

Energetický audit

dle zákona 406/2001 Sb. O hospodaření energií



SOŠ a SOU technické Třemošnice

Sportovní 322, 538 43 Třemošnice

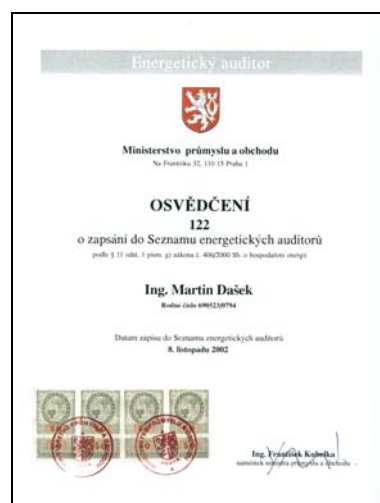
Shrnutí:

Energetický audit je zpracován podle zákona 406/2001 Sb. O hospodaření energií a jeho prováděcí vyhlášky 213/2001 Sb. (ve znění novely 425/2004 Sb.), kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu. Struktura tohoto dokumentu je určena vyhláškou. Tabulky energetických vstupů, bilancí a enviromentálních hodnocení jsou uváděny podle vzorů obsažených ve vyhlášce.

Prosinec 2005

Autor auditu:

Ing. Martin Dašek
zapsán pod číslem **122** v seznamu
energetických auditorů Ministerstva
průmyslu a obchodu podle zák.
406/200 Sb. § 10 odst. (1)



OBSAH:

A	IDENTIFIKACE	6
	Zadavatel auditu	6
	Provozovatel předmětu energetického auditu	6
	Zřizovatel (majitel objektu)	6
	Zpracovatel (energetický auditor)	6
	Předmět energetického auditu	6
B	POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	7
	Vstupní podklady	7
B.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	7
	Název předmětu energetického auditu	7
	Základní popis	8
	Seznam budov s uvedením účelu	10
	Základní údaje o objektech	10
	Situační plán	12
	Areál objektu	12
	Výčet energeticky významných technologií	13
B.2	ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY	13
	Zemní plyn	13
	Elektrická energie	14
	Voda	15
	Soupis energetických vstupů a výstupů	15
B.3	ZDROJE ENERGIE	16
	Vytápění	16
	Analýza zdroje tepla za poslední roky	16
B.4	ROZVOD ENERGIE	17
	Rozvod tepla	17
	Rozvod elektřiny	17
B.5	VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE	18
B.5.1	Technologické spotřebiče	18
	Ústřední vytápění	18
	Příprava teplé užitkové vody	18
	Rozdělení spotřeby elektrické energie	18
	Osvětlení	18
B.5.2	Budovy	19
	Plochy a objemy budov	21
	Výpočet tepelných ztrát a výpočet spotřeby tepla	21

Energetické hodnocení budovy A (internát) podle vyhlášky 291/2001 Sb.	23
Energetické hodnocení budovy B (tělocvična) podle vyhlášky 291/2001	26
Energetické hodnocení budovy C (škola) podle vyhlášky 291/2001 Sb.	29
Energetické hodnocení budovy D (dílny) podle vyhlášky 291/2001 Sb.	32
Energetické hodnocení budovy E (býv. kuchyně) podle vyhlášky 291/2001 Sb.	35

C ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU 38

C.1 ZÁKLADNÍ ENERGETICKÁ BILANCE	38
Kontrola stávajících údajů energetické bilance	38
Analýza stavu rozvodů	38
Analýza stavu budov	38

C.2 ZHODNOCENÍ HOSPODÁRNOSTI NAKLÁDÁNÍ S ENERGIÍ – ZJIŠTĚNÍ AUDITU 39

C.3 VÝŠE DOSAŽITELNÝCH ENERGETICKÝCH ÚSPOR	40
--	----

D NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE 41

D.1 SEZNAM OPATŘENÍ	41
D.2 BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	42
D.3 STŘEDNĚNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	42
D.4 VYSOKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	43
D.5 STAVEBNÍ OPATŘENÍ	47
D.6 VÝBĚR OPATŘENÍ PRO TVORBU VARIANT	51
D.7 DEFINOVÁNÍ VARIANT	51

E EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ 54

E.1 VYHODNOCENÍ OPATŘENÍ	56
E.2 VYBRANÁ VARIANTA	58

F VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ 59

G VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU 60

G.1 HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ EN. HOSPODÁŘSTVÍ	60
Analýza stavu rozvodů	62
Analýza stavu budov	62
G.2 VÝŠE DOSAŽITELNÝCH ENERGETICKÝCH ÚSPOR	63
G.3 NÁVRH OPTIMÁLNÍ VARIANTY ENERGETICKY ÚSPORNÉHO PROJEKTU	63
G.4 ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ	64

Doporučení obsahující konečné stanovisko	64
Doporučení auditora k realizaci navrženého energeticky úsporného projektu	64
G.5 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	65
PŘÍLOHY	67
• Budovy – výpočty tepelných ztrát	67
• Tabulky ekonomického vyhodnocení	67
• Fotografická příloha	67

A IDENTIFIKACE

ZADAVATEL AUDITU	
Název	SOŠ a SOU technické
Právní forma	Příspěvková organizace – právnická osoba
Adresa	Sportovní 322, 538 43 Třemošnice
Telefon	+420-496661731
IČ	15052797
Zastoupený:	Mgr. Stanislavem Pecou, ředitelem

PROVOZOVATEL PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název	SOŠ a SOU technické
Právní forma	Příspěvková organizace – právnická osoba
Adresa	Sportovní 322, 538 43 Třemošnice
Telefon	+420-496661731
Zastoupený:	Mgr. Stanislavem Pecou, ředitelem

ZŘÍZOVATEL (MAJITEL OBJEKTU)	
Název	Pardubický kraj
Právní forma	Územně-správní celek
Adresa	Komenského nám. 125, 532 11 Pardubice

ZPRACOVATEL (ENERGETICKÝ AUDITOR)	
Jméno	Ing. Martin Dašek
Adresa	U Potoka 55, Hradištko I, 280 02 Kolín V
Telefon	775 609 211
IČO	6905230794
Číslo a datum oprávnění	zapsán pod číslem 122 v seznamu energetických auditorů Ministerstva průmyslu a obchodu podle zák. 406/200 Sb. § 10 odst. (1)

PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	
Budova	Areál SOŠ a SOU technického Třemošnice
Adresa	Sportovní 322, 538 43 Třemošnice
Vztah k zadavateli auditu	zadavatel je provozovatelem předmětu auditu

B POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

VSTUPNÍ PODKLADY

Pro vypracování předkládané zprávy sloužily písemné podklady, předané zadavatelem, a dále prohlídka předmětu auditu. Jako podklady byly použity zejména:

- DOTAZNÍK, vstupní údaje pro zadání energetického auditu
- PROJEKTY (Provozovatel objektu vlastní rozsáhlou a úplnou projektovou dokumentací ke stavebním částem a energetickému hospodářství, tato dokumentace byla zpracovateli k dispozici).
 - Seznam projektů a dokumentace
 - Stavební
 - Výkresová dokumentace jednostupňového projektu pro jednotlivé budovy, Moravské železářny Olomouc, projekce, 1965-1969
 - Zateplení dílenské haly, Stavební izolace Kolín, 1988
 - Tech. dokumentace, rek. střešního pláště, Izolační závody Brno, projekce, 1990
 - dílčí dokumentace přístaveb a rekonstrukcí, různí autoři, 1995 - 2004
 - Stavební
 - Výkresová dokumentace jednostupňového projektu pro kotelnu a topné rozvody, Moravské železářny Olomouc, projekce, 1969
 - Rekonstrukce kotelný SOU, ZTS Povážská Bystrica, projekce Olomouc, 1986
- SMLOUVY na dodávku zemního plynu, elektrické energie a vody
- VÝPISY Z ROČNÍCH FAKTUR tepla, elektro, plynu a vody za roky 2001, 2002, 2003, 2004 a 2005 a údaje z měsíčních odečtů měřidel
- METEOROLOGICKÁ DATA Praha Karlov 2000 až 2005
- METEOROLOGICKÁ DATA Hradec Králové pro roky 2000 až 2005

Cenné informace poskytly rozhovory s pracovníky zadavatele – zejména pak s ředitelem SOŠ a SOU p. Mgr. Pecou a správcem objektu.

Zpracovatel navštívil objekt, seznámil se podrobně s jeho stavebním uspořádáním, prohlédl kotelnu a hospodářské zázemí budov, jakož i prostory veřejnosti nepřístupné.

Při návštěvách byla pořízena rozsáhlá fotodokumentace.

B.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

NÁZEV PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

Energetický audit je proveden pro:

SOŠ a SOU technické, Sportovní 322, 538 43 Třemošnice, Pardubický kraj

ZÁKLADNÍ POPIS

Areál Střední odborní školy a odborného učiliště technického byl postaven počátkem 70. let minulého století pro potřeby výuky studentů pro tehdejší nár. podnik Čsl. vagónky Tatra, odšť. závod Kovolís Hedvikov. Investorem a majitelem byl podnik Kovolís, pro areál byla vybrána parcela na jihozápadním okraji obce Třemošnice. Celý areál byl kolaudován v r. 1972. Střední odborná škola a Střední odborné učiliště technické v Třemošnici zajišťuje studium ve čtyřletých studijních oborech s maturitou a ve tříletých učebních oborech. Střední odborné učiliště strojírenské bylo založeno 1. září 1951, původně se nacházelo v prostorách starého závodu v Dolních Bučících, od 1. září 1973 působí v současných prostorách.

V současné době je zřizovatelem a vlastníkem školy Pardubický kraj. Škola dnes vychovává studenty ve čtyřletých studijních oborech mechanik seřizovač (23-45 – L/001), mechanik strojů a zařízení (23-44 –L/001), operátor dřevařské a nábytkářské výroby (33-41 –L/006), strojírenská technická administrativa (64-42 – M/003) a v tříletých učebních oborech nástrojař (23-52 –H/001), obráběč kovů (23-51 –H/001), zámečník (23-51 –H/001), klempíř pro stavební výrobu (36-55 –H/001)

Areál školy se nachází na rovinatém pozemku na okraji obce mezi místní komunikací a Pekelským potokem. V areálu se nachází pět hlavních objektů s menšími přístavbami. Stavebně nejstarší je objekt bývalé kuchyně, dnes truhlářské dílny. Vstupním objektem do areálu je objekt internátu, kde se nachází i prostory vedení školy. K internátu přiléhá budova kotelny s novým přístavkem truhlářské dílny, za ní leží budova tělocvičny s šatnami a příslušenstvím. Za tělocvičnou na jihozápadním okraji pozemku je objekt školy, protější severozápadní roh pozemku zaujímá největší objekt školy – dílny pro výuku studentů s přístavkem. V areálu se dále nachází trafostanice.

Budova internátu (budova A) je pravidelného obdélníkového půdorysu, k části jihozápadní fasády k ní přiléhá objekt kotelny. Budova je nepodsklepená se čtyřmi nadzemními podlažími. V 1NP jsou kanceláře vedení školy a kanceláře pronajaté nájemcům, 2. a 3. NP slouží k ubytování studentů školy, 4NP je též ubytovací a je pronajato jako ubytovna.

