/kW}$, vychází nám potřebná investice ve výši :

$$I = 425 \times 7\,650 = 3\,251\,250,- \text{ Kč, k tomu odhadneme plynovou přípojku}$$

Podle pracovníků VČP stojí 1m vč. zemních prací cca $1\,200,- \text{ Kč}$. Odhadujeme-li délku napojení na $1\,150 \text{ m}$ je předpoklad této investice : $1\,150 \times 1\,200 = 1\,380\,000,- \text{ Kč}$

Celková investice je potom : $I = 1\,380\,000 + 701\,250 = 2\,081\,250,- \text{ Kč}$

Prostá návratnost této investice proti stávajícímu stavu :

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad T_s = 2\,081\,250 / 1\,689\,388 = \underline{1,23 \text{ roku}}$$

kde: IN investiční výdaje projektu = $2\,081\,250,- \text{ Kč}$

CF roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků pro realizaci projektu) = $2\,138\,121 - 448\,733 = 1\,689\,388,- \text{ Kč / rok}$

5. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických, stavebních a organizačních opatření na úsporu energie.

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 získávány takto :

- Výše nákladů na úsporná opatření plynoucího z odborného odhadu na základě výsledků obdobných – již realizovaných akcí,
- Cenové informace výrobců, montážních firem a dodavatelských firem,
- Informace z publikací a internetu.

Úspory jsou chápány jako rozdíl výdajů za energie v případě, že k realizaci navrhovaných opatření nedojde a v případě, že opatření realizována budou. Jako základ pro výpočet úspor tedy slouží současný stav a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno v korigovaných energetických bilancích jednotlivých variant.

Při zpracování ekonomické analýzy je nutné stanovit další doplňkové vstupní údaje - doba porovnání, diskontní míra, cenový vývoj.

□ **Diskontní míra**

Pro ocenění hodnoty prostředků vydaných nebo přijatých v budoucnu se často pracuje s převodem na současnou hodnotu. Diskontní míra je prostředek, který tento převod umožňuje. Jde o určitou formu vyjádření meziroční hodnotové změny úrokové míry a dalších faktorů. Zvolená diskontovaná míra je 1,95 %.

□ **Doba porovnání**

Doba porovnání se obvykle stanovuje na základě životnosti zařízení. Vzhledem k tomu, že u navrhovaných opatření na úsporu energie se v průběhu minimálně 25 let nepředpokládají významné dodatečné investice, byla jako vhodná doba porovnání pro ekonomické vyhodnocení zvolena právě 25 let. U opatření stavebního charakteru je předpokládaná doba životnosti stanovena na dobu 30 až 50 let. V daném případě 50 let.

□ **Cenový vývoj**

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě pak především změny cen energie výrazně ovlivňují ekonomické výsledky energetických projektů. V porovnání je počítáno se stálými cenami, tudíž není zohledněna inflace.

Výstupními údaji jsou prostá návratnost investic, diskontovaná doba návratnosti a čistá současná hodnota. Výpočet těchto položek je definován ve vyhlášce MPO ČR č.213/2001 Sb.

5.1 VYHODNOCENÍ VARIANT

5.1.1 Varianta č. 1

Seznam opatření : Výměna stávajících výplní otvorů, zateplení pláště a střechy budov.

Úspora energie : 630,4 GJ

Úspora : 187,251 tis. Kč/rok

Náklady : 3 464,147 tis. Kč

Výměna výplní + izolace

Tabulka 19 Upravená energet. bilance pro var. č.1 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/01 Sb., příloha č.6)

	Výchozí stav		Po realizaci varianty č. 1	
	Energie GJ	Náklady tis. Kč	Energie GJ	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	7 398	2 418,74
Změna zásob paliv	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	7 398	2 418,74
Prodej energie cizím	0	0	0	0
Konečná spotřeba energie a paliv v objektu	8 028,4	2 600,991	7 398	2 418,74
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	0	0	0	0
Spotřeba energie na vytápění a TUV	7 627	2 377,517	6 996,6	2 195,266
Spotřeba energie na technologické a ostatní	401,4	223,474	401,4	223,474

5.1.2 Varianta č. 2

Seznam opatření : Výměna stávající technologie kotelny za spalování hnědého uhlí.

