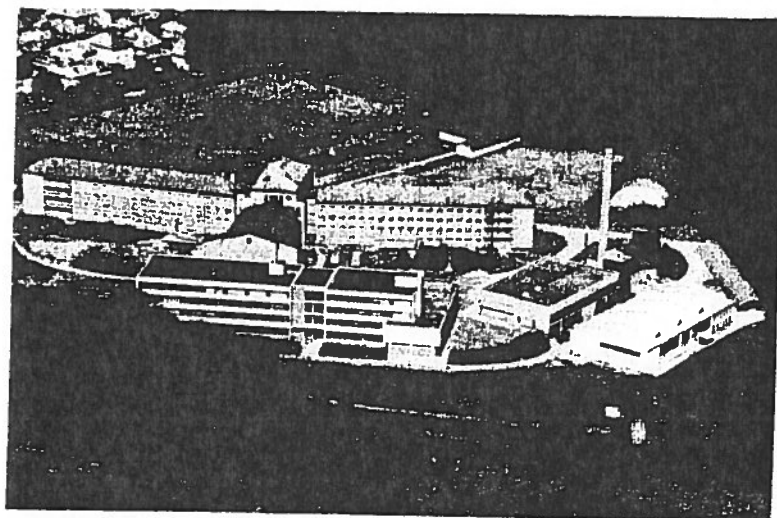


Energetický audit

**Střední odborná škola a Střední odborné učiliště
technických oborů, Česká Třebová**



Červen 2005

1. Identifikační údaje

Objednatel:

Název : Střední odborná škola a Střední odborné učiliště technických oborů
Zástupce : RNDr. Vlastimil Hýbl, ředitel
Adresa : Skalka 1692, 560 18 Česká Třebová
Telefon : 465 508 420
IČO : 144 50 925
DIČ : CZ14450925

Zhotovitelé:

Název: SEAM - energetika, spol. s r.o.
Adresa: Kosmonautů č.989/8, 772 11 Olomouc
Telefon: 77 55 78 111
IČO: 268 46 497

Název: Ing. Jiří Skrott
Adresa: Komenského 14, 789 01 Zábřeh
Telefon: 602 833 374
IČO: 651 69 000
Osvědčení: MPO č. 045

Objekt:

Předmět : Střední odborná škola a Střední odborné učiliště technických oborů
Umístění : Česká Třebová – Skalka 1692
Vlastnické vztahy : Objekty jsou ve vlastnictví Pardubického kraje

1.1 Cíl auditu

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

2. Popis výchozího stavu

2.1 Obecné informace

Střední škola je příspěvkovou organizací zřízenou Pardubickým krajem. Areál školy tvoří komplex čtyř budov – hlavního objektu se severním, středním, jižním křídlem (škola, internát, administrativní část, byty s individuální dodávkou všech energií, které nevstupují do bilancí auditu) a navazující částí kuchyně, jídelny a společenského sálu, samostatný objekt dílen,

samostatný technologický objekt kotelny a trafostanice a samostatná hala praktického vyučování (dnes pronajato).

Komplex navštěvuje 460 žáků ve dvaceti třídách a provoz zajišťuje téměř sto zaměstnanců, z toho 55 pedagogů, 20 pracovníků technického úseku a 14 pracovníků v provozu kuchyně. Ta má kapacitu až 1.200 jídel a v současnosti vaří přibližně 800 obědů, 100 snídaní a 120 večeří. Kapacita ubytovny je 260 lůžek.

Z posuzovaného areálu nejsou žádné energetické výstupy. Provozovatel předmětu auditu je plátce DPH, proto jsou ceny uváděny bez DPH.

2.2 Elektrická energie

Elektrická energie je pro areál školy dodávána z vlastní zděné trafostanice v areálu školy. Tato velkoodběratelská trafostanice 6/0,4 kV č.0761 je napojena smyčkově na veřejnou distribuční kabelovou síť 6 kV. Areál školy včetně bytů a také odběru nájemce v hale praktického vyučování (firma Miko) je tedy napájen prostřednictvím jediného odběrného místa – velkoodběru. Přes tuto trafostanici školy se tedy uskutečňuje také transitní odběr pro další zákazníky VČE - přes vyčleněné trafo 400 kVA a přes vlastní fakturační měření VČE. Jednotlivé objekty školy jsou potom napojeny samostatnými kabelovými vývody z této trafostanice.

Pro odběr elektrické energie celého areálu školy je v současnosti zřízeno jediné odběrné místo - třífázový dvousazbový velkoodběr. Elektroměrový rozvaděč je instalován přímo v trafostanici.

Byty mají vlastní maloodběratelská místa fakturovaná VČE. Odběry bytů proto nevstupují do bilance školy. Tam by mohla být zahrnuta pouze spotřeba na osvětlení společných prostorů bytového domu. Vzhledem k její absolutní velikosti do 50 kWh (v roce 2004 jen 44 kWh) je ale v energetických bilancích zanedbána.

Dodavatel VČE Hradec Králové a.s.
Sladkovského 215, 501 03 Hradec Králové

Odběrné místo číslo 1000000445 – velkoodběr
Sazba B 3b, dvoutarifová s platem za smluvené maximum
Technické maximum 230 kW
Změřené maximum 192 kW (září 2003)

Odběrné místo číslo 2100007775 – maloodběr (bytová část)
Sazba C 01, jednotarifová
Technické maximum 1 x 10 A

Ceny el. energie velkoodběru pro rok 2004 jsou převzaty z ceníku VČE včetně DPH.

		B 3b
ZIMA		
Smluvené maximum	Kč / kW	149,10
Technické maximum	Kč / kW	66,60
Odběr ve vysok. tarifu	Kč / kWh	1,50
Odběr v nízkém tarifu	Kč / kWh	1,09

LÉTO		
Smlouvené maximum	Kč / kW	116,90
Technické maximum	Kč / kW	66,60
Odběr ve vysok.tarifu	Kč / kWh	1,08
Odběr v nízkém tarifu	Kč / kWh	0,99
Průměrná cena 2004	Kč / kWh	1,97

Dodávka el.energie pro školu je měřena nepřímým elektronickým elektroměrem Landis & Gyr, který je umístěn v NN části transformovny v rozvaděči měření.

2.2.1. Statistika nákupu el.energie

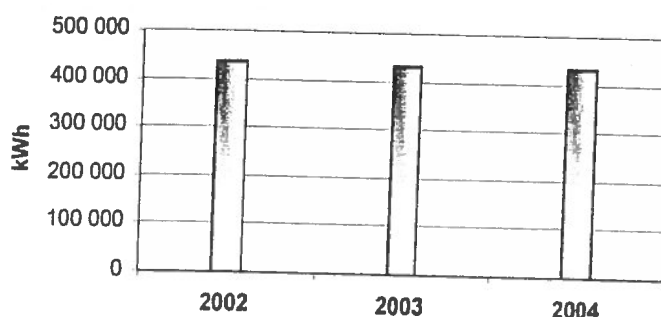
- Velkoodběr

Z fakturačních podkladů dodavatele el. energie VČE a.s. jsou sestaveny základní přehledy o nákupu elektrické energie ve sledovaných letech 2002 až 2004.

ROK	energie		platba	cena energie	
	kWh	GJ		Kč/ kWh	Kč/ GJ
2002	434 956	1 566	867 880	2.00	554
2003	432 335	1 556	836 053	1.93	537
2004	430 647	1 550	847 655	1.97	547
průměr	432 646	1 558	850 529	1.97	546

Spotřeba el. energie podle faktur VČE meziročně jen velmi mírně kolísá. V roce 2003 byl pokles spotřeby asi o 0,5 % oproti předcházejícímu období a v roce 2004 se spotřeba opět snížila – tentokrát asi o 0,4 %. Lze tedy konstatovat, že celková roční spotřeba el. energie má meziročně velmi vyrovnaný trend a dosahuje v průměru hodnot kolem 432 MWh.

MEZIROČNÍ VÝVOJ SPOTŘEBY EL. ENERGIE

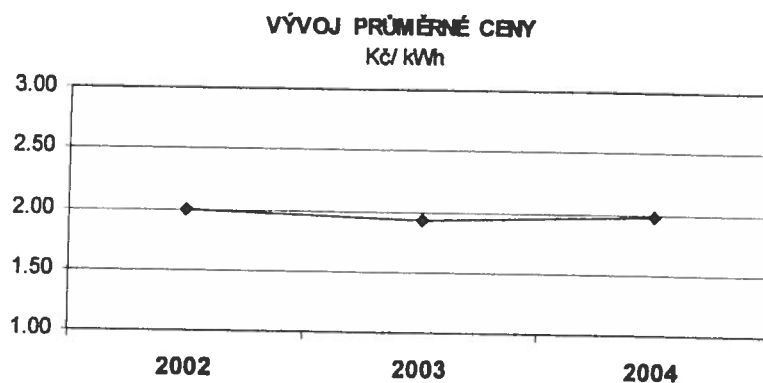


▪ Maloodběr

Spotřeba maloodběru, tj. společných prostorů bytové části, jen velmi okrajově ovlivňuje celkovou energetickou bilanci a je uvedena spíše pro úplnost. Odběr společných prostorů bytového domu totiž netvoří ani 0,001 % celkové spotřeby el. energie. Proto nemá na celkovou bilanci prakticky žádný vliv a je dále zcela zanedbávána.

Vývoj průměrné ceny

Cena el. energie je mimořádně ustálená a kolísá jen velmi nepatrně kolem průměrné hodnoty 1,97 Kč/kWh. Meziroční rozptyl průměrné ceny je minimální a průměrná cena kolísá pouze ve velmi úzkém rozmezí +/- 2%. Cena kolísá jednak v závislosti na tarifních podmínkách VČE, a také státní regulaci danou vyhláškami Energetického regulačního úřadu. Dále závisí také zejména na poměru odběru el. energie odebrané v pásmu platnosti vysokého a nízkého tarifu. Právě poměrně vysoký podíl el. energie odebraný v pásmu nízkého tarifu je příčinou spíše podprůměrné ceny.



2.2.2 Rozvody elektrické energie

▪ Rozvody VN

V areálu školy se vyskytují kabelové rozvody VN 6 kV. Tato zařízení jsou ale v majetku a správě VČE. Proto nejsou v rámci auditu nijak analyzovány.

▪ Trafostanice VN/NN

Rozvodna VN, rozvodna NN a dva silové transformátory VN/NN jsou součástí tříprostorové transformovny, která stavebně souvisí s kotelnou na východním okraji školního areálu. Skříňová rozvodna 6 kV, složená z typových rozvaděčů RS 06 výrobce EJF Brno z roku 1984, má celkem osm polí. Dvě přívodní pole jsou pro vedení VČE, další je rezerva, podélná spojka, další je pro měření a potom dvě skříně pro transformátory 400 kVA. Skříně pro vývody k transformátorům jsou vybaveny odpínači OKJ 631/57 a pojistkami XJ 63 A. Hlavní charakteristika trafostanice:

TS – zděná, víceprostorová, samostatně stojící, stavebně souvisí s kotelnou
Instalovaný výkon : 2x 400 kVA
Typ transformátorů : olejové chlazení
Typ : DOK 400/10, 400 kVA, Dy 1

Oba transformátory jsou jednotného typu s napěťovým převodem 6/0,4 kV se dvěma vyvedenými odbočkami + - 5 %. Oba stroje mají původní jádra složená z neorientovaných plechů.

trafo	jm. výkon kVA	Výrobce	zapojení	nap. nakrátko %	rok výroby
T 1	400	NDR	Dy 1	5,94	1964
T 2	400	NDR	Dy 1	5,81	1964

V provozu jsou v současnosti oba transformátory, jejichž výkonový profil 0,8 MVA je, vzhledem ke sjednané rezervní kapacitě 0,23 MW, vyhovující s dostatečnou rezervou přes 100%. To znamená, že v případě poruchy jednoho stroje je druhý transformátor dlouhodobě schopen převzít jeho celou zátěž.

Transformátory jsou starší než 40 let a jsou tedy prakticky na konci své fyzické životnosti.

▪ Rozvody NN

Napěťová soustava: 3+N +PE, 3 x 230 / 400 V, ~50 Hz, TN-C, TN-S
Ochrana před ND neživých částí: nulováním a samočinným odpojením od zdroje
Ochrana před ND živých částí: izolací, polohou a zábranou

Jednotlivé objekty školy jsou připojeny na kabelový rozvod z vlastní trafostanice. Je vybudována lokální distribuční paprsková kabelová síť. Převažujícím typem kabelů jsou celoplastové kabely s hliníkovými jádry převážně typu AYKY 3x 240 + 120 mm² nebo pro budovy s menším odběrem AYKY 3x 185 + 95 mm². Kabely jsou uloženy převážně v zemi, provozovatel má k dispozici zjednodušené schéma zapojení. Jednotlivé objekty jsou připojeny do kabelových pojistkových skříní umístěných na venkovní fasádě objektů. Tato síť je provozně jednoduchá a dostatečná provozní spolehlivost připojení nejdůležitějších odběrů je zajištěna paralelním připojením těchto objektů dvojicí kabelů. To platí zejména pro dílny.

Z obou provozovaných transformátorů je vývodová část NN řešena obdobně. Z každého transformátoru je AL přípojnici 3x63x10 + 63x5 vyveden výkon do přívodního pole hlavního skříňového rozvaděče RH 1 a RH 2. Tyto hlavní rozvaděče v transformovně obsahují shodně v prvním poli vždy přívod přes hlavní výkonový vypínač ARV 1 033 A, v dalších třech polích jsou potom samostatně jištěné vývody na podružné rozvaděče v jednotlivých provozech a také centrální kompenzace.

Kabely k jednotlivým podružným rozvaděčům ve výrobních prostorách jsou uloženy převážně v zemi a na kabelových rostech. Jednoznačně převažujícím typem kabelů užitých pro připojení jednotlivých provozů jsou paralelní hliníkové kabely AYKY 3x 240 + 120 mm² nebo paralelně zapojená dvojice nebo trojice kabelů AYKY 3x 150 + 70 mm², výjimečně se vyskytují také AYKY 3x 185 + 95 mm². Z těchto podružných rozvaděčů jsou potom připojeny instalace v jednotlivých provozech, kde je již užito také měděných kabelů v soustavě TN-S.

V následující tabulce jsou uvedeny základní charakteristiky nejdůležitějších páteřních rozvodů NN.

úsek	vedení	průřez	délka	jištění
		mm ²	m	A
TR - RH –budova střed	kabel AL	AYKY 3x150+70	150	250
TR - RK - kuchyň	kabel AL	AYKY 3x185+95	100	200
TR - dílny	kabel. trasa	2x AYKY 3x240+120	50	630
TR - MIKA	kabel. trasa	AYKY 3x240+120	40	200
TR - byty	kabel. trasa	AYKY 3x150+70	150	200
TR - kotelna	kabel. trasa	AYKY 3x150+70	30	250

Elektroinstalace byla již ve většině zrekonstruována a odpovídá aktuálním normovým požadavkům. Původních zůstalo asi 10 % rozvodů vodiči AY z roku 1953. Rozvody v dílnách jsou v prachotěsných přípojnících, jednotlivé stroje jsou připojeny pohyblivými přívody nebo pevnými kabely. Elektroinstalace v kuchyni byla zrekonstruována v rámci celkové modernizace a je již provedena měděnými vodiči v soustavě TN-S. V této soustavě je již také provedena část instalace v kancelářích a také v přizemí ubytovny.

Dimenzování a jištění vodičů vyhovuje požadavkům ČSN 33 2000-4-4 473 – Elektrická zařízení – opatření k ochraně proti nadproudům a ČSN 33 2000-5-523 – Elektrická zařízení – dovolené proudy. Elektroinstalace je uložena vesměs pod omítkou. Uložení vodičů a el. zařízení vyhovuje požadavkům ČSN 34 1050 – Předpisy pro kladení silových elektrických vedení.

Podružné rozvaděče jsou převážně typu oceloplechové, zabudované na chodbách ve zdi, obvykle s krytím IP 40/20. Vyhovují tedy ČSN 33-0330 – Předpisy pro krytí elektrických předmětů a ČSN 33 2000-5-51 Všeobecné předpisy.

Přenosová kapacita kabelových rozvodů je s dostatečnou rezervou a je umožněno selektivní jištění jednotlivých úseků kabelových rozvodů i vnitřní instalace v budovách. Provozovatel má k dispozici aktuální revizní zprávy elektroinstalace.

2.2.3 Významné spotřebiče elektrické energie

- Instalované výkony elektrospotřebičů

Z projektových podkladů, prohlídky objektu a revizních zpráv jsou převzaty základní údaje o instalovaných elektrospotřebičích.

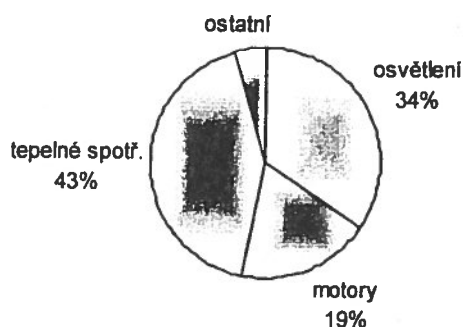
SOŠ a SOU T Česká Třebová							
technologie	typ	inst. výkon	soud.výkon	užití	energie	podíl energ.	podíl max
		kW	kW	hod / měs	kWh	%	%
osvětlení	zářivky, žárovky, výbojky	205	50	300	15 000	34.1	26.3
motory	stroje, VZT, chlazení	415	42	200	8 400	19.1	22.1
tepelné spotř.	TUV, vaření	148	85	220	18 700	42.5	44.7
ostatní	PC, ventilátory..	42	13	150	1 950	4.4	6.8
CELKEM		810	190		44 050	100.0	100.0

Celkový instalovaný elektrický výkon celého objektu školy je asi 810 kW. Změřené celkové maximum školy je v roce 2003 asi 190 kW. Největší podíl na této hodnotě mají tepelné spotřebiče kuchyně, a to až 40 %, tj. asi 85 kW, a potom také osvětlení. To znamená, že dosahovaná soudobost instalovaného výkonu elektrospotřebičů školy je asi 0,23.

Nejpočetnějším typem elektrospotřebičů je samozřejmě osvětlení. Tato technologie má také nejdelší dobu užití. Z hlediska spotřeby el. energie má největší význam spotřeba tepelných spotřebičů zejména v kuchyni. Vzhledem k instalovaným pracovním strojům je významným segmentem spotřeby také odběr elektromotorů.

Z hodnoty soudobého podílu maxima a jeho předpokládaného měsíčního využití byl stanoven podíl jednotlivých technologií na celkové spotřebě školy pro typický zimní měsíc. Tyto spotřeby a maxima školy jako celku jsou důležité hodnoty pro určení charakteristických profilů odběru el. energie.

STRUKTURA SPOTŘEBY EL. ENERGIE
Roční spotřeba celkem 430 MWh



Instalace technologických tepelných spotřebičů kuchyně s celodenním i celoročním poměrně vysokým využitím určuje, že jsou hlavním spotřebičem el. energie. Instalovány jsou zejména tři konvektomaty Retigo s celkovým instalovaným výkonem přes 100 kW. Dále jsou běžně využívány tři kotle, pečící trouby, el. pánve a vyhřívané výdejní pulty. Pásová myčka nádobí Fagor má instalovaný výkon celkem 36 kW. V kuchyni je také plynová varná technologie.

Dalším nejvýznamnějším segmentem spotřeby el. energie je pro školu typicky umělé osvětlení, což je dáno značným instalovaným výkonem této technologie, ale zejména dlouhou dobou využití a také poměrně vysokou soudobostí.

Největší podíl spotřeby energie pro provoz elektromotorů připadá na pracovní stroje ve školních dílnách a také čerpadla výměníkových stanic ústředního vytápění.