Konstrukčně je budova postavena jako železobetonový montovaný skelet, dozdívaný z cihel CDM 25 cm na tl. vnějších zdí 35 - 45cm. Všechny vodorovné konstrukce jsou železobetonové z žlb. předepjatých panelů o tl. 20 cm. Střecha objektu je plochá, s násypem škváry, tepelnou izolací EPS a renovovanou hydroizolací a vrchní lepenkovou krytinou. Hlavní okna objektu jsou původní, dřevěná zdvojená. Okna jsou ve špatném stavu, netěsněná. Schodiště je osvětleno sklobetonovými konstrukcemi ze skleněných tvárnic. V objektu jsou provedena opatření k úspoře energie ve formě renovované a zateplené střešní krytiny.

Budova B (**tělocvična**) je obdélníkového půdorysu s přízemní přístavbou po cca 1/2 obvodové stěny. Budova je nepodsklepená a má jedno nadzemní podlaží. Konstrukčně je budova tělocvičny opět montovaný skelet dozdívaný cihlami CDM 25, přístavby jsou pouze zděné na betonových základech. Strop tělocvičny je montovaný z nosníků a stropnic Hurdis, přístavek má stropnice z prefabrikovaných desek PPD. Okna objektu jsou původní, dřevěná zdvojená, okenní otvory na jihovýchodní fasádě jsou opatřeny sklobetonovou vyzdívkou. Podlaha je zateplena EPS 2,5 c, střecha 10 cm EPS. Střešní krytina je lepenková, střecha je po rekonstrukci. Budova sama byla též nedávno (kromě šaten) stavebně rekonstruovaná.

Školní budova C je třípodlažní nepodsklepený objekt, postavený podle typového projektu. Budova obsahuje v přízemí šatny a třídy, v 2 a 3NP pak třídy a sociální zařízení. Budova je zděná z cihel metrického formátu CDM o tl. stěn 37,5 cm s vodorovnými konstrukcemi z desek CDM a plochou, plynosilikátovými deskami zateplenou střechou s lepenkovou krytinou. Okna objektu jsou původní, zdvojená dřevěná bez funkčního těsnění.

Objektem **dílenkové části** (budova D) je dvojpodlažní montovaná hala. Dílna je využívána k výrobě ve všech strojírenských oborech, tj. obrábění, svařování atd. Funkčně je dílna rozdělena vnitřními vestavbami na několik samostatných částí. Dílna je montovaný objekt. Základem konstrukce jsou plnostěnné svařované sloupy, nesoucí příhradové vazníky s parabolickým spodním pásem o rozpětí 18m. Nosníky jsou pokryty střešním pláštěm z žlb. žebrovaných panelů s tepelnou izolací a lepenkovou střešní krytinou. Pro zabezpečení rovnoměrného denního osvětlení jsou ve střešním plášti dva podélné hřebenové sedlové světlíky o šířce 6m, zasklené dvojsklem (rekonstrukce 1992). Svislé obvodové konstrukce haly jsou hrázdné z ocelových profilů, dozdívané dutými cihlami na tl. 15 cm. Svislé konstrukce na severozápadě a jihovýchodě jsou zateplené předsazenou montovanou stěnou z trapézového plechu a tepelné izolace min. vlnou 8cm. Okna objektu jsou převážně nová kovová, s dvojitým zasklením.

K dílně na severovýchodním okraji přiléhá přístavek učeben a sociálního příslušenství (šatny, WC). Jedná se o dvoupodlažní stavbu, od objektu dílen dilatačně oddělenou. Svislé konstrukce přístavku jsou zděné z cihel CDM o tl 37,5 cm, stropy a střešní plášť jsou žlb. stropními deskami, střecha je zateplena a opatřena lepenkovou střešní krytinou. Okna objektu jsou dřevěná zdvojená bez těsnění, objekt obsahuje několik stěn ze sklobetonových tvárnic.

Poslední hodnocenou budovou areálu je objekt býv. **kuchyně** (budova E), dnes využíván jako sklady a truhlářská dílna. Objekt je přízemní, nepodsklepený s plochou střechou. Obvodové a nosné zdivo je opět provedeno z cihel CDM 37,5 cm, vodorovná konstrukce střechy s prefab. žlb. desek se škvárobetonem a původní lepenkovou krytinou. Okna jsou původní, dřevěná zdvojená.

Ostatní budovy areálu nejsou vytápěné (přístavky, trafostanice) nebo nesplňují podmínku pro řešení v rámci EA (tj. spotřeba nad 700 GJ).

Umělé osvětlení ve všech budovách je zajištěno převážně zářivkovým osvětlením, v prostorách chodeb a zázemí žárovkovým, moderním úsporným zářivkovým pak v některých rekonstruovaných místnostech, jako v truhlárně apod. Tělocvična je osvětlena sodíkovými výbojkami. Areál je osvětlen původním venkovním osvětlením. Větrání všech objektů je infiltrací a otevíratelnými okny, soc. zařízení internátu mají vlastní odvětrání bez rekuperace, rovněž ve svařovně je ventilace.

Zásobování objektu teplem je z plynové středotlaké kotelny se dvěma kotli ČKD Dukla KDVE 65 o jm. výkonu 2 x 650 kW, z nichž je v provozu vždy pouze jeden. Technologie kotelny je rekonstruována z původní mazutové v r. 1992, poslední nedávná rekonstrukce přidala nové plynové hořáky.

Hlavní otopná soustava pro všechny objekty je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem a teplotním spádem 80/60. Přívod do budov je z izolovaných trubek v topném kanálu. Soustava je v budovách vedena pod podlahou v kanále a podél stěn a je zakončena litinovými žebrovými radiátory typu Kalor. Vytápění není

vybaveno TRV, v kotelně je řízeno ekvitermním regulátorem s útlumovými režimy a ovládá se též ručně. Objekty dílen jsou zásobovány bez automatické regulace a jsou osazeny jednak jednotkami typu Sahara, jednak dílenskými lamelovými radiátory.

TUV je připravována centralizovaně ve dvou stojatých zásobnících á 4 m³ připojených na okruh UT s cirkulací.

SEZNAM BUDOV S UVEDENÍM ÚČELU

Areál je pro účely auditu členěn na celkem 5 vytápěných budov:

značení	název
A	Internát
B	Tělocvična s přístavbami
C	Budova školy
D	Dílny
E	Bývalá kuchyně, dnes truhlářská dílna

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTECH

Budova A	Internát
počet objektů	1
počet podlaží	4 nadzemní podlaží
rok výstavby	postaveno v r. 1972
obvodový plášť	zdivo z cihel CDM 25 cm
vodorovné konstrukce	železobetonové
střecha	plochá krytá lepenkovou krytinou
okna	dřevěná zdvojená, původní, sklobetonová
rekonstrukce vedoucí ke snížení tepelné náročnosti?	střecha
zásobování teplem	z kotelny v areálu
regulace dodávky tepla	ekvitermní regulace s útlumy
měření dodávky tepla	fakturační měření spotřeby tepla pro areál
topný systém	ústřední, litinové radiátory

Budova B	Tělocvična
počet objektů	1
počet podlaží	1 nadzemní podlaží
rok výstavby	postaveno v r. 1972
obvodový plášť	zdivo z cihel CDM 37,5 cm
vodorovné konstrukce	železobetonové
střecha	plochá krytá lepenkovou krytinou
okna	dřevěná zdvojená, původní, sklobetonová
rekonstrukce vedoucí ke snížení tepelné náročnosti?	střecha

Budova C	Budova školy
počet objektů	1
počet podlaží	3 nadzemní podlaží
obvodový plášť	postaveno v r. 1972
vodorovné konstrukce	zdivo z cihel CDM 37,5 cm
střecha	plochá krytá lepenkovou krytinou
okna	dřevěná zdvojená, původní, sklobetonová
rekonstrukce vedoucí ke snížení tepelné náročnosti?	střecha, odstranění sklobet. výplní

Budova D	Dílny
počet objektů	1
počet podlaží	1 nadzemní podlaží
obvodový plášť	zdivo z cihel CDM 15 cm
vodorovné konstrukce	železobetonové
střecha	plochá krytá lepenkovou krytinou, světlíky
okna	kovová s dvojskly
rekonstrukce vedoucí ke snížení tepelné náročnosti?	zateplení stěn, výměna oken, zateplení oken, rek. světlíků

Budova E	Býv. kuchyně
počet objektů	1
počet podlaží	1 nadzemní podlaží
obvodový plášť	zdivo z cihel CDM 37,5 cm
střecha	plochá krytá lepenkovou krytinou
okna	dřevěná zdvojená, původní, sklobetonová
rekonstrukce vedoucí ke snížení tepelné náročnosti?	ne

Objekty jsou charakterizovány základními hodnotami plošných výměr. Za základ pro porovnávání byly vzaty hodnoty plochy půdorysu a podlahové plochy všech podlaží stanovené k vnějším rozměrům budov. Dále jsou uváděny charakteristické hodnoty objemu budov. Údaje pocházejí ze stavebních projektů a vlastního zaměření objektů.

	A	B	C	D	E	celk.	[-]
počet podlaží celkem	4	1	3	1	1	-	[-]
plocha půdorysu	515	892	394	1786	336	3923	m ²
plocha všech podlaží (vnější)	2460	892	1182	2133	336	7003	m ²
plocha vytápěná	1968	740	945	2016	286	5955	m ²
objem (V)	6440	5390	4555	1327	1176	18888	m ³
povrch (A)	2147	792	1082	1235	280	5536	m ²
geometrická charakteristika budovy A_n/V_n	0,33	0,48	0,37	0,3	0,67	-	[m ² /m ³]