Úspora energie : $7\,197 - 2\,258 = 4\,939$ GJ v palivu

Úspora : 1 857,648 tis. Kč/rok

Náklady : 2 881,5 tis. Kč

Hnědé uhlí

Tabulka 205 Upravená energet. bilance pro var. č.2 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/01 Sb., příloha č.6)

	Výchozí stav		Po realizaci varianty č. 1	
	Energie GJ	Náklady tis. Kč	Energie GJ	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	3 089,4	743,343
Změna zásob paliv	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	3 089,4	743,343
Prodej energie cizím	0	0	0	0
Konečná spotřeba energie a paliv v objektu	8 028,4	2 600,991	3 089,4	743,343
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	0	0	0	0
Spotřeba energie na vytápění a TUV	7 627	2 377,517	2 688	519,869
Spotřeba energie na technologické a ostatní	401,4	223,474	401,4	223,474

5.1.3 Varianta č. 3

Seznam opatření: Náhrada stávající technologie kotelny za vytápění Tepelnými čerpadly.

Úspora energie : $7\,197 - 619 = 6\,578$ GJ

Úspora : 1 793,479 tis. Kč/rok

Náklady : 3 587,150 tis. Kč

Tepelná čerpadla

Tabulka 215 Upravená energet. bilance pro var. č.3 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/01 Sb., příloha č.6)

	Výchozí stav		Po realizaci varianty č. 1	
	Energie GJ	Náklady tis. Kč	Energie GJ	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	1 450,4	807,512
Změna zásob paliv	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	1 450,4	807,512
Prodej energie cizím	0	0	0	0
Konečná spotřeba energie a paliv v objektu	8 028,4	2 600,991	1 450,4	807,512
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	0	0	0	0
Spotřeba energie na vytápění a TUV	7 627	2 377,517	1 049	584,038
Spotřeba energie na technologické a ostatní	401,4	223,474	401,4	223,474

5.1.4 Varianta č. 4

Seznam opatření: Plynofikace areálu STM Rančířov a decentralizace zdrojů tepla.

Úspora energie : $7\,197 - 2\,408,6 = 4\,788,4$ GJ

Úspora : 1 689,388 tis. Kč/rok

Náklady : 4 631,250 tis. Kč

Zemní plyn

Tabulka 225 Upravená energet. bilance pro var. č.4 (GJ/rok) (vyhláška č. 213/01 Sb., příloha č.6)

	Výchozí stav		Po realizaci varianty č. 1	
	Energie GJ	Náklady tis. Kč	Energie GJ	Náklady tis. Kč
Vstupy paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	3 240	911,603
Změna zásob paliv	0	0	0	0
Spotřeba paliv a energie celkem	8 028,4	2 600,991	3 240	911,603
Prodej energie cizím	0	0	0	0
Konečná spotřeba energie a paliv v objektu	8 028,4	2 600,991	3 240	911,603
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	0	0	0	0
Spotřeba energie na vytápění a TUV	7 627	2 377,517	2 838,6	688,129
Spotřeba energie na technologické a ostatní	401,4	223,474	401,4	223,474

6. ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT

Zhodnocení z hlediska ekologických přínosů. Znečišťující látky do ovzduší jsou sledovány na základě nařízení vlády č. 352/2002 Sb. a vyjádřeny i ve vyhlášce MPO ČR č. 213/2001 Sb. Jde především u 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. 352/2001 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Započteny jsou emise vznikající provozem v budově. Jelikož ve variantách jsou navržena také opatření pro snížení spotřeby elektrické energie, která je získávána mimo budovu (elektrická energie a popř. CZT), je v tabulkách vyjádřeno snížení produkce emisí systémových elektráren na území ČR, popř. centrálního zdroje tepla.