▪ Osvětlení

Velmi významným segmentem spotřeby el. energie budov školy, a to zejména co do počtu spotřebičů, je umělé osvětlení. Světla mají poměrně vysokou soudobost a v zimním období také vysokou dobu využití. Celkový instalovaný výkon osvětlení je přes 200 kW a na zimní odběrové špičce se osvětlení podílí celou jednou třetinou, tj. soudobé maximum osvětlení je až 50 kW.

Umělé osvětlení všech prostorů školy, s výjimkou jídelny, již bylo také zrekonstruováno. V celém areálu školy včetně chodeb jsou instalovány energeticky přijatelné lineární zářivky.

Podle projektu a provedeného orientačního měření je dosahovaná úroveň osvětlenosti ve všech prostorách vyhovující podle ČSN 36 0015 a ČSN 36 0450 – Umělé osvětlení vnitřních prostorů. Osvětlení ve všech budovách školy je možné ovládat po jednotlivých sekcích podle skutečného využití prostorů.

Venkovní osvětlení prostorů areálu školy je provedeno celkem 18-ti výbojkami RVL 250. Celkový instalovaný výkon venkovního osvětlení je 4,5 kW. Tyto světelné zdroje jsou většinou umístěny na parkových stožárech 6 m. Ovládání provozu venkovního osvětlení je fotobuňkou.

2.2.4 Vlastní nouzový zdroj

V areálu školy byl v minulosti zřízen vlastní nouzový zdroj pro případ výpadku hlavního napájení. Tento akumulátorový zdroj 24 V byl určen výhradně pro nouzové osvětlení. V roce 2000 byla ale provedena rekonstrukce nouzového osvětlení a byly instalovány na chodbách a schodištích autonomní nouzová světla s vlastním zdrojem minimálně na tři hodiny provozu. Akumulátorový zdroj 24 V byl tedy zrušen.

2.3 Vlastní energetický zdroj

V areálu je centrální vlastní energetický zdroj – nízkotlaká parní plynová kotelná I.kategorie. Byla uvedena do provozu po rekonstrukci na začátku 90tých let. Zajišťuje vytápění všech objektů areálu. Připravuje teplou užitkovou vodu (v objektech) a její provoz je proto prakticky celoroční. Obsluha kotelný je nepřetržitá. Kotelná je situována v samostatném technologickém objektu, spolu s trafostanicí a dalším zázemím.

Instalovaný výkon kotelný je 4.060 kW ve třech kotlích, přičemž v provozu jsou vždy dva a třetí slouží jako záloha. Kotle jsou výrobce ČKD Praha, typu PGP – nízkotlaké ocelové žárotrubné, vybavené přetlakovými hořáky DZ 900-P s automatikami AHDI-5. Odvod spalin je do samostatně stojícího prefabrikovaného komína. Poslední měření emisí bylo provedeno ve 12/2003.

Projektované parametry páry jsou 50kPa/105°C, obvykle dosahované pak 30kPa/100°C. Teplota napájecí vody 85°C. Parní hospodářství v obvyklém základním zapojení a obsahuje sběrnou kondenzátní nádrž v 1.PP kotelný objemu 12 m³ s přečerpáváním do napájecí nádrže objemu 8m³, pod střechou nad rozvodnou, s parním dohřevem a vedením samospádem do kotlů. Rozvody jsou izolovány rohožemi minerální vlny s vrchní AI lepenkou.

Systém měření a regulace kotelný je původní, osazený soustavou panelových přístrojů, s pozdějšími úpravami, příp.modernizacemi. Z kotelný lze sledovat (měřit) stav předávacích míst v objektech a provádět ovládání (např.vypínání čerpadel).

Parametry kotlů – kotel K1:

Typ	: PGP 65
Výrobce	: ČKD, ČR
Výrobní číslo	: 13284
Rok výroby	: 1994

Tepelný výkon : 660 kW / 1,1 t/hod.
Účinnost : 88 %
Parametry média : 50kPa/110°C
Předpokládaná životnost : 20 let
Druh hořáku : přetlakový, APH10PZ, 500 kW

Parametry kotlů – kotel K2 a K3:

Typ : PGP160 - 2 x
Výrobce : ČKD, ČR
Výrobní číslo : 10022, 10021
Rok výroby : 1990, 1990
Tepelný výkon : 1.700 kW / 2,5 t/hod.
Účinnost : 88 %
Parametry média : 50kPa/110°C
Předpokládaná životnost : 20 let
Druh hořáku : přetlakový, PHD32PZ, 3100 kW

Bilance výroby energie v tabulkovém provedení:

Rok		2002
Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	4,060
Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
Výroba elektřiny	MWh	0
Prodej elektřiny	MWh	0
Vlastní spotřeba elektřiny pro výrobu energie	MWh	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
Výroba dodávkového tepla	GJ	9882
Prodej tepla	GJ	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	11626
Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	11626

Rok		2003
Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	4,060
Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
Výroba elektřiny	MWh	0
Prodej elektřiny	MWh	0
Vlastní spotřeba elektřiny pro výrobu energie	MWh	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
Výroba dodávkového tepla	GJ	9900
Prodej tepla	GJ	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	11647
Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	11647

Rok		2004
Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	4,060
Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
Výroba elektřiny	MWh	0
Prodej elektřiny	MWh	0
Vlastní spotřeba elektřiny pro výrobu energie	MWh	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
Výroba dodávkového tepla	GJ	10229
Prodej tepla	GJ	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	12034
Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	12034

2.3.1 Rozvody vyrobené energie

V prostoru kotelný je proveden hlavní parní rozdělovač, kam jsou zaústěny kotle a kde se navazující rozvod dělí pro hlavní objekt, pro objekt dílen a pro spotřebu v kotelně. Hlavní rozvody, které jsou provedeny v topných kanálech, jsou zachyceny v tabulce.

Pára / kondenzát - vnější rozvody					
Úsek	Délka (m)	Průměr (DN)	Provedení	Stáří	Tech.stav
kotelna - objekt dílen	30	200 / 65	top.kanál	1990	dobrý
kotelna - hlavní budova	100	300 / 100	top.kanál	1990	dobrý

Rozvod páry pro hlavní objekt je tepelně izolován minerální vlnou tl. 80 mm s vrchní vrstvou, pro objekt dílen obdobně – vrstva tepelné izolace 60 mm. Kondenzátní potrubí je tepelně izolováno, rovněž minerální vlnou tl. 60 mm.

V kotelně je instalován ležatý výměník pára/voda pro teplovodní vytápění halového objektu vedle kotelný. Napojení je provedeno rovněž topným kanálem a parametry rozvodu jsou uvedeny v tabulce.

Teplovodní vytápění 300 kPa					
Úsek	Délka (m)	Průměr (DN)	Provedení	Stáří	Tech.stav
kotelna - výrobní hala	15	2x 70	top.kanál	1990	nejz.

2.4 Zemní plyn

Zemní plyn je v areálu školy odebírán prostřednictvím dvou fakturačních měření – pro kotelnu a pro spotřebu kuchyně.

- Kotelna

Dodavatel
Sazba

VČP a.s., Hradec Králové
střední odběr

Statistika nákupu zemního plynu za sledované období let 2002 – 2004:

Zemní plyn - kotelna	Jednotka	2002	2003	2004
Roční spotřeba	m ³ /rok	333 535	334 403	344 942
Přepočtená roční spotřeba	GJ/rok	11 346	11 376	11 734
Celkové náklady bez DPH	Kč/rok	1 889 329	1 883 177	2 044 585
Nákladová cena plynu	Kč/GJ	167	166	174

▪ Kuchyň

Dodavatel
Sazba

VČP a.s., Hradec Králové
maloodběr

Statistika nákupu zemního plynu za sledované období let 2002 – 2004:

Zemní plyn - kuchyň	Jednotka	2002	2003	2004
Roční spotřeba	m ³ /rok	8 207	7 943	8 789
Přepočtená roční spotřeba	GJ/rok	280	271	300
Celkové náklady bez DPH	Kč/rok	46 489	44 731	52 095
Nákladová cena plynu	Kč/GJ	167	166	174

▪ Nákup zemního plynu celkem – součet obou odběrných míst

Zemní plyn - čom 5205 369	Jednotka	2002	2003	2004
Roční spotřeba	m ³ /rok	341 742	342 346	353 731
Přepočtená roční spotřeba	GJ/rok	11 626	11 647	12 034
Celkové náklady bez DPH	Kč/rok	1 935 818	1 927 908	2 096 680
Nákladová cena plynu	Kč/GJ	167	166	174

2.4.1 Významné spotřebiče zemního plynu

Plynová kotelna je uvedena samostatně. Dalšími spotřebiči zemního plynu jsou spotřebiče v kuchyni, kterými jsou dvě pánve, 4 kotle a sporák. Celkový instalovaný příkon těchto zařízení je do 150 kW. Jiné významné spotřebiče se v areálu nevyskytují.

2.4.2 Rozvody zemního plynu

Rozvody zemního plynu začínají od regulační stanice, která je v majetku zadavatele auditu. Ta je typ RS 2000/2/2-416, výrobce SČA Ústí nad Labem, r.v.1990, v.č.6404, dvouřadá dvoustupňová pro regulaci tlaku plynu z VTL na STL a NTL.

Od regulační stanice pokračují dva zemní plynovody. NTL 2 kPa v dimenzi DN100 do kotelny, kde je zaslepen, a v trase je provedena odbočka pro kuchyň. Ta je vedena zemí v dimenzi Pe D63 na objekt dílen, pokračuje jako nadzemní po fasádě objektu, vstupuje opět do terénu a pokračuje až na fasádu hlavního objektu u kuchyně. Pak v dimenzi DN50 prostupuje do suterénu, pod varnu, a podlahou ke spotřebičům. STL plynovod 20kPa je od regulační stanice veden v dimenzi DN 150 do kotelny - do plynoměrný, a dále ke kotlům.

Rozvod plynu STL 20 kPa					
Úsek	Délka (m)	Průměr (DN)	Provedení	Stáří	Tech.stav
reg.stanice - kotelna	65	150	podzemní	1990	dobrý

Rozvod plynu NTL 2 kPa					
Úsek	Délka (m)	Průměr (DN)	Provedení	Stáří	Tech.stav
reg.stanice - kotelna	65	100	podzemní	1990	dobrý
odbočení - objekt dílen	25	PE D63	podzemní	1997	dobrý
po objektu dílen	50	50	nadzemní	1997	dobrý
objekt dílen - kuchyň	65	PE D63	podzemní	1997	dobrý

2.5 Popis oblasti a objektů

Stavby jsou hlavním spotřebičem tepelné energie. Nachází v oblasti, která je charakterizována:

$\theta_e = -15^\circ\text{C}$	převažující návrhová teplota vnějšího vzduchu v zimním období,
$d = 251$ dnů	počet dnů vytápění v topném období,
$t_{es} = +3,6^\circ\text{C}$	průměrná teplota venkovního vzduchu v otopném období,
$H = 330$ m n.m	nadmořská výška oblasti.

Jednotlivé objekty jsou charakterizovány:

Objekt	stavební výška	zastavěná plocha	vytápěná plocha	vypočtený objem	vytápěný objem
	m	m ²	m ²	m ³	m ³
hlav.budova - křídla, střed	18 / 21,5	2 208	8 696	39 480	29 730
hlav.budova - sál, jídelna, kuchyň	15,8	809	1 634	9 848	7 784
dílny	15,4	1 876	6 267	25 579	25 579
hala praktického vyučování	9,0	1 198	1 423	9 539	9 194

Stavby jsou průběžně udržovány a proto na nich není zanedbaná údržba.

2.6 Stavební konstrukce

Hlavní školní objekt byl postaven v r.1954, budova dílen v r.1988 a hala v r.1990. Všechny objekty jsou samostatně stojící a na sebe nenavazují.

▪ Hlavní objekt

Objekt je postaven klasickým cihelným zdívem tl. 300-600 mm. Vodorovné konstrukce jsou železobetonové. Strop nejvyššího podlaží je ve složení 90mm železobeton, 60 mm betonová mazanina, 60 mm xylolit a 30 mm betonová mazanina, v severním křídle byl částečně doplněn 80 a 160mm minerální vlny. Část ploché střechy má obdobné složení. Střecha dominuje sedlová s valbami s eternitovou krytinou. Nad sálem je krytina Al plechem – tato střecha je sedlová a strop nad sálem tvoří jen lehká trámová konstrukce s podbitím heraklitem a omítkou. Podlahy na terénu jsou betonové, v prostoru kuchyně s tepelnou izolací PPS tl. 40 mm.

Výplně otvorů jsou dřevěné zdvojené, v jižním křídle a sekci sál/kuchyň/jídelna již po výměně (od r.2001) plastové s izolačním dvojsklem. V dalších částech se výměny připravují. Schodiště jsou opatřeny železobet.panely s oválným jednoduchým zasklením. Vstupy jsou dřevěné a ocelové s jednoduchým zasklením.

Severní, jižní a střední sekce mají shodně 1.PP a 4.NP, část kuchyň/jídelna/sál pak 1.PP a 2.NP.

- Objekt dílen

Dílny jsou postaveny skeletem S1.2 s opláštěním celokeramickými panely tl. 400 mm a dozdvídkami keramickým zdivem tl. 375 mm. Vodorovné konstrukce jsou železobetonové. Střecha je plochá dvouplášťová ve složení železobetonový stropní panel, tepelná izolace minerální vlnou tl. 100 mm, větraná vzduchová mezera, keramický panel POS a hydroizolace asfaltovými pásy. Podlahy na terénu betonové, s tepelnou izolací PPS tl. 20mm.

Výplně otvorů jsou ocelohliníkové, bez přerušného tepelného mostu, s izolačním dvojsklem. Meziokenní vložky jsou tl. 160 mm s vnějším sklem. Na schodišti jsou použity copility v ocelovém rámu. Vstupy jsou ocelové s jednoduchým zasklením, vrata oceloplechová s dodatečnou tepelnou izolací.

Objekt dílen má 4.NP, v části 2.NP, a není podsklepen.

- Hala praktického vyučování

Objekt je postaven v ocelové stavební soustavě Hard s vnějším opláštěním plastovými profily hPVC. Tepelná izolace je provedena minerální vlnou v tl. 100 mm. Sokl je zděný keramickými bloky tl. 375 mm, stejně jako provozní zázemí. Střecha je nízká sedlová s Al plechem, rovněž s tepelnou izolací minerální vlnou. Podlahy na terénu betonové, s tepelnou izolací v tl. 60 mm.

Výplně otvorů jsou dřevěné zdvojené, v hale je užito beztmelé zasklení izolačními dvojsklem. Světlíky jsou ocelové s drátosklem, vrata ocelová s dodatečnou tepelnou izolací. Objekt má 1.NP, v provozním zázemí 2.NP.

2.7 Vytápění a rozvody vytápění

Topné systémy jsou částečně původní a částečně již rekonstruovány. Ve všech objektech jsou teplovodní, s výjimkou parního topení pro sál, suterén a přízemí střední části.

- Hlavní objekt

Do hlavního objektu je přivedena pára z kotelny a v 1.PP severního křídla je provedeno rozdělení páry pro původní parní topení, boilers s parním ohřevem a ležaté výměníky pára/voda. Pro původní parní topení jsou funkční okruhy s litinovými článkovými radiátory:

-sál,

-vzduchotechnika sál (výměníky),

-suterén/přízemí střední část (jídelna, kuchyň, technické a komunikační prostory).

Boilers s parním ohřevem jsou ve stojatém provedení objemu 4x 6.300 litrů. Ležaté výměníky pára/voda jsou instalovány v počtu 4 kusů a projektovaném výkonu á 600kW. Ná vazný teplovodní topný systém o tepelném spádu 90/70°C je proveden jako otevřený, s

tepelně izolovanými expanzními nádobami na půdě objektu. Je osazena funkční úprava vody, která dopouští upravenou vodu do expanzních nádrží. Ve strojovně je rovněž sběrná nádrž kondenzátu a čerpadlo kondenzátu.

Topný systém tvoří litinové článkové radiátory Slavia a Kalor, osazené radiátorovými kohouty, v jižním křídle jsou použity, kromě kohoutů, také termostatické ventily Sam Myjava (výrobce již neexistuje). Ve střední části byly osazeny termostatické ventily a hlavice Heimeier.

V severním křídle hlavního objektu jsou ocelové páteřní rozvody provedeny pod stropem 1.PP a tepelně izolovány jsou minerální vlnou tl. 30-50 mm s vrchní úpravou. Rozvody vycházejí z hlavního teplovodního rozdělovače, kde jsou provedeny následující okruhy, řízené ekvitermními regulátory Komex RVT-H s týdenním programem:

- severní fasáda 1.PP-3.NP, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- jižní fasáda 1.PP-3.NP, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- severní fasáda 4.NP, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- jižní fasáda 4.NP, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- přívod pro jižní křídlo budovy (zde je další rozdělovač/sběrač),
- přívod do střední části budovy.

V jižním křídle hlavního objektu jsou, po rekonstrukci (r.1993), ocelové páteřní rozvody provedeny pod stropem 1.PP a tepelně izolovány pouze PE skořepinami tl. 15 mm. Rozvody vycházejí z hlavního teplovodního rozdělovače ve strojovně 1.PP a celkem je provedeno devět regulovaných topných okruhů (2x do každého ze 4.NP + 1.PP), osazených čerpadly řady NTV nebo víceotáčkovými čerpadly UPS a 3-cestnými směšovači Komex, řízených ekvitermně podle venkovní teploty regulátory Komex RVT 052 s týdenním režimem. Jeden neregulovaný okruh s konstantní teplotou topné vody je určen pro vzduchotechniku umývárny.

▪ Dílny

Do dílen je přivedena pára z kotelny a ve strojovně ve 2.NP je provedeno rozdělení páry pro boilers s parním ohřevem a 4 ležaté výměníky pára/voda. Boilers s parním ohřevem jsou v ležatém provedení objemu 3x 600 litrů.

Návazný teplovodní topný systém o tepelném spádu 90/70°C je proveden jako otevřený, s tepelně izolovanými expanzními nádobami v přístavku na střeše. Ve strojovně je rovněž sběrná nádrž kondenzátu, který se do kotelny vrací samospádem.

Topný systém tvoří litinové článkové radiátory Kalor, nově osazené termostatickými ventily bez termostat. hlavíc. Ocelové páteřní rozvody provedeny pod stropem 1.NP a tepelně izolovány jsou minerální vlnou tl. 30-50 mm s vrchní úpravou. Rozvody vycházejí z hlavního teplovodního rozdělovače, kde jsou provedeny následující okruhy, řízené ekvitermními regulátory Komex RVT-H s týdenním programem:

- kanceláře, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- jižní fasáda, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- severní fasáda, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR,
- šatny, 3-cestný směšovač, čerpadlo NTR.

Jeden neregulovaný okruh s konstantní teplotou topné vody a čerpadly NTR je určen pro původní vzduchotechnické jednotky v objektu.

- Hala praktického vyučování

Zdrojem tepla pro vytápění je ležatý výměník pára/voda v suterénu kotelny, vybavený na sekundární straně oběhovým čerpadlem NTR, expanzomatem objemu 280 litrů a pojistným ventilem. Odtud je přivedena topná voda s projektovaným spádem 90/70°C vnějším topným kanálem do haly. Na vstupu je provedena odbočka do původní vzduchotechnické jednotky pro hygienické zázemí a následuje hlavní rozdělovač/sběrač v prostoru za vraty, který má provedeny dva topné okruhy. Každý je osazen 3-cestným směšovačem Komex a čerpadly NTR.

Topný systém tvoří litinové článkové radiátory Kalor a v halách teplovodní stropní sálavé panely Stros Sedlčany s vrchní tepelnou izolací. Ocelové topné rozvody a přívody k zářičům nejsou tepelně izolovány.

- Kotelna

Vytápění v objektu kotelny je radiátorové v teplotním spádu 90/70°C a teplovodními kalorifery. Zdrojem topné vody je protiproudý ohříváč PV-22-32, vybavený na sekundární straně oběhovým čerpadlem NTR, expanzomatem objemu 280 litrů a pojistným ventilem.