SITUAČNÍ PLÁN

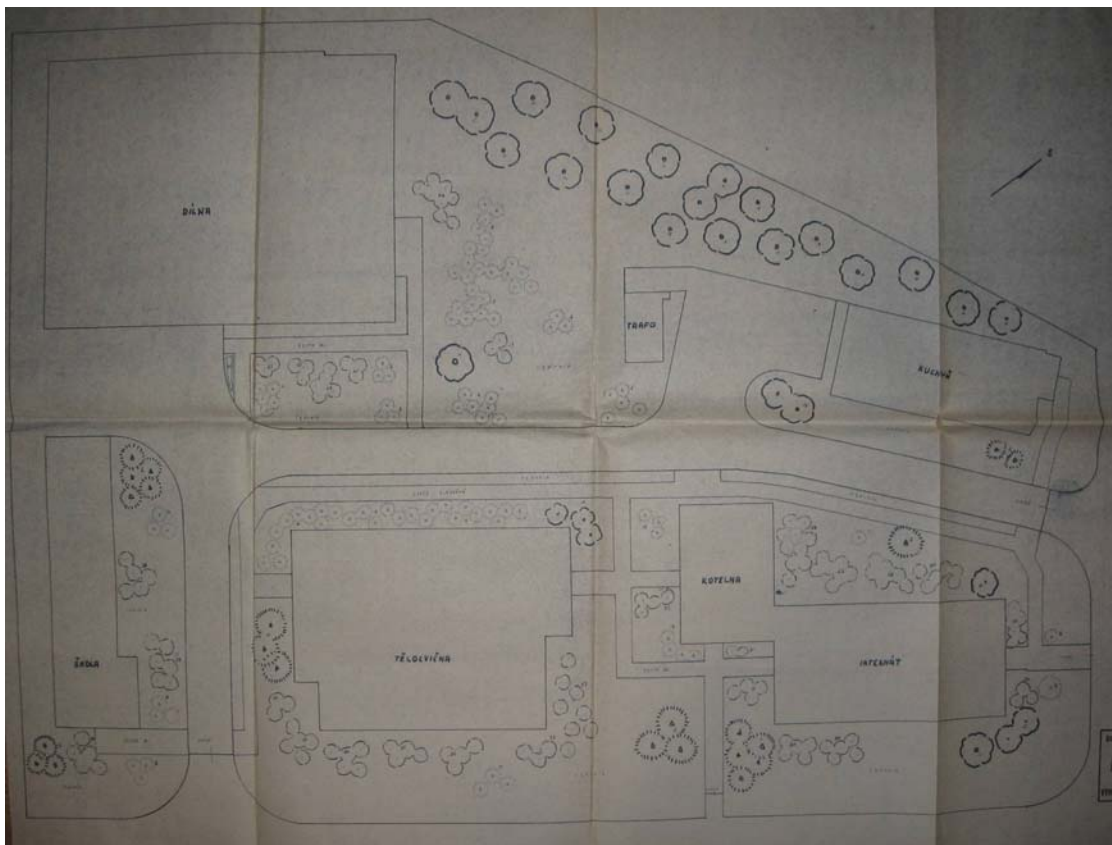
Předmět auditu se nachází v obci Třemošnice v Pardubickém kraji, mezi Čáslaví a Chrudimí pod hřebenem Železných hor.



Areál učiliště je situován na jihozápadním okraji obce.

AREÁL OBJEKTU

Areál má orientaci jihozápad-severovýchodní, s internátem na severovýchodní straně a dílnami na západě. Vstup do areálu je na jihozápadním a severovýchodním okraji, jihozápad pozemku je ohraničen veřejným hřištěm na fotbal. Obr. znázorňuje situaci školního komplexu:



PROVOZNÍ REŽIM

Areál je v provozu pondělí až pátek, od 6:00 do 15:00. O prázdninách je užíván pouze internát jako ubytovna, tělocvična je pronajímána cizím subjektům pro sportovní aktivity. Školu v současnosti navštěvuje 257 studentů (max. kapacita je 300). V areálu pracuje 37 zaměstnanců.

VÝČET ENERGETICKÝ VÝZNAMNÝCH TECHNOLOGIÍ

Areál je zásobován zemním plynem, vodou a elektřinou. Zemní plyn je používán k vytápění objektů a k ohřevu TUV. Areál je zároveň plně elektrifikován. Elektřina je spotřebovávána technologicky, tj. k osvětlení a napájení kancelářské techniky a zejména k pohonů strojů v dílnách, sváření a dalším technologickým účelům.

Hlavními technologickými spotřebiči a prvky energetického systému jsou :

- vytápění budov kotelna v samostatném objektu
- příprava TUV zásobníkové ohříváky 2 x 4 m³ v kotelně
- osvětlení všechny prostory z domovního rozvodu, nainstalovány převážně zářivková, místně i žárovková svítidla, venkovní osvětlení, sodíkové výbojky v tělocvičně
- ostatní technologie
 - kancelářská technika
 - obráběcí stroje (soustruhy, frézy, lisy, stojanové vrtačky)
 - svářecí soupravy, ventilace

V budově jsou nájemci v kancelářských prostorách a ubytovaní v internátu, teplo a elektřina je rozúčtována v nájemném. Objekt má několik podružných měřidel elektřiny.

B.2 ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY

Hodnocený objekty spotřebovává ze síťových médií zemní plyn, elektřinu a vodu.

ZEMNÍ PLYN

Do budovy je přivedena hlavní přípojka plynu z ulice Sportovní do plynoměrné místnosti v budově kotelny, kde je hlavní uzávěr plynu, plynoměr a regulační stanice. Odtud je pak plyn veden vnitřními rozvody do plynové kotelny.

dodavatel	Východočeská plynárenská a.s.	
adresa	Pražská 702, 500 04 Hradec Králové 4	
číslo odb. místa	5269512	
číslo st. měř. přístroje	19811	
značka	Prema turbínový	
druh odběru	topení	
cena energie dle fakt.	sazba (Kč/kWh)	0,77
	spalné teplo (kWh/ m ³)	10,537
	stálý měsíční plat (Kč/měs)	10790

Historie odběru plynu:

rok	m ³ /rok	kWh/rok	Kč/rok
2000	154 742	1 630 516	1 077 373
2001	167 209	1 761 881	1 112 567
2002	160 009	1 686 015	1 056 302
2003	168 441	1 774 863	1 160 969
2004	165 526	1 744 147	1 176 262

ELEKTRICKÁ ENERGIE

Hlavní přívod elektrické energie je do samostatně stojícího objektu, kde je transformátor a rozvaděčové skříně pro ostatní budovy areálu.

dodavatel	Východočeská energetika a.s. – skupina ČEZ		
adresa	Sladkovského 215, 501 03 Hradec Králové		
číslo odběrního místa	36891-0100		
fakturační měřidlo	72378287		
sazba	dvoutarifová pro střední odběr s reg. ¼ h maxima		
Vys. tarif VT (Kč/kWh)	1,68	Měsíční platba (Kč/měs.) (průměrná)	9491
Nízký tarif NT (Kč/kWh)	1,028		

Historie odběru elektřiny:

rok	kWh/rok VT+NT	Kč/rok
2002	125 241	315 896
2003	133 865	337 648
2004	154 286	389 156

Rozdělení spotřeby dle podružných měření je následující (kWh/rok):

	2002	%	2003	%	2004	%	Průměr	%
Tělocvična	7717	6%	5590	4%	5768	4%	6358	5%
Kotelna	15914	13%	24278	18%	29353	19%	23182	17%
Škola	11305	9%	14656	11%	17154	11%	14372	10%
Internát	34807	28%	34253	26%	41519	27%	36860	27%
Kuchyň	0	0%	487	0,4%	612	0,4%	366	0,3%
Dílny	55498	44%	54601	41%	59880	39%	56660	41%
Celkem	125241		133865		154286		137797	

Je zřejmé, že spotřeba elektřiny pro jednotlivé budovy se udržuje na konstantní úrovni, největší podíl je alokován pro dílny (pohon strojů, osvětlení, svařování), následován internátem a kotelnou. Rostoucí spotřeba kotelny je dána pravděpodobně zejména přístavbou truhlárny.

VODA

dodavatel	Vodovody a kanalizace Chrudim a.s.
adresa	Novoměstská 626, 537 28

rok	m ³ /rok studená	Kč/rok
2002	6 263	342 336
2003	3 017	147 916
2004	5 227	263 196

SOUPIS ENERGETICKÝCH VSTUPŮ A VÝSTUPŮ

Tabulky uvádějí soupis dle vyhlášky 213/2001 Sb.:

pro rok: 2004 (základní varianta)

vstupy paliv a energie	jednotka	množství	výhřevnost GJ/jednotku	přepočet na GJ	roční náklady v Kč
nákup el.energie	MWh	154,3	3,6	555	389 156
nákup tepla	GJ	0,0	1,0	0	0
zemní plyn	tis.m ³	165,5	34,1	5 636	1 176 262
celkem vstupy paliv a energie				6 192	1 565 418
změna stavu zásob (inventarizace)					
celkem spotřeba paliv a energie				6 192	1 565 418

průměrné za poslední tři roky, přepočtené na průměrné klimatické podmínky

(před realizací projektu-původní, srovnávací varianta)

vstupy paliv a energie	jednotka	množství	výhřevnost GJ/jednotku	přepočet na GJ	roční náklady v Kč
nákup el.energie	MWh	154,3	3,6	555,4	389 156
nákup tepla	GJ	0,0	1,0	0,0	0
zemní plyn	tis.m ³	146,3	34,1	4 982,5	1 039 841
celkem vstupy paliv a energie				5 538	1 428 997
změna stavu zásob (inventarizace)					
celkem spotřeba paliv a energie				5 538	1 428 997

B.3 ZDROJE ENERGIE

VYTÁPĚNÍ

Pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody areál využívá systém centralizovaného zásobování teplem (CZT) z vlastní středotlaké plynové kotelny. Budova kotelny je umístěna vedle budovy internátu a s ostatními budovami je propojena průlezným kanálem s potrubím UT a TUV.

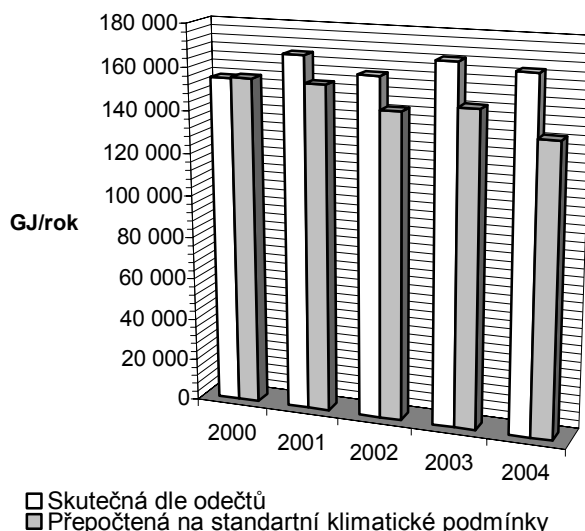
V kotelně se nacházejí dva kotle ČKD Dukla, závod Šariš KDVE, každý o výkonu 650kW. Dle sdělení obsluhy pro vytápění objektů slouží vždy pouze jeden z kotlů, druhý tedy tvoří 100% zálohu. Obsluha kotle při provozu střídá. Kotle jsou v dobrém stavu, z r. 1992, nedávno opatřeny novými hořáky s automatickou regulací Baspelin MA-5. Celý provoz kotelny je osazen řídicím systémem měření a regulace (MaR) zn. Komexterm vč. směšovacích ventilů Duomix, který je plně funkční a je využíván vč. útlumových režimů.