Dle katalogu Opatření pro snížení energetické náročnosti ČEA jsou emisní faktory (kg/GJ v palivu) u el.energie ze systémových elektráren (včetně jaderných a vodních)

	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	C _x H _y	CO ₂
elektrina	0,161	3,302	0,465	0,085	0,000	215,136
dříví	0,874	0,070	0,210	0,070	0,070	0,000
h.uhlí (pev.rošt)	0,711	1,342	0,171	2,564	0,570	104,000
koks (pev.rošt)	0,239	0,331	0,053	1,601	0,356	105,000
zemní plyn	0,001	0,000	0,056	0,009	0,004	55,000

6.1 Varianta č. 1

Úspora energie : 630,4 GJ

Výměna výplní otvorů	Výchozí stav		Realizována Varianta č. 1	
	Koks (GJ)	Elektr. en. (GJ)	Koks (GJ)	Elektr. en. (GJ)
Vstupy paliv a energie celkem	7 197	831,4	6 771,7	626,3
CELKEM	8 028,4 GJ		7 398,0 GJ	

Environmetr. hodnoty : Varianta č.1		(t/rok)	
	El.energ.	Koks	Součet
Tuhé látky	0,10083	1,61844	1,71927
SO ₂	2,06804	2,24143	4,30948
NO _x	0,29123	0,35890	0,65013
CO	0,05324	10,84149	10,89473
C _x H _y	0,00000	2,41073	2,41073
CO ₂	134,73968	711,02850	845,76818

Varianta č.1

Výměna výplní otvorů

Environmetr. hodnoty : **ÚSPORA ÚLETŮ (t/rok)**

	El.energ.	Koks	Součet
Tuhé látky	0,03302	0,10165	0,13467
SO ₂	0,67724	0,14077	0,81801
NO _x	0,09537	0,02254	0,11791
CO	0,01743	0,68091	0,69834
C _x H _y	0,00000	0,15141	0,15141
CO ₂	44,12439	44,65650	88,78089

6.2 Varianta č. 2

Úspora energie : 4 939 GJ

Hnědé uhlí	Výchozí stav		Realizována Varianta č. 2	
	Koks (GJ)	Elektr. en. (GJ)	H.U. (GJ)	Elektr. en. (GJ)
Vstupy paliv a energie celkem	7 197	831,4	2 258,1	827,3
CELKEM	8 028,4 GJ		3 085,4 GJ	

Environmetr. hodnoty : **Varianta č.2 (t/rok)**

	El.energ.	Koks	Součet
Tuhé látky	0,13320	1,60551	1,73870
SO ₂	2,73174	3,03037	5,76211
NO _x	0,38469	0,38614	0,77083
CO	0,07032	5,78977	5,86009
C _x H _y	0,00000	1,28712	1,28712
CO ₂	177,98201	234,84240	412,82441

Varianta č.2

Hnědé uhlí

Environmetr. hodnoty : **ÚSPORA ÚLETŮ (t/rok)**

	El.energ.	Koks	Součet
Tuhé látky	0,00066	0,11457	0,11523
SO ₂	0,01354	-0,64816	-0,63462
NO _x	0,00191	-0,00469	-0,00279
CO	0,00035	5,73263	5,73298
C _x H _y	0,00000	1,27502	1,27502
CO ₂	0,88206	520,84260	521,72466

6.3 Varianta č. 3

Tam, kde již teplovzdušné vytápění v současnosti je a tam kde provozní důvody dovolují, použít čerpadla typu vzduch-vzduch. V ostatních prostorách použít tepelná čerpadla typu země-voda. Jako zdroj tepla by mohly posloužit poměrně levné ploché kolektory, kde platí pravidlo, že jejich plocha je zhruba třikrát větší, než plocha vytápěná.

Úspora energie : 6 578 GJ

Tepelná čerpadla	Výchozí stav		Realizována Varianta č. 3	
	Koks (GJ)	Elektr. en. (GJ)	T.Č. (GJ)	Elektr. en. (GJ)
Vstupy paliv a energie celkem	7 197	831,4	Viz el.energ.	1 450,4
CELKEM	8 028,4 GJ		1 450,4 GJ	

Environmentální hodnoty varianty č.3 - Tepelná čerpadla

Environmentální hodnoty : Varianta č.3 (t/rok)			
	El.energ.	Viz El.energ.	Součet
Tuhé látky	0,23351	0,00000	0,23351
SO ₂	4,78922	0,00000	4,78922
NO _x	0,67444	0,00000	0,67444
CO	0,12328	0,00000	0,12328
C _x H _y	0,00000	0,00000	0,00000
CO ₂	312,03325	0,00000	312,03325

Rozdíl environmentálních hodnot mezi původním stavem v areálu a novým stavem po zavedení technologie Tepelných čerpadel.