Protože jsou rozvody ve všech objektech pouze distribuční, nebyla sestavena obvyklá tabulka rozvodů.

2.8 Vzduchotechnika

V areálu školy se nejvýznamnější vzduchotechnické systémy vyskytují v objektu dílen, v provozu kuchyně, v umývárkách jižního křídla, ve společenském sálu a v hale praktického vyučování.

- Hlavní objekt – jižní křídlo

Pro větrání umýváren jsou instalovány dvě vzduchotechnické jednotky (pravá a levá část jižního křídla). Obě zařízení pracují jako rovnotlaká s výměnou vzduchu 1.000m³/hod./umývárnu. Každá sestava obsahuje v přívodní části klapku, filtr, deskový rekuperátor a teplovodní ohřívací díl. Odtahová část obsahuje filtr, ventilátor, deskový rekuperátor a klapku. Start zařízení je ruční, ovládání je regulací Vento control, topný díl je osazen směšovacím uzlem s čerpadlem UPS.

- Hlavní objekt – kuchyň

Pro větrání prostoru kuchyně byla v r. 1995 instalována stavebnicová jednotka Janka KLM10. Je instalována v technické místnosti za kuchyní a obsahuje ve vstupní části regulační klapku, filtr, rotační rekuperátor, ohříváč výkonu 30 kW a ventilátor. Výstupní část je provedena v pořadí filtr, rekuperátor, ventilátor a regulační klapka. Systém zajišťuje v prostoru kuchyně rovnotlaké větrání o vzduchovém objemu max. 12.000 m³/hod. Řízení je regulátorem Efit Klima (výrobce již neexistuje).

- Hlavní objekt – společenský sál

Pro větrání společenského sálu slouží původní vzduchotechnický systém z roku 1954. Má dva přívody vzduchu přes společnou nasávací komoru a samostatné parní ohřevy. Oba distribuční vzduchovody jsou izolované. U jednoho z nich lze využít cirkulačního vzduchu. Dále jsou instalovány dva samostatné odtahy o kapacitě á 6.800 m³/hod. Původní regulace systému byla pneumatická, dnes je mimo provoz.

- Dílny

V objektu bylo při jeho výstavbě instalováno celkem pět hlavních vzduchotechnických systémů – 2x KDK 040 a 2x KDK 080, s celkovým tepelným výkonem 260 kW, a jedna jednotka SNF-1 s tepelným výkonem 20 kW. Podrobnější parametry nebyly zjištěny. Regulace topné vody byla provedena regulátorem Metrik dělením proudu topné vody.

Dnes je v částečném provozu pouze jednotka pro lakovací box (přívodní jednotka nasává jen vnitřní vzduch ve strojovně, odsávání z lak.boxu je do vnějšího prostředí) a pro svařovnu (jen odsávání nad střechu). Provoz zařízení je nepravidelný.

Dále byly v dílnách instalovány podokenní větrací jednotky SND 400 (původně 11 ks) a SND 800 (původně 33ks), které jsou teplovodně zapojeny na ekvitermně regulovaných radiátorových okruzích. Využívají se dnes jako běžné radiátory.

- Hala praktického vyučování

V objektu byla při jeho výstavbě instalována jedna vzduchotechnická jednotka KDKE 040 pro větrání hygienického zařízení. Pracuje se 100% vzduchem a má teplovodní ohřev o výkonu 58kW. Ovládání zařízení je ruční.

Ostatní zařízení jsou jen lokální odtahy s nepravidelnou dobou provozu, které významně nevstupují do bilancí auditu.

2.9 Příprava teplé užitkové vody a rozvody

Teplá voda se v areálu školy připravuje v jednotlivých objektech: v hlavním objektu pro celý objekt vč.kuchyně, v dílnách, v kotelně pro halu praktické výuky a samostatně pro potřebu kotelny.

- Hlavní objekt

Pro centrální přípravu teplé vody pro hlavní objekt, vč.kuchyně, jsou instalovány ve strojovně severního křídla hlavního objektu čtyři stojaté boilersy objemu á 6.300 litrů ohříváné parou. Celková jednorázová kapacita přípravy je 25,2 m³ teplé vody. Izolovány jsou minerální vlnou tl. 100 mm s vrchní úpravou aludor.

Je provedena cirkulace teplé vody pro severní křídlo, jižní křídlo a střední část (kanceláře). Vývod teplé vody je pozinkovaný v dimenzi DN 50 a cirkulace v dimenzi DN 32. Provoz cirkulace je řízený.

▪ Dílny

V objektu dílen jsou ve strojovně ve 2.NP instalovány tři ležaté boilers objemu á 600 litrů ohříváné parou. Celkový jednorázový objem připravované vody je 1,8 m³. Izolovány jsou minerální vlnou tl. 80 mm s vrchní úpravou. Je provedena cirkulace teplé vody. Vývod teplé vody je pozinkovaný v dimenzi DN 80 a cirkulace v dimenzi DN 40. Provoz je řízený.

▪ Hala praktické výuky

V kotelně jsou instalovány dva ležaté ohříváče objemu á 2.000 litrů, ohřev boilerů je teplou vodou přes deskový výměník, alternativně elektricky o příkonu á 24 kW v každém ohříváči. Je provedena řízená cirkulace teplé vody. Rozvody jsou pozinkované s tepelnou izolací minerální vlnou s vrchní úpravou. Rozvod do haly je uveden v tabulce:

Teplá užitková voda 0,6 MPa					
Úsek	Délka (m)	Průměr (DN)	Provedení	Stáří	Tech.stav
kotelna - výrobní hala	15	50 / 32	top.kanál	1990	nezj.

▪ Kotelna

V kotelně je pro potřebu zázemí kotelny instalován jeden samostatný ohříváč objemu 630 litrů s parním ohřevem. Rozvody jsou pozinkované, s tepelnou izolací čedičovou rohoží tl. 20-30 mm a vrchní úpravou, do blízkých odběrných míst.

Rozvody teplé vody jsou pouze distribuční v objektech, proto nebyla sestavena tabulka rozvodů.

2.10 Energetické manažerství

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

2.11 Energetické vstupy do předmětu EA

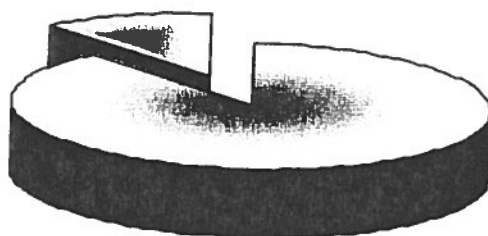
Dominantní podíl v nakupovaných energiích má nákup zemního plynu. Energetické vstupy do předmětu EA - průměr za roky 2002 - 2004.

Rok					2002-2004
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jedn.)	Přepočet na GJ	Roční náklad (Kč)
Nákup el.energie	MWh	432,646	3,6	1 558	850 529 Kč
Nákup tepla	GJ	0	1	0	- Kč
Zemní plyn	m ³	345 940	0,034	11 769	1 986 802 Kč
Propan	t	0	0	0	- Kč
Propan-butan	t	0	0	0	- Kč
Obnovitelné zdr.	GJ/MWh	0	0	0	- Kč

Jiné		0	0	0	- Kč
Celkem vstupy paliv a energie				13 327	2 837 331 Kč
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				13 327	2 837 331 Kč

ENERGETICKÁ BILANCE
celkem 13 327 GJ

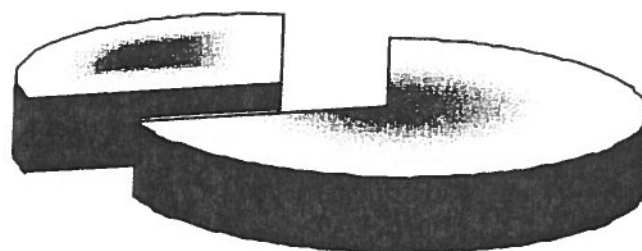
elektřina
12%



zemní plyn
88%

FINANČNÍ BILANCE
celkem 2 837,3 tis.Kč

elektřina
30%



zemní plyn
70%

3. Zhodnocení výchozího stavu

3.1 Roční energetická bilance stávajícího předmětu EA

Pro zhodnocení výchozího stavu byla sestavena průměrná roční energetická bilance za sledované období 2002 – 2004. Náklady na energie jsou uváděny bez DPH. Průměrná cena el. energie je 546,- Kč/GJ a zemního plynu 169,- Kč/GJ.

Rok	2002-2004	
Ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
Vstupy paliv a energie	13 327	2 837,3
Změna zásob paliv	-	-
Spotřeba paliv a energie	13 327	2 837,3
Prodej energie cizím	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	13 327	2 837,3
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1 919	323,9
Spotřeba energie na vytápění a TUV	9 850	1 662,9
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1558	850,5

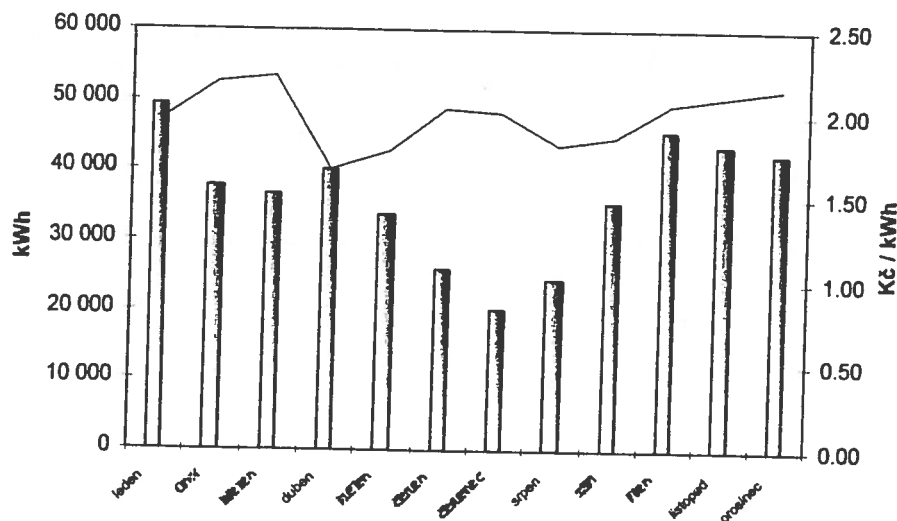
3.2 Elektrická energie

3.2.1 Rozbor spotřeby a meziroční vývoj

Z fakturačních podkladů dodavatele el. energie jsou sestaveny základní přehledy o nákupu elektrické energie v letech 2002 až 2004 za odběrné místo školy – velkoodběr.

ROK	energie		platba	cena energie	
2002	kWh	GJ	Kč	Kč/kWh	Kč / GJ
leden	49 201	177	96 535	1.96	545
únor	37 897	136	82 732	2.18	606
březen	36 633	132	81 318	2.22	617
duben	40 118	144	67 058	1.67	464
květen	33 666	121	60 064	1.78	496
červen	26 033	94	53 009	2.04	566
červenec	20 267	73	40 624	2.00	557
srpen	24 448	88	44 459	1.82	505
září	35 379	127	66 026	1.87	518
říjen	45 555	164	93 642	2.06	571
listopad	43 477	157	91 328	2.10	584
prosinec	42 282	152	91 085	2.15	598
CELKEM	434 956	1 566	867 880	2.00	554

ODBĚR EL. ENERGIE A PRŮMĚRNÁ CENA
rok 2002

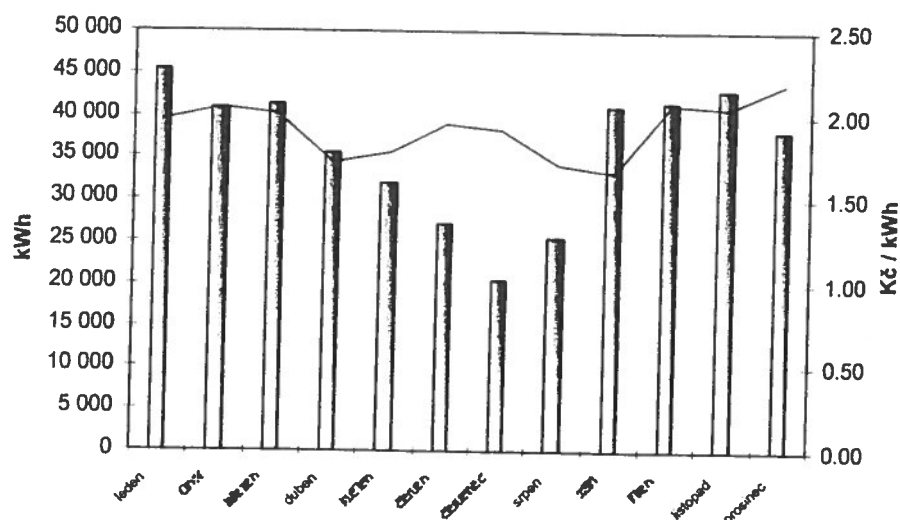


Z ročního diagramu spotřeby je patrný sezónní vliv významného segmentu spotřeby el. energie - to je osvětlení a odběr čerpadel topení. Vysoký podíl letní spotřeby ukazuje na významný podíl spotřeby na vaření a ostatní technologie. Tyto segmenty technologické spotřeby školy prakticky nezávisí na klimatických podmínkách roku, a proto je roční diagram poměrně velmi vyrovnaný. Zřetelný je samozřejmě prázdninový pokles odběru.

Příliš zřetelný není ani rozdíl mezi zimní a letní průměrnou cenou. Poměrně nízký podíl letního odběru totiž zvyšuje roční výslednou průměrnou cenu.

ROK	energie		platba	cena energie	
	kWh	GJ		Kč / kWh	Kč / GJ
2003					
leden	45 493	164	89 423	1.97	546
únor	40 951	147	83 689	2.04	568
březen	41 376	149	83 276	2.01	559
duben	35 584	128	61 126	1.72	477
květen	31 973	115	56 877	1.78	494
červen	27 190	98	53 071	1.95	542
červenec	20 334	73	38 895	1.91	531
srpen	25 392	91	43 366	1.71	474
září	41 154	148	68 405	1.66	462
říjen	41 631	150	86 171	2.07	575
listopad	42 930	155	87 720	2.04	568
prosinec	38 327	138	84 034	2.19	609
CELKEM	432 335	1 556	836 053	1.93	537

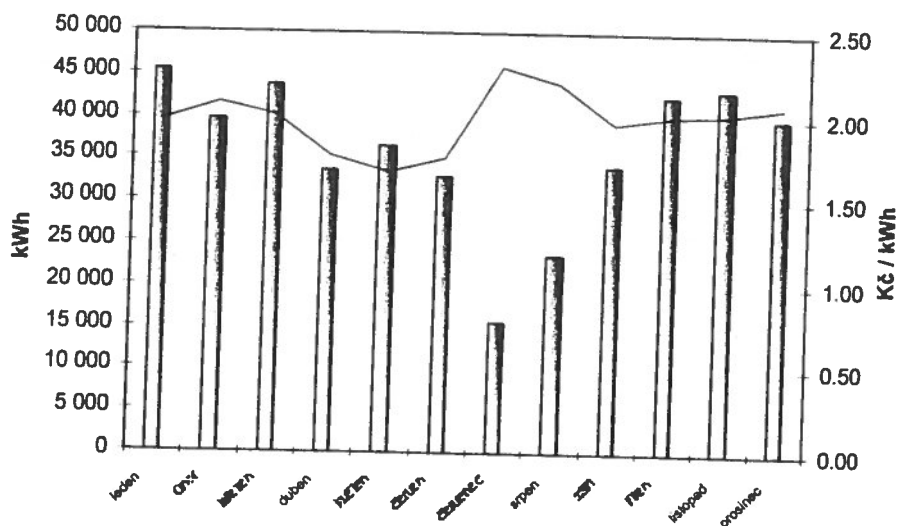
ODBĚR EL. ENERGIE A PRŮMĚRNÁ CENA
rok 2003



V tomto ročním diagramu je vliv sezónních spotřebičů v zimě – tj. osvětlení a čerpadel topení – mírně patrnější než v předchozím roce. Také rozdíly průměrné ceny v letní a zimní sezónu nejsou oproti předchozímu roku nijak zřetelnější. Charakteristika diagramů je tedy prakticky shodná.

ROK	energie		platba	cena energie	
	kWh	GJ		Kč/ kWh	Kč/ GJ
2004			Kč		
leden	45 490	164	89 839	1.97	549
únor	39 558	142	82 489	2.09	579
březen	43 644	157	87 656	2.01	558
duben	33 613	121	59 586	1.77	492
květen	36 546	132	60 923	1.67	463
červen	32 926	119	57 614	1.75	486
červenec	15 514	56	35 604	2.29	637
srpen	23 499	85	51 713	2.20	611
září	34 023	122	66 545	1.96	543
říjen	42 460	153	85 273	2.01	558
listopad	43 351	156	87 460	2.02	560
prosinec	40 023	144	82 953	2.07	576
CELKEM	430 647	1 550	847 655	1.97	547

ODBĚR EL. ENERGIE A PRŮMĚRNÁ CENA
rok 2004



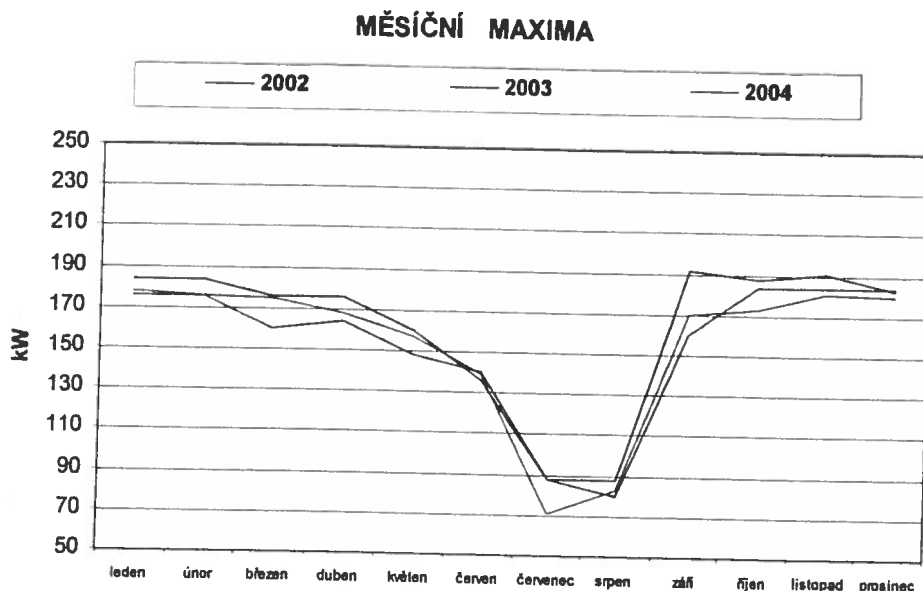
Roční odběrový diagram je opět poměrně vyrovnaný. Pokles odběru v červenci způsobil nárůst průměrné ceny. Ta je totiž mj. také závislá na poměru odběru energie a stálého platu za výkon.

3.2.2 Maxima odběru

Měření absolutního maxima, které nastává v době platnosti vysokého tarifu, je u řešeného areálu školy k dispozici z faktur dodavatele. Maximální okamžitý odběr v době platnosti VT je u tohoto typu odběru v sazbě B 3b s platem za smlouvené maximum důležitá hodnota, která ovlivňuje průměrnou cenu.

SOŠUT	2002	2003	2004
1/4 hod	kW	kW	kW
leden	176	184	178
únor	176	184	176
březen	160	176	175
duben	164	176	168
květen	148	160	157
červen	140	136	139
červenec	88	88	71
srpen	80	88	83
září	160	192	170
říjen	184	188	173
listopad	184	191	181
prosinec	184	183	180
maximum	184	192	181
minimum	80	88	71
průměr	154	162	154

Z tohoto vývoje je zřejmý meziroční pokles jak maximální, tak průměrné hodnoty změřeného maxima v roce 2004. Také z tohoto vývoje je patrný vliv sezónních spotřebičů – osvětlení a čerpadel topení.