ANALÝZA ZDROJE TEPLA ZA POSLEDNÍ ROKY

Pro výměníkovou stanici byla provedena analýza dat za poslední topné sezóny 2002 - 2004. Zaznamenané měsíční spotřeby tepla byly porovnávány s průměrnými denními teplotami. Cílem bylo získat odpověď na základní otázky:

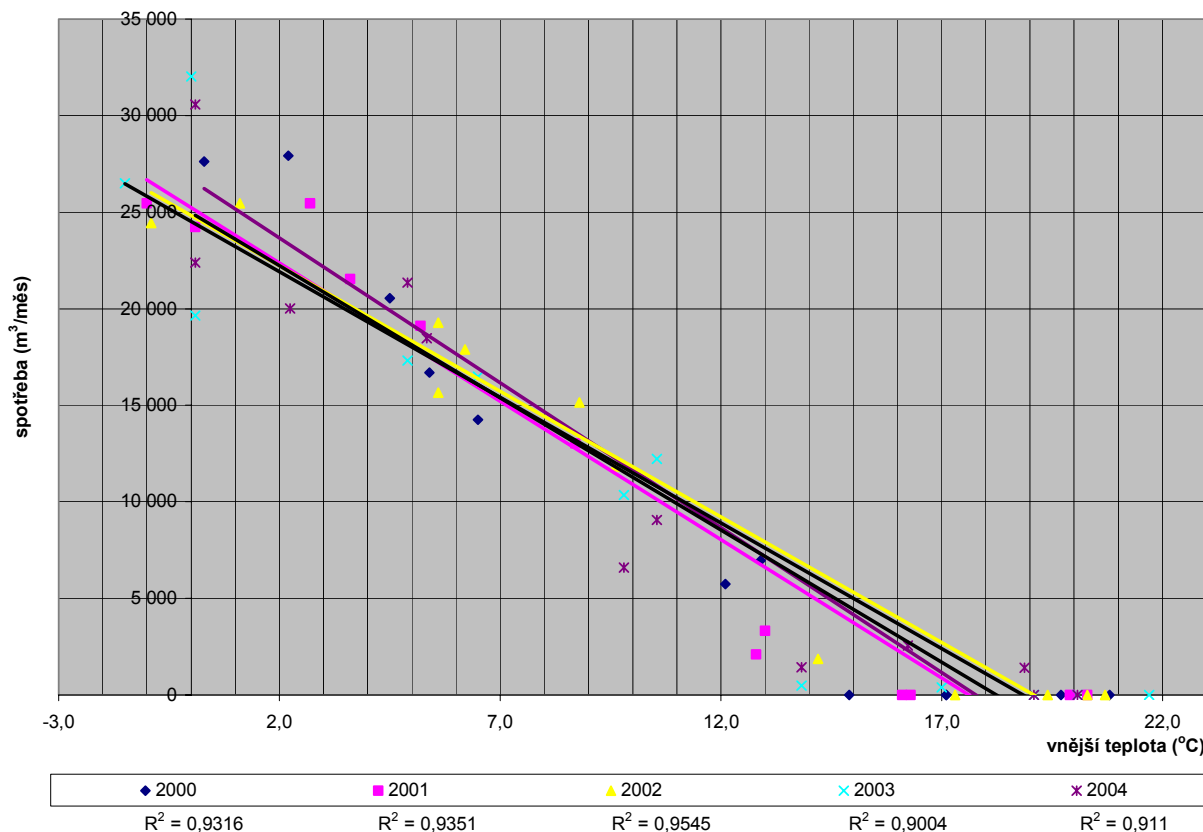
- Jaká je v kotelně kvalita automatické regulace?
- Má kotelna dostatečný tepelný výkon pro krytí tepelných ztrát objektů?

Trend spotřeby paliva – přepočtené hodnoty podle počtu meteorologických denostupňů pro daný rok a srovnané s dlouhodobým klimatickým standardem jsou uvedeny v následujícím grafu:



Z grafu je vidět klesající trend přepočtené spotřeby zemního plynu na vytápění (šedé sloupce), což svědčí o kvalitním provozování a ovládání topné soustavy a o pokračujícím trendu implementace energeticky úsporných opatření.

Dále pak byla hodnocena kvalita regulace. Na základě zaznamenaných náměrů měsíčních spotřeb tepla byla schopnost automatické regulace provozu kotleny dle venkovních podmínek "ohodnocena" průměrným regresním koeficientem $R^2=0,93$, což ukazuje na vyhovující provoz regulace.



B.4 ROZVOD ENERGIE

ROZVOD TEPLA

V kotelně je přívod topné vody od kotlů veden do rozdělovače, ze kterého odbočují čtyři topné větve do jednotlivých objektů. Větev do objektu dílen a ohřev TUV je veden přímo z přívodní větve od kotlů

Topnými kanály pod zemí jde topná a vratná voda do jednotlivých objektů v izolovaných původních trubkách, paralelně s nimi je veden i rozvod TUV. Soustava je čtyřtrubková.

Hlavní rozvody jsou uvnitř i vně budov tepelně izolovány min. vlnou, jsou v původním stavu z r. 1972.

ROZVOD ELEKTŘINY

Rozvod elektřiny je v izolovaných vodičích pod omítkou, s postupným doplňováním a místními rekonstrukcemi.

B.5 VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE

B.5.1 TECHNOLOGICKÉ SPOTŘEBIČE

ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ

Školní budovy

Vytápění budov zajišťuje otopná soustava ústředního vytápění, zásobovaná teplem z hlavních rozvodů (topných větví).

Na hlavní rozvodná potrubí vedená v topném kanále navazují v jednotlivých objektech topné větve, jež jsou vedeny po zdech uvnitř objektů. Ty pak TV v objektech rozvádějí k jednotlivým stoupacím rozvodům a odtud dále k otopným tělesům rozmístěným v objektu.

Jako otopná tělesa jsou ve většině případů použity radiátory žebrové typu Kalor, radiátory nejsou opatřeny termoregulačními ventily. Teplota topné vody je regulována ekvitermně, vnitřní rozvody pak programovou regulací Komexterm s ručními zásahy.

Hlavní oběhová čerpadla jsou umístěna na vratném potrubí UT.

Objekty dílen

V objektech dílen je vytápění kombinací dílenských trubkových žebrových radiátorů, teplovzdušných jednotek typu Sahara a klasických žebrových litinových radiátorů v přístavku.

PŘÍPRAVA TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY

Teplá užitková voda se připravuje topnou vodou ve dvou akumulčních zásobnících o objemu $2 \times 4 \text{ m}^3$, oběhová potrubí TUV mají cirkulaci.

Podle statistiky spotřeb se průměrná spotřeba studené vody během roku pohybuje mezi $20 \text{ m}^3/\text{den}$, teplá voda dosahuje cca $1/3$ této spotřeby (i v letních měsících).

ROZDĚLENÍ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Celková spotřeba cca 154 MWh/rok elektrické energie za rok je alokována do řady spotřebičů. Z nich nejvýznamnější jsou osvětlení a dílenské spotřebiče, tj. obráběcí stoje (soustruhy, frézy, lisy, stojanové vrtačky), montážní nářadí, svářecí agregáty atp..

Spotřeba el. energie je automaticky řízena nově instalovaným řízením $1/4$ maxima.

OSVĚTLENÍ

Osvětlení společných prostor je řešeno převážně žárovkovými zdroji na chodbách a v technických místnostech, v učebnách je původní zářivkové osvětlení ($4-10 \times$ tělesa Elektrosvit $4 \times 56\text{W}$), dílenské prostory jsou osazeny původními- a dvoutrubkovými zářivkovými svítidly. Areál má též venkovní osvětlení - sodíkové výbojky v původních tělesech, výbojky osvětlují i tělocvičnu.

Pro posouzení stávajícího stavu osvětlovacích soustav byl proveden výpočet denního osvětlení programem WDLS firmy Astra s. r. o., dle normy ČSN 73 0580-1 a 3. Z výpočtů a měření vyplývá, že ve většině místností areálu musí být osvětlení navrženo a posuzováno jako sdružené, na internátu i vzhledem k režimu jeho používání lze uvažovat pouze o osvětlení umělém. Dále bylo provedeno orientační měření intenzity osvětlení digitálním luxmetrem Mavolux ve vybraných místnostech, jehož výsledky jsou uvedeny v tabulce níže.

Místnost	E_{p0} (lx)	r (–)	E_{norm} (lx)	Poznámka
Společenská místnost internátu	154	0,73	200	18 × 2 × 42 W, zářivkové přisazené
Internát, chodba 3. NP	42,8	0,77	75	5 × 1 × 60 W, žárovkové
Internát, pokoj č. 23	402	0,92	400	1 × 1 × 60 W, žárovkové přisazené, osazené 100 W
učebna přízemí školy	356,7	0,65	400	9 × 4 × 56 W, zářivkové, přisazené
dílny, truhlárna	1089	0,81	500	8 × 2 × 36 W, zářivkové, nové, přisazené s mléčným krytem

E_{p0} (lx) - naměřené hodnoty intenzity osvětlení, E_{norm} (lx) – normované hodnoty intenzity osvětlení

Z výsledků měření lze usuzovat, že prostory, kde je osvětlovací soustava nová nebo po rekonstrukci jsou z hlediska intenzity osvětlení vyhovující. Na chodbách a v učebnách, kde jsou původní svítidla, je intenzita osvětlení mírně nevyhovující. Celkově lze posuzovanou soustavu z pohledu energetické efektivity hodnotit pozitivně.

B.5.2 BUDOVY

Popis budov

OBVODOVÉ ZDIVO

Konstrukčně jsou všechny budovy s výjimkou dílen zděné z cihel metrického formátu CDM v tl. 37,5 cm (25 cm budova internátu). Nosné skelety budov jsou montované železobetonové. Vodorovné konstrukce jsou převážně železobetonové prefabrikované, nad posledním podlažím vždy zateplené škvárou a rekonstruovanou plochou střechou s tepelnou izolací. podlahy jsou betonové se škvárovým ložem a min. tepelnou izolací 1-5 cm EPS. Dílny jsou montovaný skelet s žlb. střechou, stěny jsou zateplené min. vlnou a trapézovým plechem.

Otvorové výplně

Okna objektu jsou převážně původní, dřevěná zdvojená. Okna jsou ve špatném stavu, většinou nekvalitně těsněná původním kovotěsem. Dílny mají nová okna s dvojitým zasklením v kovových rámech, okna světlíků byla rekonstruována na okna s dvojitým zasklením. V areálu je mnoho konstrukcí ze skleněných tvárnic.

STŘECHA

Střechy objektů A, B, C a E jsou ploché s mírným sklonem, z železobetonových desek či keramických výplní typu Hurdis, krytina všech objektů je z lepenky s tepelnou izolací. Budova D (dílna) má vodorovné konstrukce železobetonové, kryté tepelnou izolací a hydroizolací.

SOUVISEJÍCÍ SOUČASNĚ PLATNÉ PŘÁVNÍ PŘEDPISY

Právní předpisy platné v době zpracování energetického auditu pro hodnocení tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí a budov a pro hodnocení účinnosti využití energie v budovách:

- Zákon č.406/2000Sb. O hospodaření energií vč.vyhláška 213/2001 Sb. O podrobnostech provedení energetického auditu
- Vyhláška č.291/2001 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti energie při spotřebě tepla v budovách.
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky (listopad 2002)

Podle vyhlášky 291/2001 Sb. požadované hodnoty neznamenají pro majitele budovy bezprostřední závazek. Závaznými jsou v případě novostaveb a při změnách dokončených staveb (rekonstrukce, modernizace).

TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Pro možnost posouzení tepelně-technických vlastností budovy byly stanoveny součinitele prostupu tepla U (W/m^2K) jednotlivých ochlazovaných ploch na základě dostupných projekčních materiálů a popisů. Hlavní konstrukce jsou následující :

Tabulka uvádí součinitele prostupu tepla U (W/m^2K)

Název konstrukce	Popis konstrukce	U (W/m^2K) stávající	U_N (W/m^2K) Požadovaná	Hodnocení dle
Zdivo vnější budovy B, C, E	Zdivo CDm 37,5	1,36	0,38	Nevyhovuje
Zdivo vnější budovy A	Zdivo CDm 24 cm	1,85	0,38	Nevyhovuje
Zdivo vnější budovy D	Zdivo CDm 15 + tepelná izolace mí. vlna 8 cm	0,40	0,38	Nevyhovuje
Původní okna okna	Okna dřevěná zdvojená	2,70	2,00	Nevyhovuje
Strop pod střešou budov A, B, C, D, E	Žib. systém, 5 cm EPS, hydroizolace	0,29	0,38	Vyhovuje
Podlahy na terénu	beton, škvárový záryp, EPS 1 cm	0,60	0,60	Vyhovuje

Z porovnání parametrů stávající konstrukce a požadovaných normových hodnot je zřejmé, že konstrukce s výjimkou vodorovných konstrukcí a stěny dílen nesplňují požadované hodnoty dle ČSN 73 0540-2 (2002) týkající se tepelného odporu konstrukce (resp. součinitele prostupu tepla) :

NORMOVÉ POŽADAVKY

ČSN 73 0540-2 (2002) Tepelná ochrana budov

Druh a popis konstrukce		U_N (W/m^2K) Požadovaná hodnota	U_N (W/m^2K) Doporučená hodnota	e_2 (-) Souč. typu konstrukce	b_1 (-) Činitel teplotní redukce
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° Podlaha nad venkovním prostorem Strop pod nevytápěnou půdou se střešou bez tepelné izolace Podlaha a stěna s vytápěním	lehká	0,24	0,16	0,8	1,25
	těžká	0,3	0,2	0,8	1
Stěna venkovní Střecha strmá se sklonem nad 45°	lehká	0,3	0,2	1	1,25
	těžká	0,38	0,25	1	1
Podlaha a stěna přilehlá k zemině		0,6	0,4	0,8	0,49
Strop a stěna vnitřní z z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,75	0,5	0,8	0,4
Stěna mezi sousedními budovami		1,05	0,7	0,8	0,29
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně		1,05	0,7	0,8	0,29
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně		1,3	0,9	1	0,29
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně		2,2	1,45	0,8	0,14
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně		2,7	1,8	1	0,14
Okna a jiná výplň otvorů, z vyt. prostoru (vč. rámu)	nová	1,8	1,2	5,5	1,15
	upravená	2	1,35	6	1,15
Dveře, vrata a jiná výplň otvorů, z část. vyt. prostoru (vč. rámu)		3,5	2,3	6	0,66

PLOCHY A OBJEMY BUDOV

PLOCHY A OBJEMY PŘEDMĚTU AUDITU SOŠ a SOU Třemošnice		budova A - intr	budova B - tělocv	budova C - škola	budova D - dílny	budova E - kuch	Celkem
Strop	m ²	515	892	394	1 860	336	3 997
Podlaha	m ²	515	892	394	1 786	336	3 923
Vnější plášť celkem	m ²	2 147	792	1 082	1 235	280	5 536
z toho otvory	m ²	322	243	211	308	43	1 127
neprůsvitná část	m ²	1 826	549	871	927	237	4 409
Objem budovy	m ³	6 440	5 390	4 555	13 127	1 176	30 688
A/V		0,33	0,48	0,37	0,30	0,67	

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT A VÝPOČET SPOTŘEBY TEPLA

Výpočet tepelných ztrát byl proveden na základě ČSN 06 0210, obálkovou metodou. Dále pak navazuje výpočet spotřeby tepla s použitím údajů ČSN 38 33550, který je porovnáván se skutečnou spotřebou tepla pro výchozí rok a po porovnání zpětně modelován podle skutečně spotřebovaného množství tepla:

Vstupní údaje (okrajové podmínky):

KLIMATICKÁ OBLAST	Hradec Králové	
Denostupně - vyhl. 291/2001	D	3823,2
Počet topných dnů	d	236
Průměrná teplota venkovní	t _e	3,8
Průměrná teplota vnitřní	t _i	20
Výpočtová teplota venkovní	t _{ev}	-12
Výpočtová teplota vnitřní	t _{iv}	20

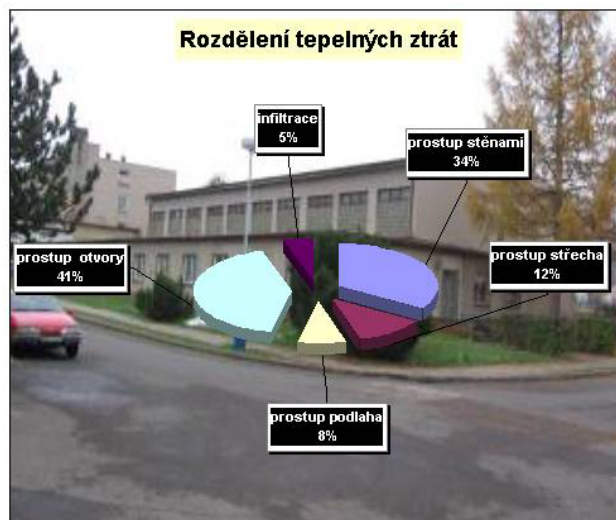
Výpočtem byla zjištěna tepelná ztráta objektů (prostup, infiltrace, doplňkové větrání) a na obr. níže uvedené rozdělení tep. ztrát:

ROZDĚLENÍ TEPELNÉ ZTRATY SOŠ a SOU Třemošnice			budova A - intr	budova B - tělocv	budova C - škola	budova D - dílny	budova E - kuch	Celk.
Prostupem konstrukcemi	Q _o	kW	92,7	63,2	63,6	135,8	24,1	379,4
Infiltrace	Q _i	kW	14,5	3,4	10,9	15,9	2,2	46,9
Doplňkové větrání	Q _v	kW	26,2	30,7	17,9	67,0	5,2	147,0
Celkem	Q	kW	133,4	97,3	92,3	218,7	31,5	573,3

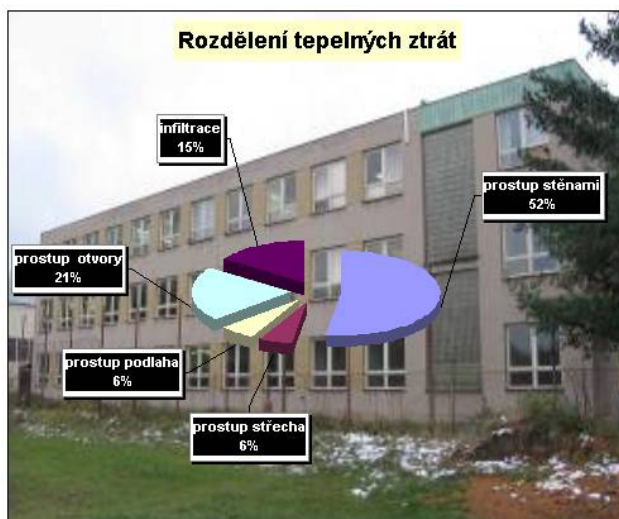
Rozdělení ztrát jednotlivými konstrukcemi je uvedeno na následujících grafech:



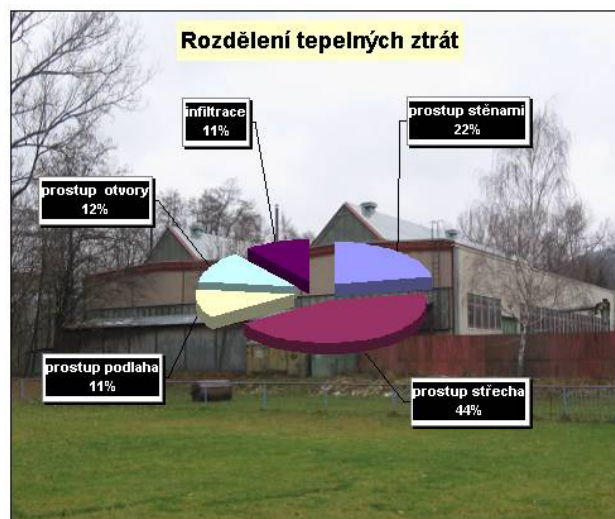
Budova A – internát



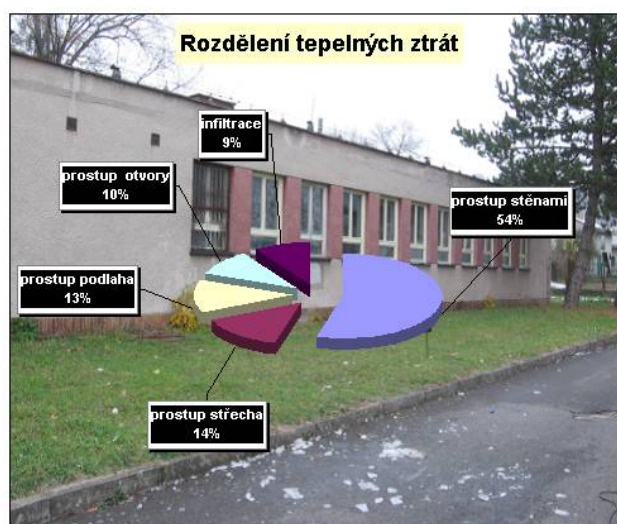
Budova B - tělocvična



Budova C – škola



Budova D – objekt dílen



Budova E – Bývalá kuchyně

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ **BUDOVY A** (INTERNÁT) PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB.

Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené vyhláškou 291/2001 Sb. o energetických požadavcích na budovy.

VSTUPNÍ ÚDAJE

A - povrch budovy pro výpočet	2 147	m ²
V - objem budovy	6 440	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,33	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	297 257	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	15 330	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	9 809	kWh/rok
e_v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	46,2	kWh/m³
e_{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	42,6	kWh/m³

SPOTŘEBA TEPLA A TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY OBJEKTU

Hodnocení podle měrné spotřeby tepla pro vytápění podle Vyhlášky 291/2001 Sb. po započtení tepelných zisků – budova nevyhovuje ani při započtení tepelných zisků.

Porovnání budovy A - intr dle Vyhlášky 291/2001 Sb.