Varianta č.3 Tepelná čerpadla

Environmentální hodnoty : ÚSPORA ÚLETŮ (t/rok)			
	El.energ.	Viz El.energ.	Součet
Tuhé látky	1,62042	0,00000	1,62042
SO ₂	0,33827	0,00000	0,33827
NO _x	0,09361	0,00000	0,09361
CO	11,46978	0,00000	11,46978
C _x H _y	2,56213	0,00000	2,56213
CO ₂	622,51582	0,00000	622,51582

6.4 Varianta č. 4

Plynofikace celého areálu v sobě nese dvě v současnosti neznámé okolnosti. První je cena plynové přípojky do místa spotřeby v STM Rančířov. Druhá je cenový vývoj na trhu se zemním plynem po vstupu naší republiky do Evropské unie. Jedna skutečnost je v současnosti známá a to, že v okolních státech Evropské unie stojí zemní plyn v současnosti cca 16,- Kč/m³. Náklady na plynovou přípojku byly odhadnuty po konzultaci s pracovníky plynárenského podniku. Plynofikace navíc díky decentralizaci výroby tepla odstraňuje ztráty tepelné energie v teplovodech jak vedením a sáláním, tak chladnutím v době odstávky.

Úspora energie : 4 788,4 GJ

Zemní plyn	Výchozí stav		Realizována Varianta č. 4	
	Koks (GJ)	Elektr. en. (GJ)	Z.P. (GJ)	Elektr. en. (GJ)
Vstupy paliv a energie celkem	7 197	831,4	2 408,6.	831,4
CELKEM	8 028,4 GJ		3 240 GJ	

Environmentální hodnoty varianty č.4 - Plynofikace areálu

Environmetr. hodnoty :	Varianta č.4		(t/rok)
	El.energ.	Viz El.energ.	Součet
Tuhé látky	0,13386	0,00241	0,13626
SO ₂	2,74528	0,00000	2,74528
NO _x	0,38660	0,13488	0,52148
CO	0,07067	0,02168	0,09235
C _x H _y	0,00000	0,00963	0,00963
CO ₂	178,86407	132,47300	311,33707

Rozdíl environmentálních hodnot mezi původním stavem v areálu a novým stavem po zavedení decentralizované plynofikace areálu STM.

Varianta č.4 Zemní plyn

Environmetr. hodnoty :	ÚSPORA ÚLETŮ (t/rok)		
	El.energ.	Viz El.energ	Součet
Tuhé látky	0,00000	1,71767	1,71767
SO ₂	0,00000	2,38221	2,38221
NO _x	0,00000	0,24656	0,24656
CO	0,00000	11,50072	11,50072
C _x H _y	0,00000	2,55250	2,55250
CO ₂	0,00000	623,21200	623,21200

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
- ☐ legislativní hledisko
- ☐ hledisko užité 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 (tzv. svázané produkce).

Hledisko technické

Toto hledisko bere v potaz například životnost jednotlivých opatření. Naproti tomu regulační technika má technickou životnost cca 15 let nehledě ke skutečnosti, 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 i údržbu.

Hledisko užité hodnoty

Dá se předpokládat, že danými opatřeními dojde k navýšení užité 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

Z přehledu jednotlivých variant provedeného v minulé kapitole vyplývá, že dodatečné tepelné izolace a výměna výplní stavebních otvorů nepřináší tak pronikavou úsporu provozních nákladů na energie jako změna stávající technologie kotelny.

Pro vyhodnocení jednotlivých variant bereme v úvahu i odhadnutou velikost investice u jednotlivých opatření, protože právě volná částka na investice je u některých investorů upřednostňována před ekonomickým přínosem. Je třeba vzít v úvahu i přepokládanou úsporu lidské práce a to preferuje automatické procesy s minimálním lidským faktorem. Je to poměrně individuální rozhodování závislé na hospodářské situaci organizace a managementu investora.