Kromě výjimky prázdninových měsíců v červenci a srpnu má maximum vcelku vyrovnaný plynulý průběh. Je zřejmý mírný meziroční pokles, který souvisí s modernizací vybavení školy.

V trafostanici je instalován systém Piko 32 pro řízení maxima firmy Pelikán Zábřeh. Pro řízení maxima jsou v jednotlivých regulačních stupních vybrány bojler, vzduchotechnika odsávání a konvektomaty v kuchyni. Smlouvané maximum nebylo ve sledovaném období překročeno. Výstupů z energetického systému je také využito pro sledování odběrů energie vybraných technologických uzlů.

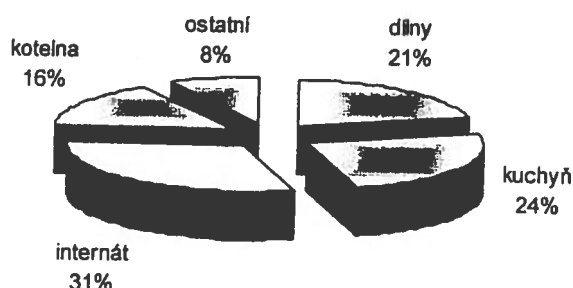
3.2.3 Struktura odběru a tarifní zařazení

Svým odběrem kolem 0,43 GWh za rok a maximem nad 150 kW neplnila škola ani v roce 2004 zákonné podmínky pro oprávněného zákazníka. Ty splní až od roku 2005, kdy bude možné hledat nejvhodnějšího dodavatele. Toho bude jistě zajímat vývoj odběrových profilů a také spotřeba podle tarifů. Členění odběru školy není vzhledem k zásadním změnám v tarifní politice dodavatele od roku 2005 uváděno v rozdělení odběru el. energie na jednotlivá klasická tarifní pásma.

Z podkladů provozovatele, vycházejících z energetického řídicího systému PIKO 32, je uvedeno rozdělení spotřeby podle technologických celků.

duben 2005	energie	podíl
	GJ / měsíc	%
dělny	8 001	21.0
kuchyně	9 235	24.2
internát	11 527	30.3
kotelna	6 200	16.3
ostatní	3 143	8.2
CELKEM	38 106	100.0

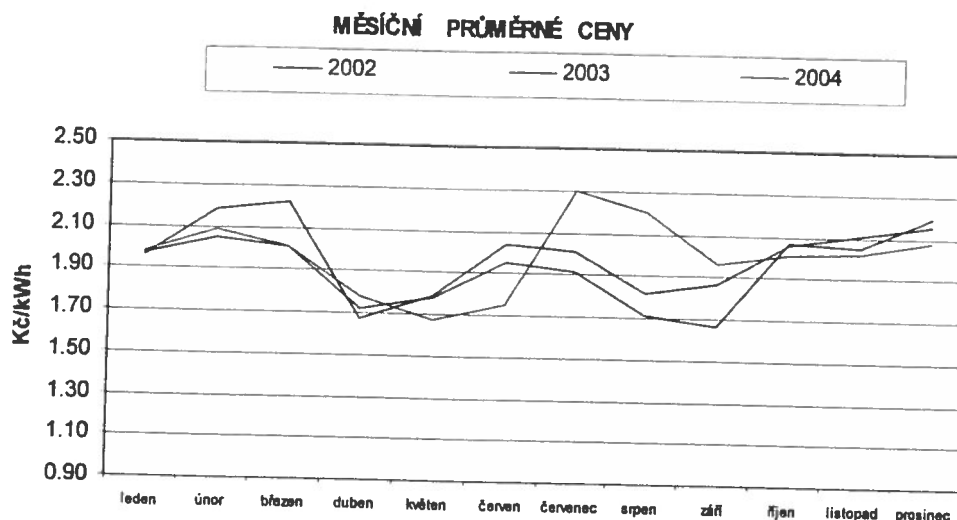
ENERGETICKÁ BILANCE ročně celkem 1 560 GJ



Z fakturačních podkladů je provedena také analýza měsíčního vývoje průměrné ceny. Ta má rozkolísaný průběh v závislosti na sezónní ceně dodavatele. Dále se mění také v závislosti na vývoji poměru odběru ve vysokém a nízkém tarifu a také na poměru odběru energie a stálého platu za výkon. Právě tento nárůst podílu platu za výkon způsobuje výkyvy v letní ceně el. energie.

Dosažená průměrná cenová úroveň je u tohoto typu odběratelů s významným podílem spotřebičů v době nízkého tarifu obvyklá.

	SOŠUT Česká Třebová		
	2002	2003	2004
	Kč /kWh	Kč /kWh	Kč /kWh
leden	1.96	1.97	1.97
únor	2.18	2.04	2.09
březen	2.22	2.01	2.01
duben	1.67	1.72	1.77
květen	1.78	1.78	1.67
červen	2.04	1.95	1.75
červenec	2.00	1.91	2.29
srpen	1.82	1.71	2.20
září	1.87	1.66	1.96
říjen	2.06	2.07	2.01
listopad	2.10	2.04	2.02
prosinec	2.15	2.19	2.07
celkem	2.00	1.93	1.97



Významný nárůst průměrné ceny v letních měsících roku 2004 byl způsoben poruchou kompenzační automatiky, kdy docházelo k nevyžádané dodávce jalové energie. To bylo penalizováno celkovou částkou asi 17 tis. Kč.

Další penalizace za strany dodavatele se vyskytly pouze za nedodržení sjednaného čtvrtletního objemu el. energie, ale pohybovaly se pouze v obvyklých úrovních a vliv na celkovou průměrnou cenu byl pouze okrajový.

Tarifní sazby pro oprávněného zákazníka od roku 2005 budou podle zcela individuálně sjednaných podmínek. Sjednání ovšem podléhá pouze dodávka silové energie, systémové poplatky za distribuci jsou i nadále určeny regulačním úřadem. Výběr nejlepšího dodavatele se bude potom zřejmě opakovat každý rok. Na základě vlastního výběrového řízení bude možné vybrat nejvhodnějšího dodavatele. Kriteria by neměla být jen nabídnutá cena, ale také komplex dodacích podmínek a případné požadavky na přesnost predikce odběru. Nezanedbatelné budou i další nabídnuté služby, ale zejména reference dodavatele.

3.2.4 Osvětlení

Umělé osvětlení ve většině prostorů školního areálu již bylo také zrekonstruováno spolu s elektroinstalací. V celém areálu školy včetně chodeb jsou většinou instalovány moderní energeticky přijatelné lineární zářivky.

Osvětlení ve třídách je provedeno vesměs ve třech řadách po třech až čtyřech zářivkových zdrojích 2x 36 W. Prostor u tabule je obvykle doplněn dvěma zářivkami téhož typu směřovaných na konzolách. Podle projektu elektroinstalace a provedení orientačního měření je dosahovaná úroveň osvětlenosti ve všech prostorách školy vyhovující.

3.3 Vlastní energetický zdroj

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje jsou obsaženy v tabulkách. Vyplyvá z nich, že zdroj jako celek pracoval s průměrným využitím do 700 hod./rok a to je velmi nízká hodnota, která ukazuje na dnes vysoké zálohování výkonu (a původní záměry

rozšíření areálu o další objekty). Při uvažování výkonu jen jednoho kotle je průměrné využití přibližně 1.600 hodin a malého a velkého kotle společně asi 1.200 hodin. Tento stav potvrzují rovněž zjišťované roční provozní hodnoty na jednotlivé kotle: v r.2003 to bylo na K1 - 1561 hodin, na K2 - 1.122 hodin a na K3 - 236 hodin, v roce 2004 na K1 - 2002 hodin, na K2 - 1226 hodin a na K3 jen - 12 hodin.

Rok	2002	
Ukazatel	Vypočtená hodnota	Jednotka
Roční energetická účinnost zdroje	0,85	čís/%
Roční energetická účinnost výroby el.energie	x	čís/%
Roční energetická účinnost výroby tepla	0,85	čís/%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	x	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,18	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	676	hod/rok

Rok	2003	
Ukazatel	Vypočtená hodnota	Jednotka
Roční energetická účinnost zdroje	0,85	čís/%
Roční energetická účinnost výroby el.energie	x	čís/%
Roční energetická účinnost výroby tepla	0,85	čís/%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	x	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,18	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	677	hod/rok

Rok	2004	
Ukazatel	Vypočtená hodnota	Jednotka
Roční energetická účinnost zdroje	0,85	čís/%
Roční energetická účinnost výroby el.energie	x	čís/%
Roční energetická účinnost výroby tepla	0,85	čís/%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	x	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,18	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	x	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	700	hod/rok

Zdroj je obecně ještě v dobrém stavu a nejsou k němu významnější připomínky. Je provedeno měření emisí a stanovena průměrná účinnost 86-90% a to je ještě nejnižší hodnota, která vyhovuje požadavkům vyhlášky č.150/2001 Sb., která stanoví minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie. Pro palivové kotle spalující zemní plyn jsou požadovány tyto minimální hodnoty:

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

Bez ohledu na stav a parametry zdroje je zřejmé, že nosnou otázkou areálu je koncepce vytápění. Parní systém instalovaný na přelomu osmdesátých/devadesátých během prvních pěti let životnosti, vzhledem k nástupu nových technologií a obecnému snižování energetické náročnosti, morálně i technicky zastaral, je zdrojem nezanedbatelných energetických ztrát i trvalých provozních (mzdových) nákladů na nepřetržitou obsluhu – ty za poslední rok činily přibližně 718.000,-Kč. Navíc pára jako médium není, a ani v době vzniku zřejmě nebyla, v areálu potřebná. Dnes se pára obecně zachovává, nebo zřizuje, jen tam, kde to je technologicky nezbytné a nevyhnutelné, což ale rozhodně není případ areálu školy. Bude potřebné začít připravovat koncepci rekonstrukce zdroje/zdrojů v areálu školy.

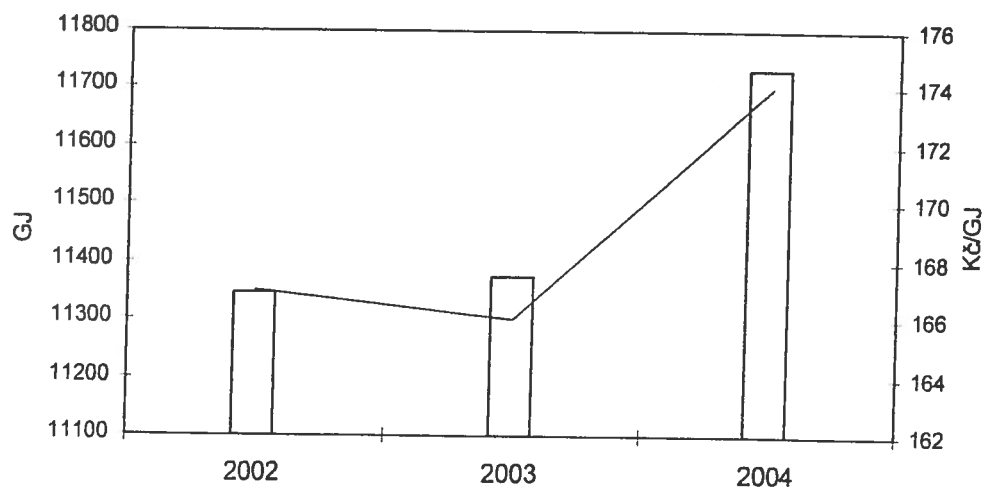
3.4 Zemní plyn

3.4.1 Rozbor spotřeby a meziroční vývoj

Cena zemního plynu obecně se nejvýrazněji mění v závislosti na regulované ceně podle cenových výměrů ERÚ. Meziroční vývoj ceny a spotřeby v jednotlivých odběrech je nejlépe charakterizován následujícími grafy:

- Kotelna

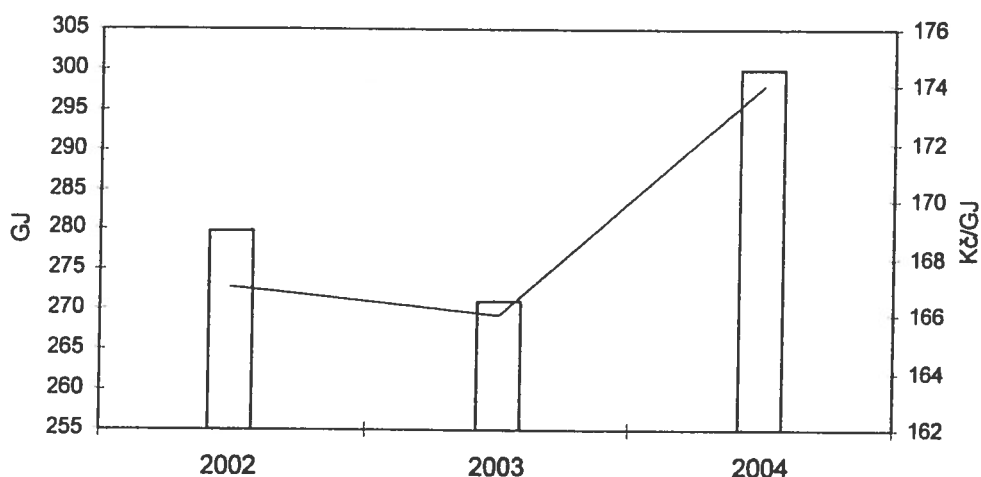
ODBĚR PLYNU A PRŮMĚRNÁ CENA



Meziroční vývoj objemu spotřeby byl ve sledovaných letech stoupající – celkový nárůst přibližně o 3,5%. Celkové hodnocení nákupu plynu bude ale provedeno až po stanovení energetické náročnosti staveb.

▪ Kuchyň

ODBĚR PLYNU A PRŮMĚRNÁ CENA



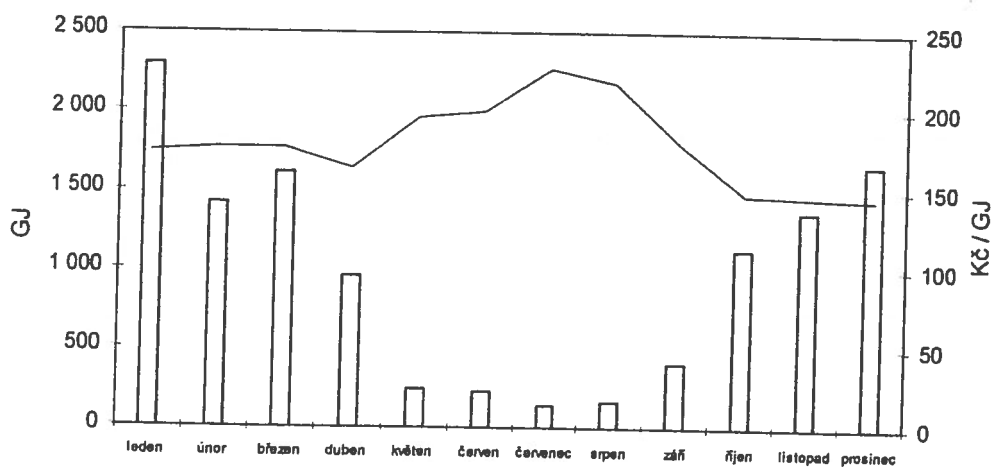
Meziroční objem spotřeby byl kolísavý a závisí na množství jídel a objemu letního provozu. Celkově kolísal v rozmezí 10%.

Meziroční vývoj jednotkové ceny byl celkově s mírně stoupajícím trendem (4%).

Následující tabulky a grafy specifikují měsíční průběh spotřeby v jednotlivých letech a byly z nich dále stanoveny energetické náročnosti jednotlivých oblastí energetiky:

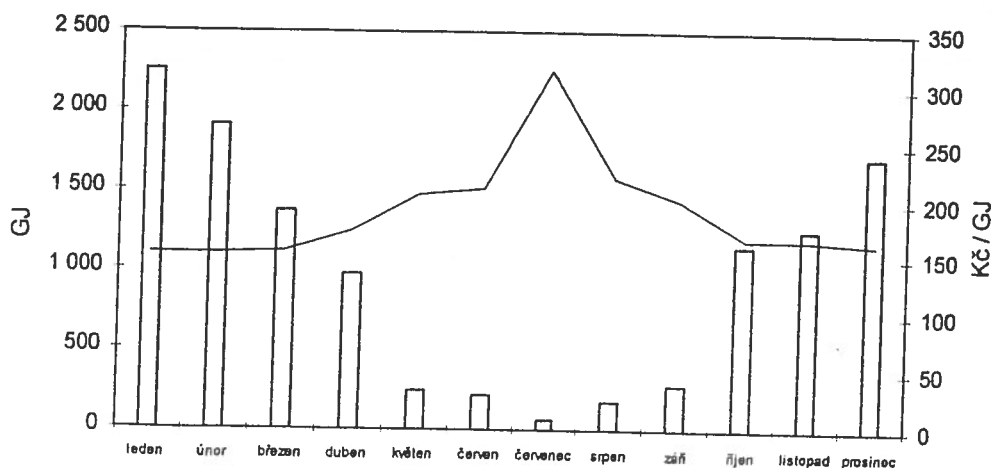
ROK	energie		platba	cena energie
2002	m3	GJ	Kč	Kč / GJ
leden	67463	2 295	400 349	174
únor	41747	1 420	251 566	177
březen	47348	1 611	283 981	176
duben	28185	959	157 839	165
květen	7061	240	47 269	197
červen	6639	226	45 127	200
červenec	4170	142	32 162	227
srpen	4759	162	35 262	218
září	12020	409	73 327	179
říjen	33010	1 123	166 274	148
listopad	40193	1 367	200 175	146
prosinec	49147	1 672	242 485	145
CELKEM	341 742	11 626	1 935 818	167

ODBĚR PLYNU A PRŮMĚRNÁ CENA
rok 2002



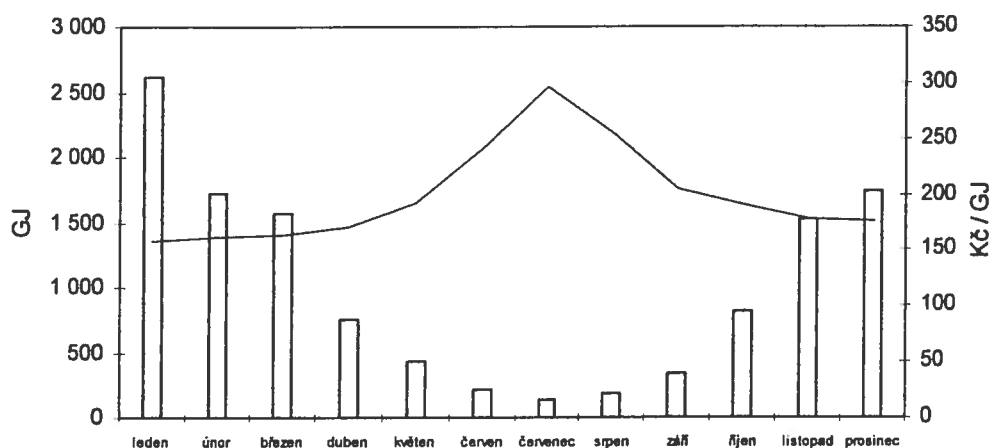
ROK	energie		platba	cena energie
2003	m3	GJ	Kč	Kč / GJ
leden	66265	2 254	346 843	154
únor	56201	1 912	295 490	155
březen	40379	1 374	215 492	157
duben	28561	972	169 563	175
květen	7202	245	50 652	207
červen	6485	221	46 692	212
červenec	2042	69	21 947	316
srpen	5427	185	40 831	221
září	8386	285	57 302	201
říjen	34018	1 157	193 100	167
listopad	36997	1 259	209 101	166
prosinec	50383	1 714	280 894	164
CELKEM	342 346	11 647	1 927 908	166

ODBĚR PLYNU A PRŮMĚRNÁ CENA
rok 2003



ROK	energie		platba	cena energie
2004	m3	GJ	Kč	Kč / GJ
leden	76684	2 609	411 694	158
únor	50784	1 728	279 522	162
březen	46287	1 575	256 718	163
duben	22334	760	129 354	170
květen	12527	426	81 580	191
červen	6205	211	50 871	241
červenec	3988	136	40 125	296
srpen	5407	184	47 025	256
září	9762	332	68 148	205
říjen	23827	811	153 863	190
listopad	44980	1 530	272 256	178
prosinec	50946	1 733	305 525	176
CELKEM	353 731	12 034	2 096 680	174

ODBĚR PLYNU A PRŮMĚRNÁ CENA
rok 2004



3.5 Objekty a jejich energetická náročnost

3.5.1 Tepelně izolační vlastnosti

Stavby byly posouzeny a hodnoceny podle normy ČSN 06 0210, ČSN 73 0540/2002 a vyhlášky č.291/2001 Sb. Společným cílem požadavků těchto předpisů je vyhodnotit stavby jako celek a jejich hlavní konstrukce kvnějšímu prostředí podle aktuálně platných požadavků.