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	29,3	kWh/m ³
ev - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	29,3	kWh/m ³

PŘÍKON

tepelná ztráta (z výpočtu tepelných ztrát budovy)	kW	133,4
---	----	-------

SPOTŘEBA

spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1070,13
----------------------------	--------	---------

TEPELNÉ CHRAKTERISTIKY

ukazatel spotřeby tepla na vytápění	GJ/m ² rok	0,544
měrná spotřeba energie U ₁	kWh/m ² rok	42,64

VÝPOČTOVÉ PARAMETRY PŘI VÝPOČTU PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB:

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	795,55	1,86	1,00	1 479,72
Okenní výplně	312,16	2,70	1,15	969,26
Dveře	9,60	4,00	0,66	25,34
Podlaha na terénu	515,00	0,60	0,49	151,41
Střecha	515,00	0,29	0,49	73,18
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 968,8
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				103,9
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				32,6
Celková tepelná ztráta (kW)				136,5

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A_F	m^2	1968,0
Celková užitná plocha	A_{FC}	m^2	2420,6
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m^2	2147,3
Celkový obestavěný prostor	V	m^3	6440,0
Plocha plné části svislých obvod. konstrukcí	A_j	m^2	795,5
Součinitel prostupu tepla plné části svislých obvodových konstrukcí	U_j	$W/m^2 \cdot K$	1,86
Celková plocha oken	A_o	m^2	312,16
Součinitel prostupu tepla oken	U_o	$W/m^2 \cdot K$	2,70
Plocha střechy	A_s	m^2	515,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U_s	$W/m^2 \cdot K$	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U_n	$W/m^2 \cdot K$	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U_c	$W/m^2 \cdot K$	1,38
Objem vzduchu v objektu	V_a	m^3	5 152,00
Převažující vnitřní teplota	t_i	$^{\circ}C$	20,00
Činitel zahrnující délku otopného období	h_1	$kh \cdot K$	94,12
Činitel zahrnující délku otopného období	h_2	kWh/m^3	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E_{vp}	kWh	204 001
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E_{vv}	kWh	93 256
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E_v	kWh	297 257
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E_{vz}	kWh	15 330
Tepelné zisky ze slunečního záření	E_{zs}	kWh	9 809
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	kWh	274 632
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	GJ	989
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m^2/m^3	0,33
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e_v	kWh/m^3	42,6
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztažená na vytápěnou plochu	e_a	kWh/m^2	127,9
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{vn}	kWh/m^3	29,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{an}	kWh/m^2	91,6
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	145,4

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY A PODLE ČSN 73 0540-2 (2002)







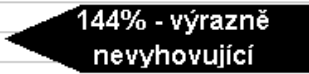

Energetické hodnocení hlavní budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené normou ČSN 73 0540 a stanovuje tzv. Stupeň energetické náročnosti budovy SEN

ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2****145%****Nevyhovuje**

Podíl doporučené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_v a vypočtené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_{vn} , tj. stupeň energetické náročnosti budovy $SEN=145\%$ je větší než vyhláškou 291/2001 Sb. a normou ČSN 73 0540-2 (2002) stanovená hodnota 120%, tj. budova je **nevyhovující**.

Budova má nevyužitý potenciál v snížení energetické náročnosti, daný především stavebními opatřeními a opatřeními v otvorových výplních.

Normativní požadavky - ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov jsou promítnuty do tzv. energetického štítku budovy.

Budova:	SOŠ a SOU Třemošnice	A - intr
Klasifikace energetické náročnosti	Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)	
Mimořádně úsporná budova	Zjištěná hodnota	
 A	SEN ≤ 40%	
 B	SEN ≤ 60%	
 C	SEN ≤ 80%	
 D	SEN ≤ 100%	
	Požadavek ČSN 73 0540	
 E	SEN ≤ 120%	
 F	SEN ≤ 150%	
 G	SEN > 150%	
Mimořádně nevyhovující budova		
Budova požadavek ČSN 73 0540-2		nesplňuje

Orientační rozdělení ztrát prostupem tepla (vč. infiltrace) u jednotlivých konstrukcí budovy internátu: (seřazeno sestupně dle absolutní výše ztrát)

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
okna jihovýchod	21 038	20%	151,1
okna severozápad	16 830	16%	120,8
Fasáda jihovýchodní	16 576	15%	119,0
Fasáda jihozápadní	11 329	11%	81,3
Fasáda severovýchodní	11 329	11%	81,3
Fasáda severozápadní	11 306	11%	81,2
sklobetonová okna	5 600	5%	40,2
Strop hlavní budovy nad 3NP	5 227	5%	37,5
Podlaha na terénu	4 635	4%	33,3
okna jihozápadní	859	1%	6,2
okna severovýchod	859	1%	6,2
vedlejší vchod	824	1%	5,9
Hlavní vchod	824	1%	5,9
Fasáda přiléhající ke kotelně	0	0%	0,0
Celkem	107 237	100%	770

Detailní informace o hodnocení všech budov a účinku úsporných opatření jsou uvedeny v příloze č. 1.

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ **BUDOVY B** (TĚLOCVIČNA) PODLE VYHLÁŠKY 291/2001

Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené vyhláškou 291/2001 Sb. o energetických požadavcích na budovy.

VSTUPNÍ ÚDAJE

A - povrch budovy pro výpočet	2 576	m ²
V - objem budovy	5 390	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,48	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	216 841	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	15 330	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	9 322	kWh/rok
e_v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	40,2	kWh/m³
e_{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	36,1	kWh/m³

SPOTŘEBA TEPLA A TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY OBJEKTU

Hodnocení podle měrné spotřeby tepla pro vytápění podle Vyhlášky 291/2001 Sb. po započtení tepelných zisků – budova nevyhovuje ani při započtení tepelných zisků.

Porovnání budovy B - tělocv dle Vyhlášky 291/2001 Sb.

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	33,1	kWh/m ³
ev - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	33,1	kWh/m ³

PŘÍKON

tepelná ztráta (z výpočtu tepelných ztrát budovy)	kW	97,3
---	----	------

SPOTŘEBA

spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	780,6
----------------------------	--------	-------

TEPELNÉ CHRAKTERISTIKY

ukazatel spotřeby tepla na vytápění	GJ/m ² rok	1,055
měrná spotřeba energie U ₁	kWh/m ² rok	36,114

VÝPOČTOVÉ PARAMETRY PŘI VÝPOČTU PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB:

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	548,79	1,36	1,00	746,35
Okenní výplně	239,25	2,70	1,15	742,87
Dveře	3,96	4,00	0,66	10,45
Podlaha na terénu	892,00	0,60	0,49	262,25
Střecha	892,00	0,29	0,49	126,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 077,5
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				72,7
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				27,2
Celková tepelná ztráta (kW)				100,0

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A_F	m^2	740,0
Celková užitná plocha	A_{FC}	m^2	910,2
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m^2	2576,0
Celkový obestavěný prostor	V	m^3	5390,0
Plocha plné části svislých obvod. konstrukcí	A_j	m^2	548,8
Součinitel prostupu tepla plné části svislých obvodových konstrukcí	U_j	$W/m^2 \cdot K$	1,36
Celková plocha oken	A_o	m^2	239,25
Součinitel prostupu tepla oken	U_o	$W/m^2 \cdot K$	2,70
Plocha střechy	A_s	m^2	892,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U_s	$W/m^2 \cdot K$	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U_n	$W/m^2 \cdot K$	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U_c	$W/m^2 \cdot K$	0,81
Objem vzduchu v objektu	V_a	m^3	4 312,00
Převažující vnitřní teplota	t_i	$^{\circ}C$	20,00
Činitel zahrnující délku otopného období	h_1	$kh \cdot K$	94,12
Činitel zahrnující délku otopného období	h_2	kWh/m^3	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E_{vp}	kWh	139 880
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E_{vv}	kWh	76 962
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E_v	kWh	216 841
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E_{vz}	kWh	15 330
Tepelné zisky ze slunečního záření	E_{zs}	kWh	9 322
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	kWh	194 655
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	GJ	701
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m^2/m^3	0,48
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e_v	kWh/m^3	36,1
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztažená na vytápěnou plochu	e_a	kWh/m^2	75,6
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{vn}	kWh/m^3	33,1
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{an}	kWh/m^2	103,4
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	109,2

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY B PODLE ČSN 73 0540-2 (2002)





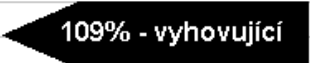



Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené normou ČSN 73 0540 a stanovuje tzv. Stupeň energetické náročnosti budovy SEN

ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2****109%****Vyhovuje**

Podíl doporučené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_v a vypočtené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_{vn} , tj. stupeň energetické náročnosti budovy $SEN=109\%$ je menší než vyhláškou 291/2001 Sb. a normou ČSN 73 0540-2 (2002) stanovená hodnota 120%, tj. budova je **vyhovující**.

Budova má přesto nevyužitý potenciál v snížení energetické náročnosti, daný především opatřeními v otvorových výplních.

Normativní požadavky - ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov jsou promítnuty do tzv. energetického štítku budovy.

Budova:	SOŠ a SOU Třemošnice	B - tělocv
Klasifikace energetické náročnosti	Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)	
Mimořádně úsporná budova		Zjištěná hodnota
	SEN ≤ 40%	
	SEN ≤ 60%	
	SEN ≤ 80%	
	SEN ≤ 100%	
	Požadavek ČSN 73 0540	
	SEN ≤ 120%	
	SEN ≤ 150%	
	SEN > 150%	
Mimořádně nevyhovující budova		
Budova požadavek ČSN 73 0540-2		splňuje

Orientační rozdělení ztrát prostupem tepla (vč. infiltrace) u jednotlivých konstrukcí budovy tělocvičny: (seřazeno sestupně dle absolutní výše ztrát)

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
sklobetonová okna jihovýchod	15 472	25%	143,0
sklobetonová okna severozápad	7 500	12%	69,3
Fasáda severozápadní	6 477	11%	59,9
Fasáda severovýchodní	6 120	10%	56,6
Fasáda jihozápadní	5 591	9%	51,7
Strop hlavní budovy nad 3NP	4 481	7%	41,4
Fasáda jihovýchodní	4 202	7%	38,8
okna severozápad	3 506	6%	32,4
Podlaha na terénu	3 090	5%	28,6
okna jihozápadní	2 550	4%	23,6
okna západ	1 154	2%	10,7
vedlejší vchod	662	1%	6,1
Celkem	60 805	100%	562

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ **BUDOVY C** (ŠKOLA) PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB.

Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené vyhláškou 291/2001 Sb. o energetických požadavcích na budovy.

VSTUPNÍ ÚDAJE

A - povrch budovy pro výpočet	1 870	m ²
V - objem budovy	4 555	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,41	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	205 779	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	2 190	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	8 287	kWh/rok
e_v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	45,2	kWh/m³
e_{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	43,1	kWh/m³

SPOTŘEBA TEPLA A TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY OBJEKTU

Hodnocení podle měrné spotřeby tepla pro vytápění podle Vyhlášky 291/2001 Sb. po započtení tepelných zisků – budova nevyhovuje ani při započtení tepelných zisků.

Porovnání budovy C - škola

dle Vyhlášky 291/2001 Sb.