Z těchto hledisek byla jako nejvhodnější z pohledu auditora vybrána **varianta č.4** tj. **Plynofikace areálu STM Rančářov.**

Odhad investičních nákladů :

1) Technologie $T = 425 \text{ kW} \times 7\,650, - \text{ Kč/kW} = 3\,251\,250, - \text{ Kč}$

2) Přípojka plynu $P = 1\,150 \text{ m} \times 1\,200, - \text{ Kč/bm} = 1\,380\,000, - \text{ Kč}$

INVESTICE CELKEM : $I = 1\,380\,000 + 3\,251\,250 = 4\,631\,250, - \text{ Kč}$

Plynofikací areálu vzniká následující roční úspora nákladů za teplo :

$$CF = 2\,138\,121 - 448\,733 = 1\,689\,388, - \text{ Kč / rok}$$

7.2.1. Doba splacení investice tj. Prostá doba návratnosti :

Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz. Kritérium určuje, za jak dlouho pokryjí z projektu jeho investiční náklady. Prostou dobu návratnosti lze počítat jako rovnovážný bod kumulovaných příjmů a výdajů dle vztahu,

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad T_s = 4\,631\,250 / 1\,689\,388 = \underline{\underline{2,15 \text{ roku}}}$$

kde: IN investiční výdaje projektu = 2 081 250,- Kč

CF roční přínosy projektu (cash flow)

(změna peněžních toků pro realizaci projektu) = 1 689 388,- Kč/rok

7.2.2. Reálná (diskontovaná) doba návratnosti

Tj. doba splacení investice při uvažování diskontní sazby.

Při uvažování současné hodnoty toků hotovosti lze určit dobu, ve které v daném projektu nastane rovnováha mezi příjmy a výdaji. Tato doba se označuje jako diskontovaná doba návratnosti prostředků a lze ji považovat za kritérium se srovnatelnou vypovídající schopností jako NPV. Obecně lze diskontovanou dobu návratnosti stanovit z podmínky $NPV = 0$

$$T_{sd} \text{ se vypočte z podmínky: } \sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

a zde po úpravě
$$T_{sd} = \frac{\ln \frac{CF_t}{CF_t - r \cdot IN}}{\ln(1+r)}$$

kde: CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků pro realizaci projektu)

r diskont $(1+r)^{-t}$ odúročitel

Kontrolovaná doba je shodná s předpokládanou dobou fyzické životnosti tj. 25 let.

Diskontní sazba $r = 1,95 \%$

$T_{sd} = 2,22$ roků (použit výpočet Excel)

7.2.3. Čistá současná hodnota (NPV):

Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toku hotovosti. Toky hotovosti (Cash-Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují všechny hodnotové změny během života projektu. Pro hodnocení toku hotovosti se tyto upravují převodem z budoucích hodnot do současnosti. Hodnoty jsou zpravidla převedeny do období, kdy dochází k vynaložení největších investic. Takto převedená hodnota se nazývá současná hodnota. Průběžné pokrytí investic a dalších výdajů a příjmů vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají a představují skutečný stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo k tomuto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy. Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje NPV. Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření nelze za daných podmínek realizovat.

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

kde: T_z doba životnosti (hodnocení) projektu tj. 25 let.

$NPV = 23\,664\,953,-$ Kč (použit výpočet Excel)

7.2.4. Vnitřní výnosové procento (IRR).

Toto číslo představuje hodnotu úrokové míry v procentech, při které hodnota NPV = 0.. Tento ukazatel je užitečný jako měřítko efektivnosti investic. Stačí jej porovnat s úrovní úrokových měr na finančním trhu a investor vidí, zda je vhodné do této varianty investovat

Hodnota IRR se vypočte z podmínky: $\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0$

$IRR = 46,5 \%$ (použit výpočet Excel)

Upozornění auditora – návratnosti uvedené v auditu jsou vztaženy k ceně technických a jiných opatření bez prostředků potřebných pro projektování, technického dozoru na investiční akci, sledování a vyhodnocování účinnosti zavedených opatření. V neposlední řadě není uvažována cena finančních zdrojů (úroků).

tabulka 23 Ekonomické vyhodnocení variant (vyhl. č. 213/2001 Sb., příloha č. 7)

Varianta	Cash-Flow	Investice	NPV	IRR	T_s	T_{sd}
	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	%	roky	roky
Var 1	187,251	3 474,847	- 390,583	0,7	18,56	23,17
Var 2 Hněd.uhl	1 857,648	2 881,500	27 112,097	64,5	1,55	1,59
Var 3 Tep.čerp	1 793,479	3 587,150	25 385,775	50,0	2,00	2,06
Var 3 Zem. pl.	1 689,388	4 631,250	23 664,953	46,5	2,15	2,22

8. ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

8.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Stavba a zařízení odpovídá stáří a době vybudování. V rámci revizí a oprav je zařízení průběžně udržované. Objekt nemá vlastní zdroje energie.