Výsledkem hodnocení je zjištění rozdílů mezi požadavky a skutečností a klasifikace stavby. Jsou specifikovány základní požadavky na zlepšení současného stavu (pro dosažení stavu požadovaného) a výsledné parametry objektu. Cílem všech těchto možných úprav je zlepšení ochrany tepla, jako jednoho z hlavních požadavků na stavby, a snížení energetické náročnosti. V rámci rozboru byly stanoveny tyto rozhodující ukazatele a parametry:

Q_c celková tepelná ztráta podle ČSN 06 0210 (kW),
 $\theta_{im} (T_{im})$ převažující návrhová vnitřní teplota (°C),

E_{vp}	spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát prostupem (kWh/rok)
E_{vv}	spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát větráním (kWh/rok),
E_{vz}	tepelné zisky z vnitřních zdrojů za otopné období (kWh/rok),
E_{zs}	tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období (kWh/rok),
E_r	roční energetická náročnost na otop pro průměrné klimatické podmínky Česka podle vyhlášky č. 291/2001 Sb. (kWh/rok, GJ/rok),
E_{ro}	roční energetická náročnost na otop po úpravě pro odchylný počet denostupňů dané oblasti, podle vyhlášky č.291/2001 Sb. (kWh/rok, GJ/rok),
A/V	geometrická charakteristika budovy (1/m),
e_v	skutečná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m ³ a),
$e_{v,N}$	požadovaná (normová) měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m ³ a),
SEN	stupeň energetické náročnosti budovy podle ČSN 73 0540-2/2002 (%). Objekt splňuje aktuální požadované hodnoty normy, je-li SEN = 100 %. Rozdělení objektů podle SEN:

A	do 40% vč.	mimořádně úsporná
B	do 60% vč.	velmi úsporná
C	do 80% vč.	úsporná
D	do 100% vč.	vyhovující
E	do 120% vč.	nevyhovující
F	do 150% vč.	výrazně nevyhovující
G	nad 150%	mimořádně nevyhovující

Pro stanovení tepelně technických vlastností konstrukcí byl použit sw program TOB. Stav objektů obecně odpovídá době výstavby a byly průběžně udržovány, tzn. že na nich není zjevná zanedbaná údržba. Konstrukce vyhovovaly tehdy platným požadavkům na tepelně izolační vlastnosti a dnes je potřebné jejich zateplení.

- Parametry konstrukcí a objektu Hlavní budova – křídla+střed v aktuálním stavu

Pro výpočty byly použity následující parametry konstrukcí a jejich srovnání se současnými normovými požadavky:

U (W/m ² K)	Skutečnost	Požadovaná hodnota
obvodový plášť	1,18/1,22/1,28/1,54/1,87	0,38
střecha	1,63	0,30
strop	0,23/1,58/1,90	0,30
podlaha	1,20/0,75	0,60
výplně otvorů	1,60/2,80/3,00/3,80/4,70/6,50	1,80

Ze srovnání vyplývá, že rozhodující konstrukce k vnějšímu prostředí nesplňují aktuální požadavky normy ČSN 73 0540/2002. Pro dosažení požadovaných hodnot součinitelů prostupů tepla U podle ČSN 73 0540/2002 je potřebné zateplení

u obvodového pláště min.	90 mm
u obvodového pláště chodeb a schodiště min.	60 mm
u ploché střechy v předpokládané skladbě min.	120 mm
u stropu do půdy v předpokládané skladbě (mimo realiz.izolace) min.	120 mm
u podlahy nad suterénem min.	60 mm
izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,040$ W/mK.	

Přehled rozhodujících tepelně technických parametrů objektu a energetické náročnosti je, vzhledem k rozsahu, uveden v tabulce v příloze. Stavba jako celek nesplňuje současně

požadavky na měrnou energetickou náročnost a je klasifikována jako výrazně nevyhovující. Po možném zateplení všech rozhodujících konstrukcí na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla bude charakterizována jako úsporná. Z tabulky v příloze vyplývá, že dominantní tepelné ztráty jsou obvodovým pláštěm a následují výplně otvorů. Třetím v pořadí je strop nejvyššího podlaží, jehož parametry ovlivňují stav prostředí v místnostech nejvyššího podlaží, a podlaha nad suterénem, jejíž parametry mají nezanedbatelný vliv na prostředí v nejnižším podlaží.

- Parametry konstrukcí a objektu Hlavní budova – sál/kuchyň/jídelna v aktuálním stavu

Pro výpočty byly použity následující parametry konstrukcí a jejich srovnání se současnými normovými požadavky:

U (W/m ² K)	Skutečnost	Požadovaná hodnota
obvodový plášť	1,18/1,22/1,28/1,54/1,87	0,38
střecha	1,63	0,30
strop	0,23/1,58/1,90	0,30
podlaha	1,20/0,75	0,60
výplně otvorů	1,60/2,80/3,00/3,80/4,70/6,50	1,80

Ze srovnání vyplývá, že rozhodující konstrukce k vnějšímu prostředí nesplňují aktuální požadavky normy ČSN 73 0540/2002. Pro dosažení požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla U podle ČSN 73 0540/2002 je potřebné zateplení

u obvodového pláště min. 90 mm
u obvodového pláště sálu a přilehlých prostor min. 60 mm
u stropu do půdy v předpokládané skladbě min. 160 mm
izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,040$ W/mK.

Přehled rozhodujících tepelně technických parametrů objektu a energetické náročnosti je, vzhledem k rozsahu, uveden v tabulce v příloze. Stavba jako celek nesplňuje současné požadavky na měrnou energetickou náročnost a je klasifikována jako výrazně nevyhovující. Po možném zateplení všech rozhodujících konstrukcí na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla bude charakterizována jako úsporná. Z tabulky v příloze vyplývá, že dominantní tepelné ztráty jsou obvodovým pláštěm a následuje jednoduchý strop nad sálem. Třetím v pořadí jsou výplně (po výměně) a shodně uzavírají podlaha a střecha. Vzhledem ke způsobu využívání objektu, daným společenským sálem, je při případném zateplování nutné postupovat podle předpokladů dalšího využívání objektu.

- Parametry konstrukcí a objektu Dílny v aktuálním stavu

Pro výpočty byly použity následující parametry konstrukcí a jejich srovnání se současnými normovými požadavky:

U (W/m ² K)	Skutečnost	Požadovaná hodnota
obvodový plášť	0,86 / 0,66	0,38 / 0,30
střecha	0,70	0,30
podlaha	0,52 / 1,47	0,38 / 0,30
výplně otvorů	3,00/4,00/4,50/6,50	1,80

Ze srovnání vyplývá, že rozhodující konstrukce k vnějšímu prostředí nesplňují aktuální požadavky normy ČSN 73 0540/2002. Pro dosažení požadovaných hodnot součinitelů prostupů tepla U podle ČSN 73 0540/2002 je potřebné zateplení

u obvodového pláště min.	80 mm
u ploché střechy v předpokládané skladbě min.	80 mm
u podlahy nad vnějším prostředím min.	120 mm

izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

Přehled rozhodujících tepelně technických parametrů objektu a energetické náročnosti je, vzhledem k rozsahu, uveden v tabulce v příloze. Stavba jako celek nesplňuje současné požadavky na měrnou energetickou náročnost a je klasifikována jako výrazně nevyhovující. Po možném zateplení všech rozhodujících konstrukcí na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla bude charakterizována jako úsporná. Z tabulky v příloze vyplývá, že dominantní tepelné ztráty jsou pásy ocelových výplň otvorů, následuje obvodový plášť, střecha a podlaha. Nejvýznamnější vliv na vnitřní mikroklima mají zjevně výplně otvorů s nevyhovujícími tepelně izolačními parametry. Projevuje se u nich také zatékání.

▪ Parametry konstrukcí a objektu Hala praktického vyučování v aktuálním stavu

Pro výpočty byly použity následující parametry konstrukcí a jejich srovnání se současnými normovými požadavky:

$U \text{ (W/m}^2\text{K)}$	Skutečnost	Požadovaná hodnota
obvodový plášť	0,86	0,38
střecha	0,54	0,30
strop	1,38	0,30
podlaha	0,44	0,38
výplně otvorů	2,60/2,80/3,70/4,00/4,70/6,50	1,80

Ze srovnání vyplývá, že rozhodující konstrukce k vnějšímu prostředí nesplňují aktuální požadavky normy ČSN 73 0540/2002. Pro dosažení požadovaných hodnot součinitelů prostupů tepla U podle ČSN 73 0540/2002 je potřebné zateplení

u obvodového pláště zděného v části s 2.NP min.	80 mm
u obvodového pláště zděného v halách min.	40 mm
u obvodového pláště montovaného na celkem min.	120 mm
u stropu nad 2.NP na celkem min.	120 mm
u montované střechy na celkem min.	160 mm

izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

Přehled rozhodujících tepelně technických parametrů objektu a energetické náročnosti je, vzhledem k rozsahu, uveden v tabulce v příloze. Stavba jako celek nesplňuje současné požadavky na měrnou energetickou náročnost a je klasifikována jako výrazně nevyhovující. Po možném zateplení všech rozhodujících konstrukcí na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla bude charakterizována jako úsporná. Z tabulky v příloze vyplývá, že dominantní tepelné ztráty jsou velkými plochami beztmelého zasklení a ve srovnatelné úrovni pak následují ostatní konstrukce.

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

Další tabulka srovnává výpočtové předpoklady energetické náročnosti objektů, korigované na skutečný vývoj topného období, s reálnou spotřebou tepla pro vytápění:

období/rok	předpoklad spotřeby tepla (GJ)	skutečná spotřeba tepla (GJ)	odchylka (%)
2002	7995	7544	- 6
2003	8127	7570	- 7
2004	8083	7874	- 3

Ve vztahu skutečné energetické náročnosti ke skutečnému vývoji topného období byla spotřeba nižší průměrně o 5%, což svědčí o úsporném provozu areálu v rámci daných technických možností a celkového stavu soustavy.

Pro vytápění budov jsou stanoveny ve vyhlášce č.152/2001 Sb. měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění, vztažené na 1 m² plochy nebytových prostor, započitatelné podlahové plochy bytů a společných prostor bytových budov. Porovnání skutečně dosažených výsledků s těmito limitními hodnotami vyhodnotí provoz energetického hospodářství a stav objektů a zařízení. Měrné ukazatele jsou dány při průměrné výšce stropu místnosti 2,7 m a při vytápění ze zdroje tepla s násypnými kotli na tuhá paliva jsou 0,7 GJ/m² za otopné období nebo 0,206 MJ/m²D°, a při vytápění z ostatních zdrojů tepla jsou 0,55GJ/m² nebo 0,162 MJ/m²D°. Pro jinou průměrnou výšku místnosti se hodnoty přepočtou poměrem.

Ve sledovaném období bylo pro vytápění průměrně spotřebováno 9.400 GJ energie pro vytápění a tomu odpovídá průměrná měrná energetická náročnost ve výši 0,522 GJ/m². Nedochází tak k překročení limitní hodnoty 0,55 GJ/m².

3.6 Vytápění

Způsoby řízení dodávky tepelné energie, požadavky na tepelné izolace a další parametry vytápění (a přípravy teplé užitkové vody) upravuje vyhláška č.151/2001 Sb. Cílem nových realizací i úprav stávajících systémů podle těchto požadavků je optimalizace jejich provozu a snižování energetických ztrát.

V oblasti regulace a řízení dodávky tepelné energie se jedná zejména o správné dimenzování tepelných čerpadel a využívání typů s plynulou nebo třístupňovou regulací otáček, automatickou regulaci parametrů teplonosné látky ve zdroji a ve spotřebiči a také s ohledem na situování budovy ke světovým stranám, lokální regulaci umožňující zohlednění místních tepelných zisků a aktuální využití prostorů, a v neposlední řadě o optimalizaci průtoků a bezhlučnosti soustav. Všechna tato opatření lze dnes považovat za standard, který

navíc patří obecně k energeticky i ekonomicky efektivnějším opatřením ve srovnání s jinými možnými zásahy (např. zateplováním).

Pozn.: Provádění zateplování vždy váže zpětně na topné systémy – po provedení zateplení objektu musí být upravena většina parametrů topné soustavy.

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

Předepsané síly izolace u vnitřních rozvodů (pokud nebude využito optimalizačního výpočtu) se volí u dimenze potrubí do DN 20 minimálně 20 mm, dimenze DN 20 – DN 35 minimálně 30 mm, u dimenze DN 40 – DN 100 se volí síla izolace minimálně velikosti dané DN, nad DN 100 se volí min.tl. 100 mm izolačního materiálu součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ (při 0°C). U vnitřních rozvodů z plastových a měděných potrubí se tloušťka izolace použije podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN. U ostatních rozvodů (tedy mimo vnitřních) se síla tepelné izolace stanovuje vždy optimalizačním výpočtem.

V návaznosti na specifikované požadavky lze konstatovat, že topné systémy v areálu školy převážně nesplňují uvedené standardy – z obecných standardů je provedena základní ekvitemní regulace parametrů teplosné látky a regulace zónová.

Nové termostatické ventily s termostatickými hlavicemi jsou instalovány jen v části hlavní budovy, nové termostatické ventily bez hlavic jsou umístěny v dílnách. Ventily byly instalovány v rámci údržby, bez projektové dokumentace, která by specifikovala průtokové přednastavení.

Většina čerpadel je původních a jsou obvykle předimenzovaná a jednotlivé okruhy nemají provedeno průtokové přednastavení a řešení regulaci diferenčního tlaku. V části hlavního objektu jsou používány zbytky parního vytápění, které není vhodně regulovatelné.

Rezervy se dále vyskytují v oblasti tepelných izolací, kdy nejsou ve všech případech splněny aktuální požadavky – PE skořepiny do tl. 20 mm jsou obvykle nedostatečné, lokálně chybí tepelné izolace zcela (po zásazích do rozvodu nebyla izolace obnovena). V objektu haly praktického vyučování (dnes pronajato) nebyly tepelné izolace rozdělovačů/sběračů a navazujících rozvodů nikdy provedeny!

Také rozvody páry a kondenzátu obecně nejsou na současné požadavky dostatečně izolovány.

3.7 Vzduchotechnika

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

Starší vzduchotechnické systémy jsou dnes obecně v provozně problematickém stavu a morálně zastaralé. Neobsahují rekuperaci (ohřev přiváděného vzduchu teplem vzduchu odváděného) a mnohdy ani potřebný regulační systém, průtoky vzduchu nejsou zaregulovány a v případě např. mastných nečistot (kuchyň) se systému nevěnuje potřebná

pozornost a pravidelná údržba. Zařízení jsou proto většinou odstavena, protože při provozu způsobují diskomfortní prostředí charakterizované chladem či průvanem.

Tento obecnější stav není typickým v posuzovaném subjektu. Systém kuchyně byl rekonstruován, plní hygienické požadavky a obsahuje také rekuperaci. Pouze regulační systém dnes již prakticky nemá servisní zajištění.

Také zařízení větrání umývárny je v provozu krátkou dobu a obsahuje rekuperaci. Stav ostatních zařízení v areálu je problematický a využívají se jen omezeně a nebo se nevyužívají. To se týká zařízení společenského sálu (vzhledem k nízké době využití se systém nevyplatí rekonstruovat) a objektu dílen (změnily se požadavky na provoz objektu, zařízení jsou diskomfortní). Původní podokenní větrací jednotky SND se dnes využívají jako běžná topná tělesa, protože jejich teplovodní ohřevy jsou zapojeny na ekvitermně regulovaných radiátorových okruzích, což je nevhodné a neumožňuje řádnou funkci.

Výhledově bude potřebná rekonstrukce některých zařízení v návaznosti na skutečné potřeby areálu. Protože provedenou rekonstrukcí může dojít, proti současnému stavu, ke zvýšení energetické náročnosti, nebudou dále rekonstrukce vzduchotechniky zahrnuty do opatření návrhové části.

Menší, lokální systémy jsou určeny pouze pro krátkodobý odtah znehodnoceného vzduchu. Při jejich provozu je nutné dbát zejména na délku chodu ventilátoru, aby nedocházelo k nadměrnému odvětrávání nad dobu nezbytně nutnou s ohledem na charakter umístění.

3.8 Příprava teplé užitkové vody

V oblasti přípravy a užití teplé užitkové vody platí obdobné požadavky jako na vytápění - je limitována energetická náročnost pro její přípravu a shodně jsou aplikovány požadavky na tepelné izolace rozvodů a zásobníků.

V areálu se teplá voda připravuje na celkem čtyřech místech a celková jednorázová kapacita je 31 m³ teplé vody. Teplota se v zásobnících udržuje na obvyklé úrovni 55-60°C. Cirkulace teplé vody jsou řízeny. Zásobníky jsou dostatečně tepelně izolovány, rezervy se vyskytují v tepelných izolacích rozvodů.

Limitní hodnoty měrné spotřeby energie pro přípravu se stanovují odlišně pro přípravu vody v zásobované budově a mimo ní. Limitní hodnoty pro přípravu v budově jsou 0,2 GJ/m²rok nebo 0,3 GJ/m³, pro přípravu mimo budovu jsou pak mírně vyšší a jsou 0,25 GJ/m²rok nebo 0,35 GJ/m³ teplé vody. Dále jsou stanoveny obecné nepřekročitelné limity, které jsou proti předchozím vyšší o 50%. Pro přípravu v budově to je tedy 0,3 GJ/m²rok nebo 0,45 GJ/m³, pro přípravu mimo budovu pak 0,375 GJ/m²rok nebo 0,525 GJ/m³ teplé vody.

V posuzovaném areálu se podrobněji jednotlivé vstupy pro vyhodnocení měrné náročnosti nesledují a proto nebylo provedeno. Sleduje se sice částečně množství připravené teplé vody, ale vodoměry jsou původní necejchované a pravděpodobně vykazují chybu měření (doba ověřování vodoměrů studené vody je 6 roků). Předpoklad z bilance spotřeby tepla je 3.700m³ teplé vody/areál/rok.

3.9 Využití obnovitelných zdrojů energie

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

Přitom využití biomasy je uvažováno jako nejčastější. Využití obnovitelných zdrojů patří obvykle k investičně náročnějším (proti klasickým spalovacím zdrojům) a bývá proto i dotačně podporováno.

Při zpracování energetického auditu bylo provedeno posouzení využití obnovitelných zdrojů a návrh opatření je uveden, včetně ekonomického vyhodnocení, v návrhové části. Jako relevantní bylo uvažováno s instalací solárních systémů pro podporu přípravy teplé vody pro potřebu hlavního objektu. Teprve chybějící příkon bude doplněn současným parním ohřevem.