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	31,3	kWh/m ³
ev - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	31,3	kWh/m ³

PŘÍKON

tepelná ztráta (z výpočtu tepelných ztrát budovy)	kW	92,3
---	----	------

SPOTŘEBA

spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	740,81
----------------------------	--------	--------

TEPELNÉ CHRAKTERISTIKY

ukazatel spotřeby tepla na vytápění	GJ/m ² rok	0,784
měrná spotřeba energie U ₁	kWh/m ² rok	43,11

VÝPOČTOVÉ PARAMETRY PŘI VÝPOČTU PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB:

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	870,90	1,36	1,00	1 184,42
Okenní výplně	186,48	2,70	1,15	579,02
Dveře	24,13	4,00	0,66	63,69
Podlaha na terénu	394,00	0,70	0,49	135,14
Střecha	394,00	0,29	0,49	55,99
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 220,1
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				77,7
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				23,0
Celková tepelná ztráta (kW)				100,7

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A_F	m^2	945,0
Celková užitná plocha	A_{FC}	m^2	1162,4
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m^2	1869,5
Celkový obestavěný prostor	V	m^3	4555,0
Plocha plné části svislých obvod. konstrukcí	A_j	m^2	870,9
Součinitel prostupu tepla plné části svislých obvodových konstrukcí	U_j	$W/m^2 \cdot K$	1,36
Celková plocha oken	A_o	m^2	186,48
Součinitel prostupu tepla oken	U_o	$W/m^2 \cdot K$	2,70
Plocha střechy	A_s	m^2	394,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U_s	$W/m^2 \cdot K$	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U_n	$W/m^2 \cdot K$	0,70
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U_c	$W/m^2 \cdot K$	1,19
Objem vzduchu v objektu	V_a	m^3	3 644,00
Převažující vnitřní teplota	t_i	$^{\circ}C$	20,00
Činitel zahrnující délku otopného období	h_1	$kh \cdot K$	94,12
Činitel zahrnující délku otopného období	h_2	kWh/m^3	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E_{vp}	kWh	135 518
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E_{vv}	kWh	70 261
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E_v	kWh	205 779
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E_{vz}	kWh	2 190
Tepelné zisky ze slunečního záření	E_{zs}	kWh	8 287
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	kWh	196 350
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	GJ	707
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m^2/m^3	0,41
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e_v	kWh/m^3	43,1
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztažená na vytápěnou plochu	e_a	kWh/m^2	105,0
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{vn}	kWh/m^3	31,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{an}	kWh/m^2	97,9
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	137,6

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY C PODLE ČSN 73 0540-2 (2002)









Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené normou ČSN 73 0540 a stanovuje tzv. Stupeň energetické náročnosti budovy SEN

ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2****138%****Nevyhovuje**

Podíl doporučené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_v a vypočtené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_{vn} , tj. stupeň energetické náročnosti budovy $SEN=138\%$ je větší než vyhláškou 291/2001 Sb. a normou ČSN 73 0540-2 (2002) stanovená hodnota 120%, tj. budova je **nevyhovující**.

Budova má nevyužitý potenciál v snížení energetické náročnosti, daný především stavebními opatřeními a opatřeními v otvorových výplních.

Normativní požadavky - ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov jsou promítnuty do tzv. energetického štítku budovy.

Budova:	SOŠ a SOU Třemošnice	C - škola
Klasifikace energetické náročnosti	Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)	
Mimořádně úsporná budova		Zjištěná hodnota
	SEN ≤ 40%	
	SEN ≤ 60%	
	SEN ≤ 80%	
	SEN ≤ 100%	
	Požadavek ČSN 73 0540	
	SEN ≤ 120%	
	SEN ≤ 150%	
	SEN > 150%	
Mimořádně nevyhovující budova		
Budova požadavek ČSN 73 0540-2		nesplňuje

Orientační rozdělení ztrát prostupem tepla (vč. infiltrace) u jednotlivých konstrukcí školy: (seřazeno sestupně dle absolutní výše ztrát)

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
Fasáda severovýchodní	16756	23%	121,5
Fasáda severozápadní	13941	19%	101,1
okna severozápadní	13843	19%	100,4
okna severovýchod	10059	14%	73,0
Fasáda jihovýchodní	5260	7%	38,1
Podlaha na terénu	4137	6%	30,0
Strop hlavní budovy nad 3NP	3999	5%	29,0
okna sklobeton	3197	4%	23,2
Fasáda jihozápadní	1617	2%	11,7
dveře vstupní	686	1%	5,0
Celkem	73 495	100%	533

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ **BUDOVY D** (DÍLNY) PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB.

Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené vyhláškou 291/2001 Sb. o energetických požadavcích na budovy.

VSTUPNÍ ÚDAJE

A - povrch budovy pro výpočet	4 881	m ²
V - objem budovy	13 127	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,37	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	382 598	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	2 190	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	5 515	kWh/rok
e_v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	29,1	kWh/m³
e_{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	28,6	kWh/m³

SPOTŘEBA TEPLA A TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY OBJEKTU

Hodnocení podle měrné spotřeby tepla pro vytápění podle Vyhlášky 291/2001 Sb. po započtení tepelných zisků – budova nevyhovuje ani při započtení tepelných zisků.

Porovnání budovy D - dílny dle Vyhlášky 291/2001 Sb.

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	vyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	30,3	kWh/m ³
ev - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	vyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	30,3	kWh/m ³

PŘÍKON

tepelná ztráta (z výpočtu tepelných ztrát budovy)	kW	171,7
---	----	-------

SPOTŘEBA

spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	1377,4
----------------------------	--------	--------

TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY

ukazatel spotřeby tepla na vytápění	GJ/m ² rok	0,683
měrná spotřeba energie U ₁	kWh/m ² rok	28,618

VÝPOČTOVÉ PARAMETRY PŘI VÝPOČTU PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB:

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	1 088,72	0,40	1,00	435,49
Okenní výplně	271,60	2,00	1,15	624,68
Dveře	36,80	4,00	0,66	97,15
Podlaha na terénu	1 786,00	0,60	0,49	525,08
Střecha	1 860,00	0,65	0,49	592,41
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 502,3
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				87,6
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				66,4
Celková tepelná ztráta (kW)				153,9

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A_F	m^2	2016,0
Celková užitná plocha	A_{FC}	m^2	2479,7
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m^2	4881,1
Celkový obestavěný prostor	V	m^3	13126,8
Plocha plné části svislých obvod. konstrukcí	A_j	m^2	1088,7
Součinitel prostupu tepla plné části svislých obvodových konstrukcí	U_j	$W/m^2 \cdot K$	0,40
Celková plocha oken	A_o	m^2	271,60
Součinitel prostupu tepla oken	U_o	$W/m^2 \cdot K$	2,00
Plocha střechy	A_s	m^2	1 860,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U_s	$W/m^2 \cdot K$	0,65
Součinitel prostupu tepla podlahy	U_n	$W/m^2 \cdot K$	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U_c	$W/m^2 \cdot K$	0,51
Objem vzduchu v objektu	V_a	m^3	10 501,44
Převažující vnitřní teplota	t_i	$^{\circ}C$	20,00
Činitel zahrnující délku otopného období	h_1	$kh \cdot K$	94,12
Činitel zahrnující délku otopného období	h_2	kWh/m^3	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E_{vp}	kWh	291 528
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E_{vv}	kWh	91 071
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E_v	kWh	382 598
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E_{vz}	kWh	2 190
Tepelné zisky ze slunečního záření	E_{zs}	kWh	5 515
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	kWh	375 664
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	GJ	1 352
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m^2/m^3	0,37
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e_v	kWh/m^3	28,6
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztahovaná na vytápěnou plochu	e_a	kWh/m^2	77,0
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{vn}	kWh/m^3	30,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{an}	kWh/m^2	94,7
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	94,4

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY D PODLE ČSN 73 0540-2 (2002)








Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené normou ČSN 73 0540 a stanovuje tzv. Stupeň energetické náročnosti budovy SEN

ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2****94%****Vyhovuje**

Podíl doporučené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_v a vypočtené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_{vn} , tj. stupeň energetické náročnosti budovy $SEN=94\%$ je menší než vyhláškou 291/2001 Sb. a normou ČSN 73 0540-2 (2002) stanovená hodnota 120%, tj. budova je **vyhovující**.

Budova má nevyužitý potenciál v snížení energetické náročnosti, daný především stavebními opatřeními a opatřeními v otvorových výplních.

Normativní požadavky - ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov jsou promítnuty do tzv. energetického štítku budovy.

Budova:	SOŠ a SOU Třemošnice	D - dílny
Klasifikace energetické náročnosti	Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)	
Mimořádně úsporná budova		Zjištěná hodnota
 A	SEN ≤ 40%	
 B	SEN ≤ 60%	
 C	SEN ≤ 80%	
 D	SEN ≤ 100%	94% - vyhovující
	Požadavek ČSN 73 0540	
 E	SEN ≤ 120%	
 F	SEN ≤ 150%	
 G	SEN > 150%	
Mimořádně nevyhovující budova		
Budova požadavek ČSN 73 0540-2		splňuje

Orientační rozdělení ztrát prostupem tepla (vč. infiltrace) u jednotlivých konstrukcí dílen: (seřazeno sestupně dle absolutní výše ztrát)

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
Světlíky	20 202	18%	156,1
Strop haly	16 329	14%	126,2
okna jihovýchod	10 287	9%	79,5
Podlaha na terénu	10 218	9%	78,9
Fasáda severovýchodní	9 515	8%	73,5
okna severozápadní	9 412	8%	72,7
Fasáda jihozápadní	9 155	8%	70,7
okna jihozápadní	6 797	6%	52,5
okna severovýchod	5 251	5%	40,6
Fasáda jihovýchodní	4 813	4%	37,2
Fasáda severozápadní	4 813	4%	37,2
okna sklobeton	3 226	3%	24,9
vrata vstupní	1 814	2%	14,0
vrata vstupní	1 814	2%	14,0
Celkem	113 647	100%	878

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ **BUDOVY E** (BÝV. KUCHYNĚ) PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB.

Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené vyhláškou 291/2001 Sb. o energetických požadavcích na budovy.

VSTUPNÍ ÚDAJE

A - povrch budovy pro výpočet	952	m ²
V - objem budovy	1 176	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,81	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	70 237	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	6 570	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	235	kWh/rok
e_v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	59,7	kWh/m³
e_{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	54,5	kWh/m³

SPOTŘEBA TEPLA A TEPELNÉ CHARAKTERISTIKY OBJEKTU

Hodnocení podle měrné spotřeby tepla pro vytápění podle Vyhlášky 291/2001 Sb. po započtení tepelných zisků – budova nevyhovuje ani při započtení tepelných zisků.

Porovnání budovy E - kuch

dle Vyhlášky 291/2001 Sb.