Tepelné ztráty objektu činí dle výpočtu 395,745 kW, pro venkovní teplotu -15°C , krajinu s nepříznivými větry a osaměle stojící budovy.

Potřebný výkon pro ohřev TUV byl vypočten 27 kW. Instalovaný výkon zdroje je využit z 90 %.

Měrná potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěné ploše činí :

$$q = 541\,729 \text{ kWh/rok} / 4\,746,6 \text{ m}^2 = \mathbf{114,129 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})}.$$

Měrná potřeba tepla na vytápění vztažená k vytápěnému objemu e_v je :

Porovnáním výsledků jednotlivých způsobů výpočtu dostáváme následující přehled e_v

(kWh/m³a) :

Budova :	V	Vyhl.291	Graden	Palivo t_i	e_{vN} (V291)
101 Sklad S1,S2	12 846 m ³	10,527	09,869	33,91 10°C	31,312
103 Umývárna	2 699 m ³	18,824	13,236	37,26 12°C	34,436
104 Opravna	11 908 m ³	37,145	29,842	64,10 18°C	30,792

Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla na vytápění podle vyhl.MPO ČR je e_{vN} (kWh/m³rok)

Hodnoty jsou pro jednotlivé budovy uvedeny v předchozí tabulce.

Stupeň Energetické Náročnosti (SEN) :

Budova :	e_{vN} (Vyhl.291)	e_v (Graden)	SEN (%)	Kategorie
101 Sklad S1,S2	31,312	09,869	31,52	A
103 Umývárna	34,436	13,236	38,44	A
104 Opravna	30,792	29,842	96,91	D

Klasifikace a Stupeň energetické náročnosti (SEN) budovy dle ČSN 73 0540-2			
Klasifikace energetické náročnosti budov	Stupeň energetické náročnosti budov SEN (%)	Vyhodnocení posuzovaného objektu	Slovní vyjádření klasifikace budovy
A	≤ 40	Záleží na způsobu výpočtu roční spotřeby tepla Prostupem E_{vp} a větráním E_{vv} a to : 1) podle Vyhl.291 2) podle ČSN (Graden) Dále na uplatnění tepel.zisků	Mimořádně úsporná
B	≤ 60		Velmi úsporná
C	≤ 80		Úsporná
D	≤ 100		Vyhovující
E	≤ 120		Nevyhovující
F	≤ 150		Výrazně nevyhovující
G	> 150		Mimořádně nevyhovující

Komentář – viz kapitolu 3.3.1 Vyhodnocení měrné spotřeby tepla !

Budovy 101 a 103 vycházejí do kategorie A hlavně proto, že byla ve výpočtech uplatněna a zohledněna podstatně nižší teplota vnitřního prostředí, což se projeví na roční spotřebě tepla a tím i na Stupni energetické náročnosti SEN. Podrobněji je tato okolnost rozebrána v kapitole 3.3.1

8.2.1 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu a doporučení energetického auditora

Varianta č. 1 má příliš nepříznivé ekonomické parametry s velmi dlouhou dobou návratnosti a malým přínosem vzhledem k výši investice.

Z hlediska investičních nákladů je nejlevnější Varianta č. 2 – Spalování hnědého uhlí. Její nevýhodou je poměrně vysoká spotřeba lidské práce, pravděpodobně nejvyšší prašnost na pracovišti topičů a v uhelně a jejím okolí a v neposlední řadě i vyšší environmetrické hodnoty proti Variantám č. 3 a 4.