3.10 Financování metodou EPC

Protože se energetický audit zpracovává pro příspěvkovou organizaci, hledal se také dílčí soubor technických a organizačních opatření ke snížení spotřeby energie, jejichž realizaci lze uhradit z uspořené nákladů za nespotřebovaná paliva a energii, za období nepřekračující polovinu stanovené odpisové doby příslušného hmotného majetku, zejména energetického hospodářství a budov.

I přes některé zjištěné problematické okruhy nenašel audit žádná opatření, která by plnila uvedené požadavky, byla financovatelná metodou EPC a jejich návratnost byla do cca šesti roků.

4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

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

V oblasti nákupu el. energie doporučujeme vést s dodavatelem el. energie jednání o předání trafostanice do správy a provozu VČE a tento požadavek podpořit existujícím transitem el. energie pro další nezávislé subjekty (nájemce - firmu Miko, také bytové odběry v areálu školy). Tento postup by výhodně vyřešil problém stávajících dožívajících 40 let starých původních transformátorů VN/NN.

V souvislosti s dokončením rekonstrukce elektroinstalace inovovat také původní, poněkud zastaralé, osvětlení v jídelně.

Velký podíl spotřeby el. energie je spotřebován při vaření ve školní kuchyni, a proto je vhodné v rámci prohloubení energetického managementu personál kuchyně seznámit s obecnými zásadami hospodárného využití energií:

- předehtřvat zařízení pouze bezprostředně před jeho použitím,
- využít plné kapacity zařízení, minimalizovat prostoje, snížit přestávky a doby chladnutí,
- volit správnou velikost zařízení pro každou kuchařskou činnost ,
- udržovat kvalitní těsnění dveří mrazničky a chladničky,
- chlazené a mražené potraviny ukládat ihned po dodání,
- minimalizovat doby otevírání chladniček a mrazniček,
- udržovat čisté (bez námrazy) výparníkové plochy chladících zařízení,
- zajišťovat systematicky běžnou údržbu a opravy zařízení.

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

- průběžně zlepšovat tepelné izolace rozvodů vytápění a teplé užitkové vody,
- průběžně zlepšovat tepelné izolační vlastnosti konstrukcí jednotlivých objektů,
- instalovat vodoměry studené vody k jednotlivým přípravám teplé vody a zavést jejich odečítání v rámci energetického manažerství (zjištěné relevantní údaje budou potřebné také při návrhu nových zařízení),
- prohloubit energetické manažerství při provozu areálu.

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

▪ Opatření č.1 – Instalace solárního systému

Opatření navrhuje instalaci solárního systému pro podporu přípravy teplé užitkové vody ve strojovně severního křídla. Bude instalován kombinovaný smaltovaný boiler, s měděnou solární vložkou, předpokládaného objemu 800 litrů. Kolektorové pole je uvažováno z plochých kolektorů umístěných na střeše s aktivní plochou cca 16m². Rozvody měděné, izolace minerálními skořepinami. Součástí opatření je zpracování projektové dokumentace. Cena obsahuje DPH.

Investiční náklad (tis.Kč)	300	Životnost opatření (roky)	20
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	7	Energetická úspora (GJ/rok)	40
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	1	Prostá návratnost (roky)	nedosažena

▪ Opatření č.2 – Zateplení stropů do půdy u severního a jižního křídla a středu

Opatření navrhuje zateplení stropů nejvyššího podlaží do půdy. Parametry zateplení budou voleny v souladu s vyhodnocením v předchozí kapitole - pro dosažení požadovaných hodnot podle ČSN 73 0540/2002 bude provedeno zateplení min. 120 mm izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,040\text{W/mK}$ (nepochůzné provedení). Součástí opatření je zpracování projektové dokumentace a cena obsahuje DPH.

Investiční náklad (tis.Kč)	800	Životnost opatření (roky)	30
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	64	Energetická úspora (GJ/rok)	380
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	12,5

▪ Opatření č.3 – Zateplení obvodového pláště u severního a jižního křídla a středu

V rámci opatření je uvažováno se zateplením obvodového pláště hlavního objektu – severního a jižního křídla a střední části. Parametry zateplení budou voleny v souladu s vyhodnocením v předchozí kapitole - pro dosažení požadovaných hodnot podle ČSN 73 0540/2002 bude provedeno zateplení u obvodového pláště min. 90 (60) mm izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,040\text{ W/mK}$. Součástí opatření je zpracování projektové dokumentace, cena obsahuje DPH.

Investiční náklad (tis.Kč)	3900	Životnost opatření (roky)	30
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	135	Energetická úspora (GJ/rok)	800
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	28,9

▪ Opatření č.4 – Výměna výplní otvorů v objektu dílen

Opatření navrhuje výměnu současných ocelových oken za plastová s izolačním dvojsklem. Výplně otvorů budou voleny s celkovým součinitelem prostupu tepla do $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ a předpokládá se kombinace otevíravých a neotevíravých polí (také je relevantní zmenšení plochy zasklení). Součástí opatření je zpracování projektové dokumentace, cena obsahuje DPH.

Investiční náklad (tis.Kč)	5000	Životnost opatření (roky)	30
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	101	Energetická úspora (GJ/rok)	600
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	49,5

▪ Opatření č.5 – Přejed z parního zdroje na teplovodní

Opatření předpokládá přechod na decentralizovaný teplovodní systém místo stávající parní centrální kotelny. Realizovány budou tři decentralizované teplovodní kotelny v místech stávajících předávacích stanic.

*V hlavním objektu, objektu dílen a stávající kotelně (nebo podle možností přímo v hale praktického vyučování) budou provedeny nové plynové teplovodní kotelny. Budou instalovány v prostorech stávajících předávacích stanic, příp. v jejich blízkosti. Předpokládá se instalované výkony, počet kotlů, druh hořáků a kategorie kotelny:

hlavní objekt	1000 kW	3 kotle	přetlakový	II.kategorie
objekt dílen	500 kW	2 kotle	atmosférický	III.kategorie
hala prakt.vyuč.	400 kW	2 kotle	atmosférický	III.kategorie

V rámci opatření není uvažováno s vytápěním původního objektu kotelny. To bude řešeno v návaznosti na další využití této stavby jako celku.

Odvody spalin budou řešeny víceplášťovými komíny na fasádách.

*Současné jednotlivé okruhy ve strojovnách, nově v kotelnách, budou osazeny směšovacími armaturami, minimálně víceotáčkovými čerpadly, armaturami pro nastavení průtoků a dalšími nutnými prvky. Každá kotelná bude osazena stavebnicovým systémem MaR, který bude řídit kotle a ekvitermně podle venkovní teploty a v reálném čase jednotlivé okruhy. Navazující topné systémy budou osazeny termostatickými ventily (vč.přednastavení) a termostatickými hlaviciemi (provedení proti odcizení, příp. i pevnostní provedení). Součástí realizace je řešení průtokových parametrů soustav a regulace diferenčního tlaku. Tepelné izolace budou provedeny podle platné legislativy.

Bylo uvažováno i s okruhy pro dnes parní vytápění. Případná instalace nových systémů nebyla v rozpočtu uvažována (bude upřesněno až při zpracování projektů). Návrh nepředpokládá zásahy do strojovny vytápění v jižním křídle.

*V obou místech přípravy teplé vody bude provedena nová příprava formou nepřímého akumulacího ohřevu rychlohřívacími nerezovými zásobníky s přednostním ohřevem topnou vodou z kotlů.

*Rozvod plynu bude proveden až podle další dohody s dodavatelem plynu.

Investiční náklad (tis.Kč)	9000	Životnost opatření (roky)	30
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	869	Energetická úspora (GJ/rok)	1000
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0-uvaž.současné	Prostá návratnost (roky)	10,4

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

4.1 Varianta 1.

Varianta obsahuje komplex všech navrhovaných opatření:

- Opatření č.1 – Instalace solárního systému
- Opatření č.2 – Zateplení stropů do půdy u severního a jižního křídla a středu
- Opatření č.3 – Zateplení obvodového pláště u severního a jižního křídla a středu
- Opatření č.4 – Výměna výplní otvorů v objektu dílen
- Opatření č.5 – Přechod z parního zdroje na teplovodní

4.1.1 Upravená energetická bilance

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)
Vstupy paliv a energie	13 327	2 837,3	10 507	2 362,3
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie	13 327	2 837,3	10 507	2 362,3
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	13 327	2 837,3	10 507	2 362,3
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1 919	323,9	770	130,1
Spotřeba energie na vytápění a TUV	9 850	1 662,9	8 179	1 381,7
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1558	850,5	1558	850,5

Realizací úsporných opatření podle Varianty I. dochází ke snížení energetické náročnosti o 2 820 GJ a úspoře nákladů 1.175.000,- Kč (tento finanční objem obsahuje úsporu provozních nákladů ve výši 700.000,-Kč, které nejsou energetickým vstupem a proto se neobjevují v předchozí energetické bilanci).

4.2. Varianta 2

Varianta obsahuje opatření s prostou dobou návratnosti v době životnosti opatření:

- Opatření č.2 – Zateplení stropů do půdy u severního a jižního křídla a středu
- Opatření č.3 – Zateplení obvodového pláště u severního a jižního křídla a středu
- Opatření č.5 – Přechod z parního zdroje na teplovodní

4.2.1 Upravená energetická bilance

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)
Vstupy paliv a energie	13 327	2 837,3	11 147	2 469,3
Změna zásob paliv	-	-	-	-
Spotřeba paliv a energie	13 327	2 837,3	11 147	2 469,3
Prodej energie cizím	-	-	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	13 327	2 837,3	11 147	2 469,3

Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	1 919	323,9	819	138,3
Spotřeba energie na vytápění a TUV	9 850	1 662,9	8 770	1 480,5
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1558	850,5	1558	850,5

Realizací úsporných opatření podle Varianty II. dochází ke snížení energetické náročnosti o 2.180 GJ a úspoře nákladů 1.068.000,- Kč (tento finanční objem obsahuje úsporu provozních nákladů ve výši 700.000,-Kč, které nejsou energetickým vstupem a proto se neobjevují v předchozí energetické bilanci).

5. Ekonomické vyhodnocení

Pro navrhované varianty je zpracováno v prostředí programu FINAL ekonomické vyhodnocení komplexu opatření, a to jak z pohledu projektu, kde se nezvažuje daňové prostředí a vliv finančních zdrojů, tak z pohledu investora.

Investice do úsporných opatření bude provedena z vlastních prostředků, bez užití cizího kapitálu. Pro účely energetického auditu neměli zpracovatelé k dispozici konkrétní ekonomickou výsledovku zadavatele.

Jsou uvedeny základní definiční vztahy ekonomických výpočtů:

- prostá doba návratnosti investice – doba splacení (T_s)

$$T_s = IN / CF$$

kde IN = investiční výdaje projektu

CF = roční přínosy projektu (Cash – Flow)

- reálná doba návratnosti T_{sd} , doba splacení investice při uvažování diskontní sazby

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

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

r - diskont

$(1+r)^{-t}$ - odúročitel

Základními ukazateli ekonomické efektivnosti investičních opatření jsou:

- čistá současná hodnota (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

kde: CF_t - Cash - Flow projektu v roce t

r - diskont

t - hodnocené období

I_0 - Investiční náklady

- vnitřní výnosové procento (IRR)

$$\text{Pro } I_0 - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad \text{platí: } IRR = r$$

- Prostá návratnost (T_s), tj. podíl nákladů na investice a ročních výnosů
- Vnitřní míra výnosnosti (IRR), tj. úroková míra, při níž bude NVP = 0
- Čistá současná hodnota (NPV), tj. kumulované diskontované výnosy
- Doba sledování projektu $t = 30$ let
- Cena jednotlivých energií uvedená v předchozím textu
- Uvažovaná diskontní sazba je $r = 3\%$

Dále jsou zvažovány ve výpočtech tyto ekonomické parametry:

- růst ceny energií 2%
- diskontní sazba 3%
- míra inflace 2%
- růst ceny nákladů 2%
- životnost projektu 30 roků

S realizací úsporných opatření se počítá v roce 2006.

V tabulkových přílohách auditu jsou uvedeny tabulky podrobných výsledků, a to jak z pohledu investora, tak projektu, a včetně grafů Cash-Flow. Hlavní výsledky jsou uvedeny v tabulce pro obě srovnávané varianty.

Přehled vstupních údajů Varianty 1.

opatř. číslo	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory				
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
		tis. Kč	GJ / rok	tis. Kč / rok			
1	solární systém	300	40	0	7	-1	6
2	zateplení stropů	800	380	0	64	0	64
3	zateplení pláště	3900	800	0	135	0	135
4	výměna výplní	5000	600	0	101	0	101
5	náhrada parního sys.	9000	1000	700	169	0	869
	CELKEM VAR 1	19000	2820	700	476	-1	1175

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení Varianty 1

Údaje	tis. Kč ost. jednotky
Investiční výdaje projektu (počáteční výdaje ne realizaci navržených opatření)	19 000
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	- 476
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	

- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (-/+)	- 700
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojistné.)	1
- změna nákladů na emise resp. odpady (-/+)	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady (- snížení, + zvýšení)	0
Přínosy projektu celkem	1 175
Doba hodnocení (roků)	30
Diskont (%)	3
Prostá doba návratnosti T_s (roků)	16,2
Reálná doba návratnosti T_{sd} (roků)	20,1
Čistá současná hodnota NPV	7 960
Vnitřní výnosové procento IRR (%)	5,8
Daň z příjmu (%)	24
Úspora energie (GJ)	2 820

Přehled vstupních údajů Varianty 2.

opatř číslo	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory				
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
		<i>tis. Kč</i>	<i>GJ / rok</i>	<i>tis. Kč / rok</i>			
2	zateplení stropů	800	380	0	64	0	64
3	zateplení pláště	3900	800	0	135	0	135
5	náhrada parního sys.	9000	1000	700	169	0	869
	CELKEM VAR 2	13700	2180	700	368	0	1068

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení Varianty 2

Údaje	tis. Kč ost. jednotky
Investiční výdaje projektu (počáteční výdaje ne realizaci navržených opatření)	13 700
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	- 368
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (-/+)	- 700
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojistné.)	0
- změna nákladů na emise resp. odpady (-/+)	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady (- snížení, + zvýšení)	0
Přínosy projektu celkem	1 068
Doba hodnocení (roků)	30

Diskont (%)	3
Prostá doba návratnosti T_s (roků)	12,8
Reálná doba návratnosti T_{sd} (roků)	16,2
Čistá současná hodnota NPV	10 250
Vnitřní výnosové procento IRR (%)	7,7
Daň z příjmu (%)	24
Úspora energie (GJ)	2 180

Ekonomické výsledky Varianty 2. jsou mírně lepší než u Varianty 1. To je dáno zejména tím, že neobsahuje renovační opatření s vysokou investiční náročností. Přitom dosažené energetické úspory jsou u obou variant na obdobné úrovni.

Obě varianty mají kladnou a poměrně vysokou čistou současnou hodnotu, ale Varianta 2 příznivější. Vnitřní výnosové procento druhé varianty je vyšší a je poměrně vysoko nad úrovní diskontu. Obě varianty mají reálnou dobu návratnosti kratší než je životnost projektu. Z ekonomického pohledu jsou také obě varianty na poměry v energetice docela zajímavé. Podstatná je zejména úspora provozních nákladů na provoz parní kotelny.

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

6. Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí

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

Hlavními znečišťujícími látkami v ovzduší, které byly hodnoceny, jsou oxid uhličitý (CO_2), oxid uhelnatý (CO), tuhé látky (TL), oxidy dusíku (NO_x , tedy oxid dusnatý – NO a oxid dusičitý – NO_2), oxid siřičitý (SO_2), další sloučeniny síry a uhlovodíky (C_xH_y). Tyto polutanty jsou obecně sledovány pro jejich nepříznivé účinky na kompletní ekosystém a probíhá jejich pravidelný monitoring, jehož výstupy pak slouží ke stanovení kvality ovzduší a ke kvantifikaci jeho znečištění.

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

Varianta I.

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,0069	0,0052	- 0,0017
SO_2	0,0048	0,0037	- 0,0012
NO_x	0,6628	0,5040	- 0,1588
CO	0,1105	0,0840	- 0,0265
C_xH_y	0,0221	0,0168	- 0,0053
CO_2	653,8386	497,1706	- 156,6679

Varianta II.

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	
Tuhé látky	0,0069	0,0056	-	0,0013
SO ₂	0,0048	0,0039	-	0,0009
NO _x	0,6628	0,5400	-	0,1228
CO	0,1105	0,0900	-	0,0205
CxHy	0,0221	0,0180	-	0,0041
CO ₂	653,8386	532,7265	-	121,1121

Varianta I. přináší vyšší snížení emisní zátěže díky vyšší úspoře energie. Snížení emisní zátěže v absolutních hodnotách ale není výrazné, protože zdroje používají ekologické palivo – zemní plyn.

7. Výstupy energetického auditu

7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Obecně lze energetiku posuzovaného subjektu hodnotit jako vyhovující, v případě parního systému jako problematickou. Z provedených rozborů vyplývá, že v areálu je potenciál energetických úspor (celkově dosažitelných).

Smluvní cena odběru elektrické energie v roce 2005 je jen velmi mírně vyšší, asi o 6%, než byla původní cena v režimu chráněného zákazníka, a to je zřejmě důsledek dobrého vztahu se stávajícím dodavatelem el.energie. Tohoto dobrého vztahu je vhodné využít také při řešení majkoprávních vztahů k trafostanici, přes kterou se, kromě odběrů školy, realizují také transitzní odběry pro další velkoodběry i maloodběry (obdobná situace je i v případě regulační stanice plynu – i zde by bylo vhodné její majetkové převedení na dodavatele plynu).

Ve škole je instalován moderní systém řízení čtvrt hodinového maxima PIKO 32 GAMA. Pro účinnou regulaci je vhodné využito výkonově významných spotřebičů - regulátorů. Je sjednána dostatečná rezerva výkonové kapacity vzhledem k dosahovaným maximům.

Kompenzační automatika NOVAR114 byla zrekonstruována v roce 1997 a je vcelku spolehlivá. Výjimkou byly letní měsíce v roce 2004, kdy byla registrována značná dodávka nevyžádané jalové energie. Této problematice je vhodné věnovat systematickou pozornost a tak zabránit opakovanému problému. V rozvaděči ZEZ Žamberk je instalován celkový kompenzační výkon 100 kVAR ve více stupních.

Instalované automatiky řízení maxima i kompenzace jsou plně funkční a prakticky v celém sledovaném období byly na tomto odběru dodrženy smluvní podmínky odběru. Hlavní kabelové rozvody NN jsou v dobrém stavu, jsou provedeny vesměs zemními kabely a pro instalované technologie školy, kotelny i kuchyně obvykle s dostatečnou rezervou. Nejdůležitější technologické odběry školy jsou v rozvodně NN vybaveny podružnými elektroměry. Tyto odběry jsou archivovány v energetickém dispečerském systému školy.

Instalovaný výkon dvou transformátorů po 400 kVA poskytuje, vzhledem k současnému maximálnímu zatížení 230 kW, dostatečnou rezervu. Rozdělení zatížení mezi jednotlivé transformátory je dáno vyčleněním jednoho z nich pro tranzitní odběry.

Elektroinstalace školy již byla vesměs modernizována. Původních zůstalo asi 10 % instalace vodičů AY z roku 1953. Rozvody v dílnách jsou v prachotěsných přípojnicích, jednotlivé stroje jsou připojeny pohyblivými přívody nebo pevnými kabely. Elektroinstalace v kuchyni byla zrekonstruována a je již provedena měděnými vodiči v soustavě TN-S. V této soustavě je již také provedena část instalace v kancelářích a také v přízemí ubytovny.