Prakticky rovnocenné jsou jako poslední uvedené Varianty č. 3 a 4. Tepelná čerpadla by vyžadovala prověřit el. kabelové rozvody v areálu, vzhledem k nárůstu odběru el. energie v jednotlivých budovách. Další jejich nevýhodou pro použití v teplovzdušných soupravách je jejich nízkoteplotní provoz, který je jinak u teplovodních radiátorových soustav výhodou z hlediska menších ztrát v rozvodech a lepší regulovatelností. Nebyly vyčísleny zemní práce spojené s uloženíím jímacích kolektorů, případně zemních vrtů a náklady s úpravami kabelových rozvodů. Bylo by nutné prověřit teplosměnné plochy radiátorů a topných agregátů z hlediska nízkoteplotního provozu teplovodní soustavy.

Po zvážení všech těchto okolností je auditorem doporučována Varianta č.4

Plynofikace areálu STM spojená s decentralizací plynových zdrojů tepla. Její zavedení současně odstraňuje tepelné ztráty vedením a sáláním v topných kanálech a ztrátu tepelné energie v teplovodech během jejich chladnutí v době odstávky.

Doba návratnosti vychází až neuvěřitelně krátká z důvodu velmi nízké účinnosti spalování koksu v současných litinových článkových kotlích a ztrátám tepla v teplovodech.

Ve Žďáru nad Sázavou, prosinec 2004

Jaroslav Miklík
Ing. Václav Šolc



9. Evidenční list energetického auditu

Předmět EA	Vojenské objekty v areálu STM Rančítov, č. 06-13-35		
Adresa	Rančítov		
Zadavatel EA	Vojenská ubytovací a stavební správa České Budějovice	Zástupce	Ing. Jana Hofešší, ředitelka VUSS
Adresa zadavatele	Dvotřávkova 12, 371 82 České Budějovice		
Telefon		Fax	E-mail Kalina@volny.cz
Charakteristika předmětu EA	Vojenské objekty v areálu slouží pro skladování, opravu, údržbu a management řízení		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického Hospodářství (vč. budov)	Teplo : koksová kotelná s liinovými článkovými kotli VSB IV El.energie – rozvodná sit NN JME a.s.		
Vlastní energetický zdroj	Instal. tep. Výkon (MW)	Instal. el. výkon (MW)	
	0,976 až 1,074	0,056	
Ergosoustrojí (protitl., odběr., kondenz., spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)			
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	7 197	
	Nákup (GJ/r)	0	
	Prodej (GJ/r)	0	
Elektrina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)	0	
	Nákup (MWh/r)	230,953	
	Prodej (MWh/r)	0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	1 084	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)	1 084
Spotřebič energie	Přikón (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r)	Nositel energie
Objekty areálu STM – ústřední vytápění	395,745	7 197	Pevné palivo - koks
Elektrická energie – obr.stroje, kompresory	56,0	831,4	Elektrická energie
Energeticky úsporný projekt			
Stručný popis doporučené varianty	Plynofikace areálu STM Rančítov spojená s decentralizací plynových zdrojů tepla.		
Investiční náklady (tis. Kč) pro variantu	4 631,250	z toho technologie (tis. Kč)	4 631,250
Konečná spotřeba paliv a energie	Před realizací projektu		po realizaci projektu
	Energie (GJ/r)	náklady(tis. Kč/r)	Energie(GJ/r) Náklady(tis. Kč/r)
	8 028,4	2 600,991	3 240 911,603
Potenciál Energetických úspor	GJ/r		MWh/r
	4 788,4		1 330,1
Environmentální přínosy			
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)	Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	1,85394	0,13626	1,71767
SO ₂	5,12749	2,74528	2,38221
Nox	0,76804	0,52148	0,24656
CO	11,59307	0,09235	11,50072
CxHy	2,56213	0,00963	2,55250
CO ₂	934,54907	311,33707	623,21200
Ekonomická efektivnost			
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	1 689,388	Doba hodnocení (roky)	25
Prostá doba návratnosti (roky)	2,15	Diskont (%)	1,95
Reálná doba návratnosti (roky)	2,22	NPV (tis. Kč)	23 664,953 IRR (%) 46,5
Energetický auditor	Jaroslav Miklík	Č. osvědčení	179
Podpis	Ing. Václav Šolc	Datum	18.12.2004