Nákup el. energie pro školu je v zásadě ve vhodných obchodních podmínkách. Je zvolena správná sazba a pravděpodobně je vhodně sjednáno také čtvrt hodinové maximum i rezervovaná kapacita. Průměrná cena el. energie je z těchto důvodů přijatelně nízká.

Umělé osvětlení ve většině prostorů školního areálu již bylo také zrekonstruováno spolu s elektroinstalací. V celém areálu školy a to včetně chodeb jsou většinou instalovány moderní energeticky přijatelné lineární zářivky s teplým barevným tónem. Podle projektu elektroinstalace a provedeného orientačního měření je dosahovaná úroveň osvětlenosti ve všech prostorách školy vyhovující.

V roce 2000 byla provedena rekonstrukce nouzového osvětlení a byly instalovány na chodbách a schodištích autonomní nouzová světla s vlastním zdrojem.

Venkovní osvětlení prostorů areálu školy je provedeno celkem 18-ti výbojkami RVL 250. Tyto světelné zdroje jsou většinou umístěny na parkových stožárech. Ovládání provozu venkovního osvětlení je automatické - fotobuňkou.

Stavby jsou obecně v dobrém technickém stavu, který odpovídá době výstavby a průběžné údržbě a prováděným renovačním opatřením. Konstrukce vyhovovaly tehdy platným požadavkům na tepelně izolační vlastnosti a dnes je potřebné jejich, i výrazné, zateplení. Proto stavby jako celek nesplňují současné požadavky na měrnou energetickou náročnost a jsou klasifikovány jako výrazně nevyhovující. Po možném zateplení všech rozhodujících konstrukcí na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla budou charakterizovány jako úsporné.

Ve vztahu skutečné energetické náročnosti ke skutečnému vývoji topného období byla spotřeba energie nižší průměrně o 5%, což svědčí o úsporném provozu areálu v rámci daných technických možností a celkového stavu soustavy a staveb. Ve sledovaném období bylo pro vytápění průměrně spotřebováno 9.400 GJ energie pro vytápění a tomu odpovídá průměrná měrná energetická náročnost ve výši 0,522 GJ/m². Nedochází tak k překročení limitní hodnoty 0,55 GJ/m².

Vlastní energetický zdroj jako celek pracoval s průměrným využitím do 700 hod./rok a to je velmi nízká hodnota, která ukazuje na dnes vysoké zálohování výkonu (a původní záměry rozšíření areálu o další objekty). Zdroj je obecně ještě v dobrém stavu a nejsou k němu významnější připomínky. Je stanovena průměrná účinnost 86-90%, a to je ještě nejnižší hodnota, která na hranici vyhovuje legislativním požadavkům.

Bez ohledu na stav a parametry zdroje je zřejmé, že nosnou otázkou areálu je koncepce vytápění. Systém instalovaný na přelomu osmdesátých/devadesátých během prvních pěti let životnosti, vzhledem k nástupu nových technologií a obecnému snižování energetické náročnosti, morálně i technicky zastaral, je zdrojem nezanedbatelných energetických ztrát i trvalých provozních (mzdových) nákladů na nepřetržitou obsluhu (kotelna I. kategorie má nejvyšší nároky na povoz a jeho bezpečnost). Navíc pára jako médium není, a ani v době vzniku zřejmě nebyla, v areálu potřebná.

Topný systém odpovídá stáří, resp. provedeným rekonstrukcím. V návaznosti na obecné požadavky na topné systémy, charakterizované vyhláškou č.152/2001 Sb., topné systémy v

areálu školy převážně nesplňují uvedené standardy – z obecných standardů je provedena základní ekvitermní regulace parametrů teploty látky a regulace zónová.

Nové termostatické ventily s termostatickými hlavicemi jsou instalovány jen v části hlavní budovy, nové termostatické ventily bez hlavic jsou umístěny v dílnách. Ventily byly instalovány v rámci údržby bez projektové dokumentace, která by specifikovala průtokové přednastavení a další související parametry. Většina čerpadel je původních a jsou obvykle předimenzovaná a jednotlivé okruhy nemají provedeno průtokové přednastavení a řešení regulaci diferenčního tlaku. V části hlavního objektu jsou používány zbytky parního vytápění, které není vhodně regulovatelné.

Rezervy se dále vyskytují v oblasti tepelných izolací, kdy nejsou ve všech případech splněny aktuální požadavky, lokálně také tepelné izolace chybí. V objektu haly praktického vyučování nebyly tepelné izolace rozdělovačů/sběračů a navazujících rozvodů nikdy provedeny.

Teplá užitková voda se v areálu připravuje na celkem čtyřech místech a možná celková jednorázová kapacita je 31 m³ teplé vody. Teplota se v zásobnících udržuje na obvyklé úrovni 55-60°C. Cirkulace teplé vody jsou řízeny. Zásobníky jsou dostatečně tepelně izolovány, rezervy se vyskytují v tepelných izolacích rozvodů.

Nevýznamnější vzduchotechnické systémy v areálu byly rekonstruovány, obsahují rekuperaci a plní hygienické požadavky. Stav ostatních původních zařízení v areálu je problematický a dnes se využívají jen omezeně nebo vůbec.

7.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor

V předmětu energetického auditu byl nalezen celkový potenciál energetických úspor (celkově dosažitelných) ve výši 5.200 GJ. V tomto objemu má dominantní podíl téměř 3.900 GJ energetická náročnost staveb (tepelné izolační vlastnosti staveb), následují ztráty zdroje a rozvodů v úrovni 1.000 GJ. Zbývající objem energetických úspor tvoří různé oblasti spotřeby energií.

7.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu

Ekonomické výsledky Varianty 2. jsou mírně lepší než u Varianty 1. To je dáno zejména tím, že neobsahuje renovační opatření s vysokou investiční náročností. Přitom dosažené energetické úspory jsou u obou variant na obdobné úrovni. Obě varianty mají kladnou a poměrně vysokou čistou současnou hodnotu, ale Varianta 2 příznivější. Vnitřní výnosové procento druhé varianty je vyšší a je poměrně vysoko nad úrovní diskontu. Obě varianty mají reálnou dobu návratnosti kratší než je životnost projektu. Z ekonomického pohledu jsou také obě varianty na poměry v energetice docela zajímavé. Podstatná je zejména úspora provozních nákladů na provoz parní kotleny I.kategorie. Realizací navrženého souboru opatření z doporučené Varianty 2. bude potenciál úspor vyčerpán ze 42%.

Navržena Varianta 2. obsahuje následující opatření:

- Zateplení stropů do půdy u severního a jižního křídla a středu,
- Zateplení obvodového pláště u severního a jižního křídla a středu,
- Přechod z parního zdroje na teplovodní.

7.3.1 Okrajové a omezující podmínky

Úspory, týkající se tepelně izolačních vlastností objektů, byly kalkulovány na dlouhodobé průměry počtu denostupňů a výpočtové teploty a hodnoty odpovídající ČSN 06 0210 a vyhl.č.291/2001 Sb. Nedodržování těchto podmínek nebylo při návrhu uvažováno a zpracovatelé za ně nemají odpovědnost.

Při realizaci opatření v technice i stavbě je podmínkou odborný návrh – projekt s tím, že řešení bude předloženo zpracovatelům auditu ke schválení. Současně jim bude umožněna prohlídka a kontrola realizace výsledných parametrů. Úspory prostřednictvím regulačních opatření ve vytápění jsou podmíněny důsledným energetickým manažerstvím.

Předložená projektová dokumentace nebyla dostatečná. V rámci auditu nebylo možné provádět sondy do konstrukcí pro zjištění jejich přesného složení a stavu. Ty budou proto provedeny před projekčním zpracováním návrhu opatření ve stavebních konstrukcích, a to vč. zápisu o jejich provedení, který bude předán zpracovatelům auditu. Podle výsledků sond mohou být provedeny korekce.

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

7.4 Stanovisko a doporučení auditora

Po celkovém vyhodnocení energetiky areálu školy v České Třebové doporučujeme realizovat Variantu 2., která dosahuje lepší ekonomické výsledky.

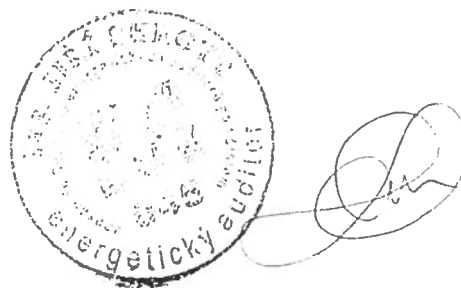
Olomouc, červen 2005



Ivan Marek

SEAM - energetika, spol. s r.o.

Ivan Marek - jednatel
Kosmonautů č. 989/8
772 11 Olomouc
☎ 77 55 78 111
IČO 268 46 497



Ing. Jiří Skrott, auditor č.045

Obsah

1. Identifikační údaje	2
1.1 Cíl auditu	2
2. Popis výchozího stavu	2
2.1 Obecné informace	2
2.2 Elektrická energie	3
2.2.1 Statistika nákupu el.energie	4
2.2.2 Rozvody elektrické energie	5
2.2.3 Významné spotřebiče elektrické energie	7
2.2.4 Nouzový zdroj	9
2.3 Vlastní energetický zdroj	9
2.3.1 Rozvody vyrobené energie	11
2.4 Zemní plyn	11
2.4.1 Významné spotřebiče zemního plynu	12
2.4.2 Rozvody zemního plynu	12
2.5 Popis oblasti a objektů	13
2.6 Stavební konstrukce	13
2.7 Vytápění a rozvody vytápění	14
2.8 Vzduchotechnika	16
2.9 Příprava teplé užitkové vody a rozvody	17
2.10 Energetické manažerství	18
2.11 Energetické vstupy do předmětu EA	18
3. Zhodnocení výchozího stavu	20
3.1 Roční energetická bilance stávajícího předmětu EA	20
3.2 Elektrická energie	20
3.2.1 Rozbor spotřeby a meziroční vývoj	20
3.2.2 Maxima odběru	23
3.2.3 Struktura odběru a tarifní zařazení	24
3.2.4 Osvětlení	26
3.3 Vlastní energetický zdroj	26
3.4 Zemní plyn	28
3.4.1 Rozbor spotřeby a meziroční vývoj	28
3.5 Objekty a jejich energetická náročnost	31
3.5.1 Tepelně izolační vlastnosti	31
3.5.2 Energetická náročnost objektů a rozbor spotřeby tepla	35
3.6 Vytápění	36
3.7 Vzduchotechnika	37
3.8 Příprava teplé užitkové vody	38
3.9 Využití obnovitelných zdrojů energie	38
3.10 Financování metodou EPC	39
4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie	39
4.1 Varianta I.	42
4.1.1 Upravená energetická bilance	42
4.2 Varianta II.	42
4.2.1 Upravená energetická bilance	42
5. Ekonomické vyhodnocení	43
6. Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí	46
7. Výstupy energetického auditu	47
7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	47
7.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor	49
7.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu	49
7.3.1 Okrajové a omezující podmínky	50
7.4 Stanovisko a doporučení auditora	50

Přílohy energetického auditu

1. Evidenční list energetického auditu
2. Situační schéma areálu
3. Přehled parametrů objektů
4. Ekonomická analýza Varianty I.
5. Ekonomická analýza Varianty II.

Vstupní údaje

1. Kopie faktur VČE a.s. Hradec Králové za dodávku el.energie v období 2002-2004
2. Kopie faktur VČP a.s. Hradec Králové za dodávku zemního plynu v období 2002-2004
3. Soubor stavební a technické dokumentace z archivu zadavatele
4. Vlastní prohlídka objektu a zařízení, ověření a zjištění údajů
5. Konzultace s provozovatelem

Evidenční list energetického auditu



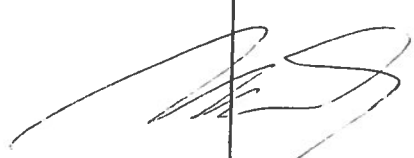
Předmět EA	Střední odborná škola a Střední odborné učiliště technických oborů		
Adresa	Skalka 1692, 560 18 Česká Třebová		
Zadavatel EA	Střední odborná škola a Střední odborné učiliště technických oborů	Zástupce	RNDr. Vlastimil Hýbl, ředitel
Adresa zadavatele	Skalka 1692, 560 18 Česká Třebová		
Telefon	465 508 420	Fax	E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Střední škola je příspěvkovou organizací zřízenou Pardubickým krajem. Areál školy tvoří komplex čtyř budov – hlavního objektu se severním, středním, jižním křídlem (škola, internát, administrativní část, byty s individuální dodávkou všech energií, které nevstupují do bilancí auditu) a navazující částí kuchyně, jídelny a společenského sálu, samostatný objekt dílen, samostatný technologický objekt kotelny a trafostanice a samostatná hala praktického vyučování (dnes pronajato). Komplex navštěvuje 460 žáků ve dvaceti třídách a provoz zajišťuje téměř sto zaměstnanců, z toho 55 pedagogů, 20 pracovníků technického úseku a 14 pracovníků v provozu kuchyně. Ta má kapacitu až 1.200 jídel a v současnosti vaří přibližně 800 obědů, 100 snídaní a 120 večeří. Kapacita ubytovny je 260 lůžek. Z posuzovaného areálu nejsou žádné energetické výstupy. Provozovatel předmětu auditu je plátce DPH, proto jsou ceny uváděny bez DPH.</p>		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Hlavní školní objekt byl postaven v r.1954, budova dílen v r.1988 a hala v r.1990. Všechny objekty jsou samostatně stojící a na sebe nenavazují. Hlavní objekt je postaven klasickým cihelným zdívem a vodorovné konstrukce jsou železobetonové. Střecha dominuje sedlová s valbami. Podlahy na terénu jsou betonové, lokálně s tepelnou izolací. Výplně otvorů jsou dřevěné zdvojené, částečně již po výměně plastové s izolačním dvojsklem. Severní, jižní a střední sekce mají shodně 1.PP a 4.NP, část kuchyně/jídelna/sál pak 1.PP a 2.NP. Dílny jsou postaveny skeletem S1.2 s opláštěním celokeramickými panely, střecha je plochá dvouplášťová. Podlahy na terénu betonové, s tepelnou izolací PPS. Výplně otvorů jsou ocelohliníkové, bez přerušeno tepelného mostu, s izolačním dvojsklem. Meziokenní vložky jsou tl. 160 mm s vnějším sklem. Na schodišti jsou použity copility v ocelovém rámu. Objekt dílen má 4.NP a v části 2.NP. Hala praktického vyučování je postavena v ocelové stavební soustavě Hard s vnějším opláštěním plastovými profily hPVC. Tepelná izolace je provedena minerální vlnou a sokl je zděný keramickými bloky. Výplně otvorů jsou dřevěné zdvojené, v hale je užito beztmelé zasklení izolačním dvojsklem. Světlíky jsou ocelové s drátosklem, vrata ocelová s dodatečnou tepelnou izolací. Objekt má 1.NP, v provozním zázemí 2.NP.</p> <p>Elektrická energie je pro areál školy dodávána z vlastní zděné trafostanice v areálu školy prostřednictvím dvou odběrných míst – velkoodběr v sazbě B3b a pro společné prostory bytové části je zřízen jednotarifový maloodběr. Zemní plyn je v areálu školy odebírán prostřednictvím dvou fakturačních měření – pro kotelnu a pro spotřebu kuchyně. Zdroj pro školu je centrální nízkotlaká parní plynová kotelná I.kategorie. Zajišťuje vytápění všech objektů areálu a připravuje teplou užitkovou vodu. Obsluha kotelny je nepřetržitá. Kotelná je situována v samostatném technologickém objektu, spolu s trafostanicí a dalším zázemím. Instalovaný výkon kotelny je 4.060 kW ve třech kotlích. Topné systémy jsou teplovodní radiátorové, místně ještě parní. Příprava TUV je zásobníková, zdrojem ohřevu je zejména pára.</p>		
Vlastní energetický zdroj	Instal. tep. výkon (MW)	Instal. el. výkon (MW)	
Parní plynová kotelná	4,060	x	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)	x		

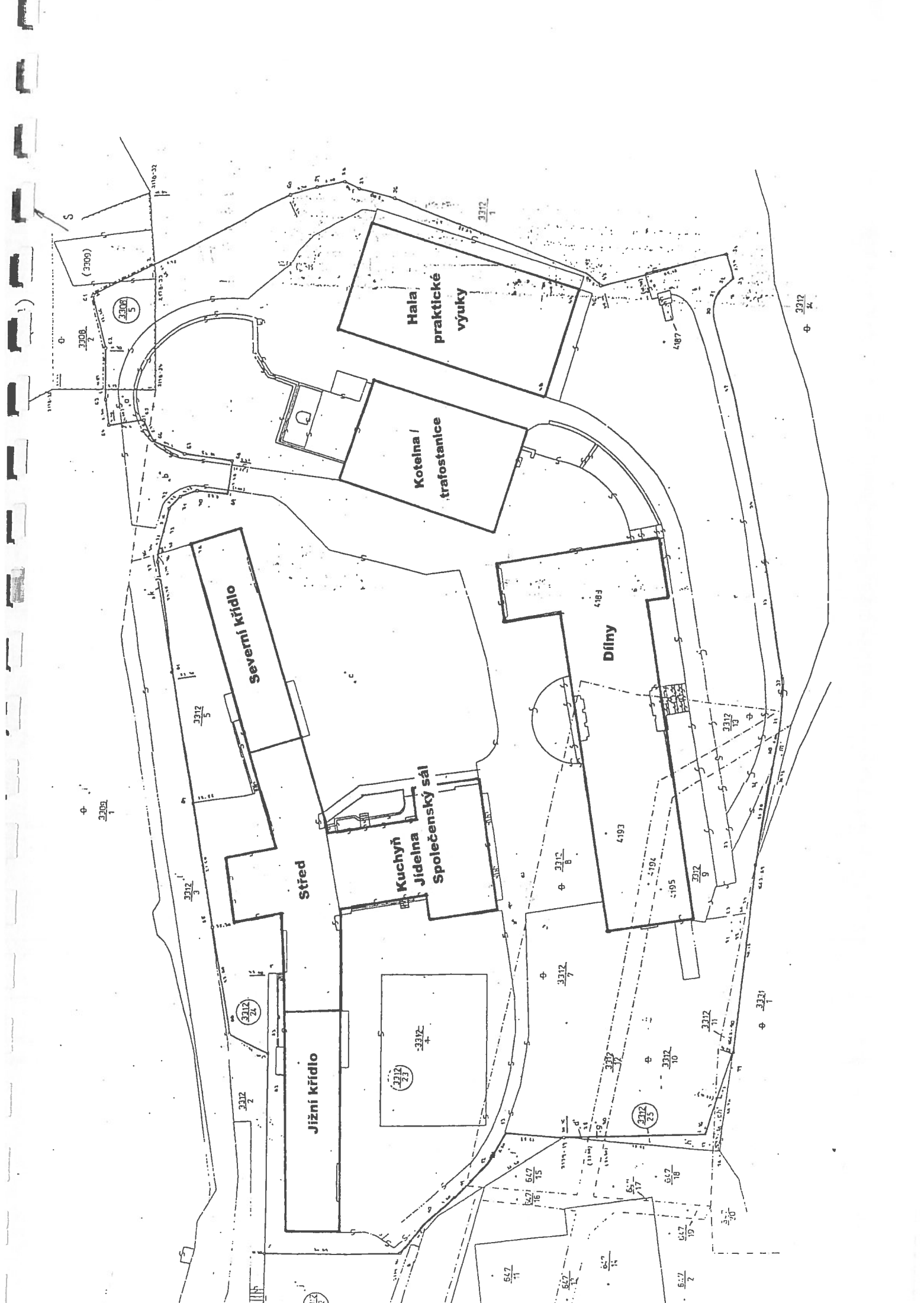
Tepl	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	9763	
	Nákup (GJ/r)	0	
	Prodej (GJ/r)	0	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	0	
	Nákup (GJ/r)	1558	
	Prodej (GJ/r)	0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	13327	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)	1558
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) (MW)	Spotřeba energie (GJ/r)	Nositel energie
centrální kotelna	4,060	11485	zemní plyn
kuchyň	x	284	zemní plyn

Energeticky úsporný projekt			
Stručný popis doporučené varianty	Ekonomické výsledky Varianty 2. jsou mírně lepší než u Varianty 1. To je dáno zejména tím, že neobsahuje renovační opatření s vysokou investiční náročností. Přitom dosažené energetické úspory jsou u obou variant na obdobné úrovni. Obě varianty mají kladnou a poměrně vysokou čistou současnou hodnotu, ale Varianta 2 příznivější. Vnitřní výnosové procento druhé varianty je vyšší a je poměrně vysoko nad úrovní diskontu. Obě varianty mají reálnou dobu návratnosti kratší než je životnost projektu. Z ekonomického pohledu jsou také obě varianty na poměry v energetice docela zajímavé. Podstatná je zejména úspora provozních nákladů na provoz parní kotelny I.kategorie. Realizací navrženého souboru opatření z doporučené Varianty 2. bude potenciál úspor vyčerpán ze 42%. Navržena Varianta 2. obsahuje následující opatření:		
	<ul style="list-style-type: none">▪ Zateplení stropů do půdy u severního a jižního křídla a středu,▪ Zateplení obvodového pláště u severního a jižního křídla a středu,▪ Přechod z parního zdroje na teplovodní.		
Investiční náklady (tis. Kč)	13700	z toho technologie (tis. Kč)	8000
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)
	13327	2837,3	11147 2469,3
Potenciál energetických úspor	GJ/r		
	5200		

Environmentální přínosy			
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)	Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,0069	0,0056	- 0,0013
SO ₂	0,0048	0,0039	- 0,0009
NO _x	0,6628	0,5400	- 0,1228
CO	0,1105	0,0900	- 0,0205
C _x H _y	0,0221	0,0180	- 0,0041
CO ₂	653,8386	532,7265	- 121,1121

Ekonomická efektivnost			
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	1068	Doba hodnocení (roky)	30

Prostá doba návratnosti (roky)	12,8	Diskont (%)	3
Reálná doba návratnosti (roky)	16,2	NPV (tis. Kč)	10250
		IRR (%)	7,7
Energetický auditor	Ing. Jiří Skrott Ivan Marek	Č. osvědčení	Energetický auditor zapsaný v seznamu MPO, č. 045
Podpis	   <p>SEAM - energetika, spol. s r.o. Ivan Marek - jednatel Kosmonautů č. 989/8 772 11 Olomouc ☎ 77 55 78 111 IČO 268 46 497</p>	Datum	červen 2005



Hlavní budova - křídla a střed	plocha	součinitel prostupu tepla U	tepelné ztráty	% plochy z celkové	% z celkové ztráty
konstrukce	m ²	W/m ² K	W	%	%
obvodový plášť	3943	1,18-1,87	185 361	41	27
střecha	187	1,63	9 765	2	1
strop	2021	0,23-1,58	76 469	21	11
podlaha	2208	0,75-2,00	34 704	23	5
výplně otvorů	1265	1,60-6,50	104 470	13	15
				0	0
Základní tepel. ztráta prostupem Q _o	x	x	410 768	x	60
Tepelná ztráta větráním/infiltrací Q _v	x	x	193 888	x	28
Přirážky podle ČSN 06 0210 p	x	x	77 355	x	11
Celková tepelná ztráta Q _c	x	x	682 011	100	100
T _{im} (°C)	20				
E _{vp} (kWh/rok)	1 261 000				
E _{vv} (kWh/rok)	414 440				
E _{vz} (kWh/rok)	236 877				
E _{zs} (kWh/rok)	118 439				
E _r (kWh/rok)	1 355 656				
E _r (GJ/rok)	4880				
E _{ro} (kWh/rok)	1 423 577				
E _{ro} (GJ/rok)	5125				
A/V (1/m)	0,24				
e _v (kWh/m ³ a)	34,3				
e _{v,N} (kWh/m ³ a)	27,0				
SEN (%)	127				

- Q_c celková tepelná ztráta podle ČSN 06 0210 (kW)
- T_{im} převažující návrhová vnitřní teplota (°C)
- E_{vp} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát prostupem (kWh/rok)
- E_{vv} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát větráním (kWh/rok)
- E_{vz} tepelné zisky z vnitřních zdrojů za otopné období (kWh/rok)
- E_{zs} tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období (kWh/rok)
- E_r roční energetická náročnost na otop pro průměrné klimatické podmínky (kWh/rok, GJ/rok)
- E_{ro} roční energ.náročnost na otop pro odchýlný počet denostupňů dané oblasti (kWh/rok, GJ/rok)
- A/V geometrická charakteristika budovy (1/m)
- e_v skutečná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)
- e_{v,N} požadovaná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)
- SEN stupeň energetické náročnosti budovy podle ČSN 73 0540/2002 (%)
- Stupnice energetické náročnosti:

A	do 40% vč.	mimořádně úsporná
B	do 60% vč.	velmi úsporná
C	do 80% vč.	úsporná
D	do 100% vč.	vyhovující
E	do 120% vč.	nevyhovující
F	do 150% vč.	výrazně nevyhovující
G	nad 150%	mimořádně nevyhovující

Hlavní budova - kuchyň, jídelna, sál	plocha	součinitel prostupu tepla U	tepelné ztráty	% plochy z celkové	% z celkové ztráty
konstrukce	m ²	W/m ² K	W	%	%
obvodový plášť	1016	1,28-1,54	42 814	36	32
střecha	157	1,63	8 585	6	6
strop	652	1,90	24 208	23	18
podlaha	726	0,75	7 711	25	6
výplně otvorů	302	1,60-4,70	15 982	11	12
				0	0
Základní tepel. ztráta prostupem Q _o	x	x	99 301	x	74
Tepelná ztráta větráním/infiltrací Q _v	x	x	18 208	x	14
Přirážky podle ČSN 06 0210 p	x	x	16 203	x	12
Celková tepelná ztráta Q _c	x	x	133 711	100	100
T _{im} (°C)	17				
E _{vp} (kWh/rok)	284 375				
E _{vv} (kWh/rok)	84 237				
E _{vz} (kWh/rok)	59 089				
E _{zs} (kWh/rok)	29 544				
E _r (kWh/rok)	368 612				
E _r (GJ/rok)	1327				
E _{ro} (kWh/rok)	388 162				
E _{ro} (GJ/rok)	1397				
A/V (1/m)	0,29				
e _v (kWh/m ³ a)	37,4				
e _{v,N} (kWh/m ³ a)	28,2				
SEN (%)	133				

- Q_c celková tepelná ztráta podle ČSN 06 0210 (kW)
- T_{im} převažující návrhová vnitřní teplota (°C)
- E_{vp} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát prostupem (kWh/rok)
- E_{vv} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát větráním (kWh/rok)
- E_{vz} tepelné zisky z vnitřních zdrojů za otopné období (kWh/rok)
- E_{zs} tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období (kWh/rok)
- E_r roční energetická náročnost na otop pro průměrné klimatické podmínky (kWh/rok, GJ/rok)
- E_{ro} roční energ.náročnost na otop pro odchylný počet denostupňů dané oblasti (kWh/rok, GJ/rok)
- A/V geometrická charakteristika budovy (1/m)
- e_v skutečná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)
- e_{v,N} požadovaná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)
- SEN stupeň energetické náročnosti budovy podle ČSN 73 0540/2002 (%)
- Stupnice energetické náročnosti:

A	do 40% vč.	mimořádně úsporná
B	do 60% vč.	velmi úsporná
C	do 80% vč.	úsporná
D	do 100% vč.	vyhovující
E	do 120% vč.	nevyhovující
F	do 150% vč.	výrazně nevyhovující
G	nad 150%	mimořádně nevyhovující

Dílny	plocha	součinitel prostupu tepla U	tepelné ztráty	% plochy z celkové	% z celkové ztráty
konstrukce	m ²	W/m ² K	W	%	%
obvodový plášť	2160	0,86	59 149	30	13
střecha	1894	0,70	43 087	26	9
strop	0	x	-	0	0
podlaha	1926	0,52/1,47	14 698	27	3
výplně otvorů	1186	3,00-6,50	169 875	17	37
				0	0
Základní tepel. ztráta prostupem Q _o	x	x	286 810	x	62
Tepelná ztráta větráním/infiltrací Q _v	x	x	121 927	x	26
Přirážky podle ČSN 06 0210 p	x	x	52 045	x	11
Celková tepelná ztráta Q _c	x	x	460 781	100	100
T _{im} (°C)	18				
E _{vp} (kWh/rok)	846 954				
E _{vv} (kWh/rok)	235 368				
E _{vz} (kWh/rok)	153 474				
E _{zs} (kWh/rok)	76 737				
E _r (kWh/rok)	875 132				
E _r (GJ/rok)	3150				
E _{ro} (kWh/rok)	920 570				
E _{ro} (GJ/rok)	3314				
A/V (1/m)	0,28				
e _v (kWh/m ³ a)	34,2				
e _{v,N} (kWh/m ³ a)	28,0				
SEN (%)	122				

Q_c celková tepelná ztráta podle ČSN 06 0210 (kW)

T_{im} převažující návrhová vnitřní teplota (°C)

E_{vp} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát prostupem (kWh/rok)

E_{vv} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát větráním (kWh/rok)

E_{vz} tepelné zisky z vnitřních zdrojů za otopné období (kWh/rok)

E_{zs} tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období (kWh/rok)

E_r roční energetická náročnost na otop pro průměrné klimatické podmínky (kWh/rok, GJ/rok)

E_{ro} roční energ.náročnost na otop pro odchýlný počet denostupňů dané oblasti (kWh/rok, GJ/rok)

A/V geometrická charakteristika budovy (1/m)

e_v skutečná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)

e_{v,N} požadovaná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)

SEN stupeň energetické náročnosti budovy podle ČSN 73 0540/2002 (%)

Stupnice energetické náročnosti:

A do 40% vč. mimořádně úsporná

B do 60% vč. velmi úsporná

C do 80% vč. úsporná

D do 100% vč. vyhovující

E do 120% vč. nevyhovující

F do 150% vč. výrazně nevyhovující

G nad 150% mimořádně nevyhovující

Hala praktického vyučování	plocha	součinitel prostupu tepla U	tepelné ztráty	% plochy z celkové	% z celkové ztráty
konstrukce	m ²	W/m ² K	W	%	%
obvodový plášť	585	0,86	13 780	17	7
střecha	733	0,54	12 611	21	6
strop	300	1,38	12 001	9	6
podlaha	1198	0,44	7 256	35	4
výplně otvorů	621	2,60-6,50	95 360	18	49
				0	0
Základní tepel. ztráta prostupem Q _o	x	x	141 008	x	72
Tepelná ztráta větráním/infiltrací Q _v	x	x	26 455	x	14
Přirážky podle ČSN 06 0210 p	x	x	27 123	x	14
Celková tepelná ztráta Q _c	x	x	194 586	100	100
T _{im} (°C)	17				
E _{vp} (kWh/rok)	388 879				
E _{vv} (kWh/rok)	81 593				
E _{vz} (kWh/rok)	57 234				
E _{zs} (kWh/rok)	28 617				
E _r (kWh/rok)	393 206				
E _r (GJ/rok)	1416				
E _{ro} (kWh/rok)	414 061				
E _{ro} (GJ/rok)	1491				
AV (1/m)	0,36				
e _v (kWh/m ³ a)	41,2				
e _{v,N} (kWh/m ³ a)	30,0				
SEN (%)	137				

Q_c celková tepelná ztráta podle ČSN 06 0210 (kW)

T_{im} převažující návrhová vnitřní teplota (°C)

E_{vp} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát prostupem (kWh/rok)

E_{vv} spotřeba tepla pro vytápění za otop.období pro krytí ztrát větráním (kWh/rok)

E_{vz} tepelné zisky z vnitřních zdrojů za otopné období (kWh/rok)

E_{zs} tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období (kWh/rok)

E_r roční energetická náročnost na otop pro průměrné klimatické podmínky (kWh/rok, GJ/rok)

E_{ro} roční energ.náročnost na otop pro odchýlný počet denostupňů dané oblasti (kWh/rok, GJ/rok)

AV geometrická charakteristika budovy (1/m)

e_v skutečná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)

e_{v,N} požadovaná měrná spotřeba tepla na vytápění budovy (kWh/m³a)

SEN stupeň energetické náročnosti budovy podle ČSN 73 0540/2002 (%)

Stupnice energetické náročnosti:

A do 40% vč. mimořádně úsporná

B do 60% vč. velmi úsporná

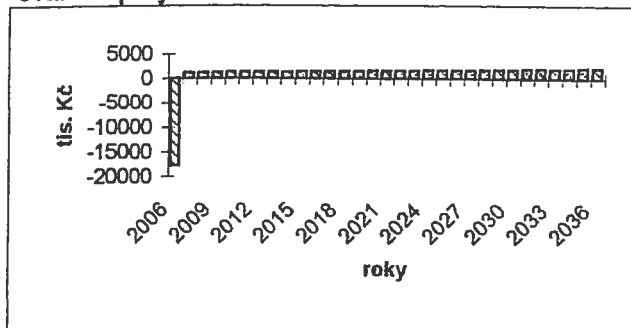
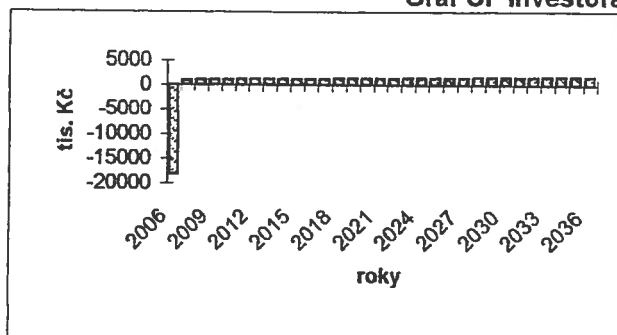
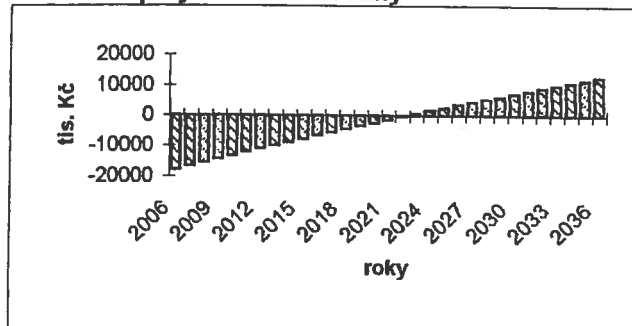
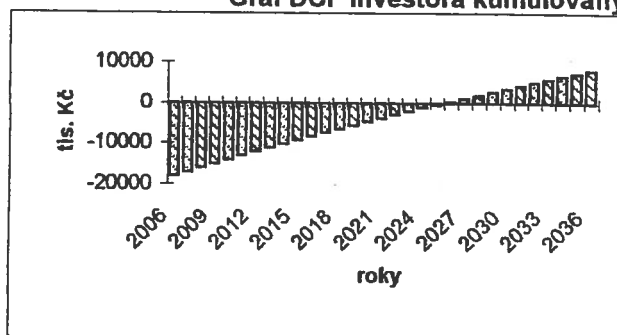
C do 80% vč. úsporná

D do 100% vč. vyhovující

E do 120% vč. nevyhovující

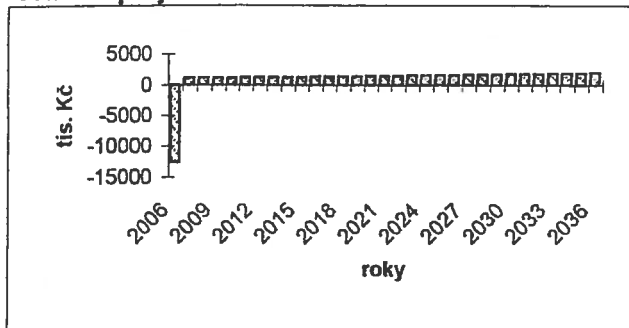
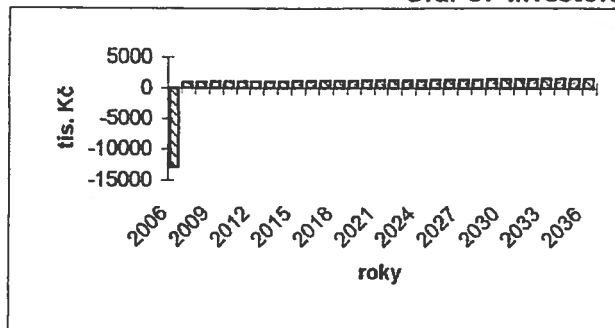
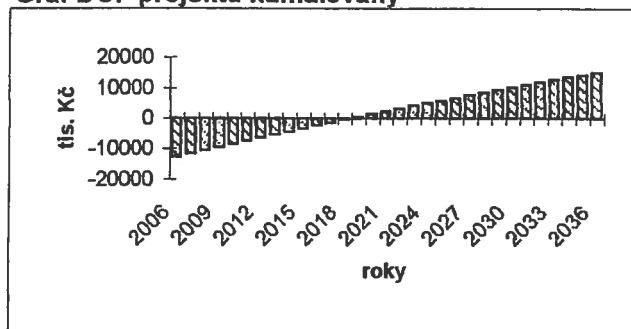
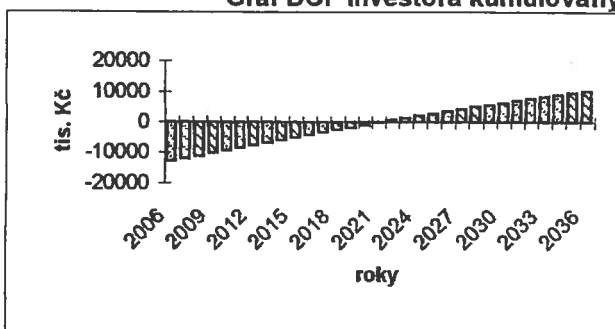
F do 150% vč. výrazně nevyhovující

G nad 150% mimořádně nevyhovující

GRAFY DCF PROJEKTU A INVESTORA**Graf CF projektu****Graf CF investora****Graf DCF projektu kumulovaný****Graf DCF investora kumulovaný****VÝSLEDNÁ TABULKA CF**

Hodnocené období	2006 - 2036	rok
Rok hodnocení (diskontování)	2006	rok
Diskontní sazba	3.0	%
Daň z příjmů v 1. roce	24.0	%
Vlastní prostředky	19000	tis. Kč
Cizí kapitál	0	tis. Kč
Výše poskytnutých dotací	0	tis. Kč
Podíl cizího kapitálu k celkovým investicím	0.0	%

	Projekt	Investor	
Celkový diskontovaný zisk	12220	14222	tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný zisk	611	711	tis. Kč
Celkový diskontovaný CF	12586	7960	tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný CF	629	398	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	7.2	5.8	%
Doba návratnosti investice	17	20	rok

GRAFY DCF PROJEKTU A INVESTORA**Graf CF projektu****Graf CF investora****Graf DCF projektu kumulovaný****Graf DCF investora kumulovaný****VÝSLEDNÁ TABULKA CF**

Hodnocené období	2006 - 2036	rok
Rok hodnocení (diskontování)	2006	rok
Diskontní sazba	3.0	%
Daň z příjmů v 1. roce	24.0	%
Vlastní prostředky	13700	tis. Kč
Cizí kapitál	0	tis. Kč
Výše poskytnutých dotací	0	tis. Kč
Podíl cizího kapitálu k celkovým investicím	0.0	%

	Projekt	Investor	
Celkový diskontovaný zisk	14573	14634	tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný zisk	729	732	tis. Kč
Celkový diskontovaný CF	15010	10250	tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný CF	750	512	tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	9.6	7.7	%
Doba návratnosti investice	13	16	rok