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	41,7	kWh/m ³
ev - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	nevyhovuje	vyhl. 291/2001 Sb. =	41,7	kWh/m ³

PŘÍKON

tepelná ztráta (z výpočtu tepelných ztrát budovy)	kW	31,5
---	----	------

SPOTŘEBA

spotřeba tepla na vytápění	GJ/rok	252,85
----------------------------	--------	--------

TEPELNÉ CHRAKTERISTIKY

ukazatel spotřeby tepla na vytápění	GJ/m ² rok	0,885
měrná spotřeba energie U ₁	kWh/m ² rok	54,52

VÝPOČTOVÉ PARAMETRY PŘI VÝPOČTU PODLE VYHLÁŠKY 291/2001 SB:

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	237,34	1,36	1,00	322,78
Okenní výplně	24,66	2,70	1,15	76,57
Dveře	18,00	4,00	0,66	47,52
Podlaha na terénu	336,00	0,60	0,49	98,78
Střecha	336,00	0,29	0,49	47,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				652,7
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				22,8
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				5,9
Celková tepelná ztráta (kW)				28,8

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A_F	m^2	285,6
Celková užitná plocha	A_{FC}	m^2	351,3
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m^2	952,0
Celkový obestavěný prostor	V	m^3	1176,0
Plocha plné části svislých obvod. konstrukcí	A_j	m^2	237,3
Součinitel prostupu tepla plné části svislých obvodových konstrukcí	U_j	$W/m^2 \cdot K$	1,36
Celková plocha oken	A_o	m^2	24,66
Součinitel prostupu tepla oken	U_o	$W/m^2 \cdot K$	2,70
Plocha střechy	A_s	m^2	336,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U_s	$W/m^2 \cdot K$	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U_n	$W/m^2 \cdot K$	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U_c	$W/m^2 \cdot K$	0,69
Objem vzduchu v objektu	V_a	m^3	940,80
Převažující vnitřní teplota	t_i	$^{\circ}C$	20,00
Činitel zahrnující délku otopného období	h_1	$kh \cdot K$	94,12
Činitel zahrnující délku otopného období	h_2	kWh/m^3	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E_{vp}	kWh	48 061
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E_{vv}	kWh	22 176
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E_v	kWh	70 237
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E_{vz}	kWh	6 570
Tepelné zisky ze slunečního záření	E_{zs}	kWh	235
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	kWh	64 113
Roční spotřeba energie za otopné období	E_r	GJ	231
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m^2/m^3	0,81
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e_v	kWh/m^3	54,5
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztažená na vytápěnou plochu	e_a	kWh/m^2	67,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{vn}	kWh/m^3	41,7
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e_{an}	kWh/m^2	130,3
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	130,7

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY E PODLE ČSN 73 0540-2 (2002)






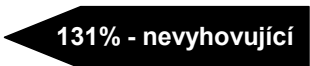


Energetické hodnocení budovy porovnává vypočtené charakteristické hodnoty a hodnoty stanovené normou ČSN 73 0540 a stanovuje tzv. Stupeň energetické náročnosti budovy SEN

ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2****131%****Nevyhovuje**

Podíl doporučené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_v a vypočtené měrné potřeby tepla při vytápění budovy e_{vn} , tj. stupeň energetické náročnosti budovy $SEN=131\%$ je větší než vyhláškou 291/2001 Sb. a normou ČSN 73 0540-2 (2002) stanovená hodnota 100%, tj. budova je **nevyhovující**.

Budova má nevyužitý potenciál v snížení energetické náročnosti, daný především stavebními opatřeními a opatřeními v otvorových výplních.

Normativní požadavky - ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov jsou promítnuty do tzv. energetického štítku budovy.

Budova:	SOŠ a SOU Třemošnice	E - kuch
Klasifikace energetické náročnosti	Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)	
Mimořádně úsporná budova	Zjištěná hodnota	
	SEN ? 40%	
	SEN ? 60%	
	SEN ? 80%	
	<div>SEN ? 100%</div>	
	Požadavek ČSN 73 0540	
	SEN ? 120%	
	SEN ? 150%	
	SEN >150%	
Mimořádně nevyhovující budova		
Budova požadavek ČSN 73 0540-2		nesplňuje

Orientační rozdělení ztrát prostupem tepla (vč. infiltrace) u jednotlivých konstrukcí budovy bývalé kuchyně: (seřazeno sestupně dle absolutní výše ztrát)

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
Fasáda severní	3 662	13,9%	25,4
okna jih	3 402	12,9%	23,6
Střecha	3 293	12,5%	22,8
okna sever	3 077	11,7%	21,3
Podlaha na terénu	3 024	11,5%	20,9
Fasáda jižní	2 886	11,0%	20,0
vstupní dveře	1 724	6,6%	11,9
dveře západ	1 724	6,6%	11,9
Fasáda východní	1 502	5,7%	10,4
Fasáda západní	1 468	5,6%	10,2
okna západ	316	1,2%	2,2
okna východ	210	0,8%	1,5
Celkem	26 289	100%	182

C ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

C.1 ZÁKLADNÍ ENERGETICKÁ BILANCE

	ukazatel	zemní plyn		elektrická energie		součet	
		GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	vstupy paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0
2	změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	spotřeba paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0
4	prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0
6	ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2
7	spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	2 924,5	610,3	0,0	0,0	2 924,5	610,3
8	spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	950,0	198,3	154,3	389,2	1 505,4	587,4

Náklady na energie pro vytápění, přípravu TUV a ostatní společnou spotřebu dosahují cca 1 429 tis. Kč ročně. Z toho 73% připadá na vytápění a přípravu TUV, zbytek na technologickou elektrickou energii.

KONTROLA STÁVAJÍCÍCH ÚDAJŮ ENERGETICKÉ BILANCE

- vstupy paliv a energie převzaty z fakturovaných spotřeb dodavatele zemního plynu a elektřiny
- změna stavu zásob k změně nedochází
- prodej energie fyzickým i právnickým osobám energie se neprodává, nájemci platí energii v nájmu
- provozní ukazatele zdroje energie vychází z fakturačních spotřeb, skutečného stavu kotelny a odborného odhadu efektivnosti provozu
- energetické ztráty v rozvodech ztráty přispívají k vytápění budovy a ostatních prostor, rozvody mimo budovy jsou izolované, avšak zastaralé
- spotřeba energie na vytápění dosahování požadovaných teplot v místnostech hodnoceno podle výpovědí prac.
- spotřeba energie na přípravu teplé užitkové vody příprava TUV je centralizována
- tepelně-technické parametry budov budovy s výjimkou tělocvičny a dílen nevyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540
- spotřeba energie na techn. procesy osvětlení, dílny, kancelářské spotřebiče
- spotřeba energie na ostatní procesy není

ANALÝZA STAVU ROZVODŮ

Hlavní rozvody tepla jsou vedeny v topném kanálu a poté v suterénu a jsou tepelně izolované. Jejich stav je nicméně neuspokojivý. Ostatní topné rozvody jsou vedeny ve stavebních konstrukcích, jejich stav odpovídá době vzniku.

ANALÝZA STAVU BUDOV

Objekty jsou v dobrém stavebním stavu, nicméně některé vykazují velmi nepříznivé tepelně-technické vlastnosti. Celková tepelná ztráta areálu činí 507 kW. Vypočtená tepelná ztráta byla kontrolována výpočetním postupem.

Budovy jsou charakterizovány hodnotou Stupně energetické náročnosti od nejlepší budovy dílen (SEN=94%) až po budovu internátu (SEN=144%) a školy (SEN=138%), což u všech budov s výjimkou dílny a tělocvičny odpovídá nevyhovující

hodnotě dle požadavku normy ČSN 73 0540, která předepisuje požadovanou hodnotu $SEN < 120\%$.

C.2 ZHODNOCENÍ HOSPODÁRNOSTI NAKLÁDÁNÍ S ENERGIÍ – ZJIŠTĚNÍ AUDITU

STAVEBNÍ ČÁST - BUDOVY

Budovy z hlediska tepelně-technických parametrů mají výrazný úsporný potenciál ve většině stavebních konstrukcích.

Střecha objektu – konstrukce střech je vyhovující, je původní, na některých budovách rekonstruovaná tepelná izolace s výjimkou montážní haly a kuchyně.

Obvodový plášť objektů – tepelně technické vlastnosti jsou dané jejich skladbou – cihelné zdivo. Veškeré konstrukce s výjimkou stěn dílny nevyhovují normovým požadavkům a vykazují nepříznivé tepelně-technické vlastnosti a z toho plynoucí energetické ztráty.

Okna – až na výjimky nových oken v dílnách ostatní okna mají průměrné tepelně-technické vlastnosti, nejsou utěsněna.

TECHNOLOGICKÁ ČÁST

Zdroj tepla – kotelna je ve vyhovujícím stavu a je provozována velmi dobře, dimenzí odpovídá tepelným potřebám objektů (pokud je v provozu pouze jeden kotel), je nainstalována funkční regulace. Nevyhovující je rozvod tepla a TUV po areálu, vedený původním potrubím v průlezných kanálech.

Vytápění – systém vytápění je regulován. Místní regulace reagující na vnitřní zisky (termostatické ventily) nejsou instalovány. Systém je ve vyhovujícím stavu, obsluha ho dobře udržuje.

Příprava TUV – je centralizována, s cirkulací, nicméně vedení potrubí TUV (původní) v kanálech mimo budovy je příčinou velkých ztrát v potrubí.

Osvětlení – osvětlovací soustava se skládá z řady typů osvětlovacích těles, ponejvíce zářivkových v kancelářích, dílnách a učebnách a na chodbách žárovkových.

C.3 VÝŠE DOSAŽITELNÝCH ENERGETICKÝCH ÚSPOR

Areál **SOU a SOŠ technického Třemošnice** vykazuje velký energetický úsporný potenciál. Je to dáno zejména stářím a stavebním provedením budov. Určení výše technicky dosažitelných úspor vychází z porovnání stavu současného a stavu použití špičkové techniky. Dosažitelný stav je charakterizován:

- ve stavební části – uvedením charakteristických hodnot budovy na úroveň požadovanou současnými stavebními normami
- v technologických zařízeních budov existuje potenciál úspor v rekonstrukci soustavy teplovodu a změně přípravy TUV.

Technicky dosažitelný potenciál¹ energetických úspor je vyčíslen porovnáním současných a dosažitelných hodnot spotřeby zemního plynu a elektrické energie:

	současný stav
současná spotřeba energie	5 538 GJ/rok
dosažitelná spotřeba energie	2 990 GJ/rok
snížení na úroveň	54 % původní spotřeby

¹ Jde o potenciál dosažitelný bez ohledu na ekonomickou efektivnost navrhovaného řešení. Takto stanovená hodnota je teoretickou dosažitelnou úrovní spotřeby.

D NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

D.1 SEZNAM OPATŘENÍ

Jak již bylo řečeno v části zhodnocení stávajícího stavu budov a ostatních spotřebičů energie, v areálu existuje značný energetický potenciál při možné energeticky vědomé rekonstrukci budov a energetického hospodářství. Navrhovaná opatření představují návrh možných kroků k úsporám energie a zlepšením prostorů pro pobyt studentů a zaměstnanců. Jednotlivá opatření jsou uvedena v následující tabulce:

Beznákladová a nízkonákladová opatření

- A 1** Energetický management

Středněnákladová opatření

- B 1** Instalace TRV + hydraulické vyrovnání topné soustavy

Vysokonákladová opatření

- C 1** Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu
C 2 Rekonstrukce vytápění haly dílen
C 3 Změna přípravy TUV

Stavební opatření

- D 1** Repase oken školních budov
D 2 Rekonstrukce sklobetonových stěn
D 3 Zateplení objektu internátu a školy
D 4 Zateplení stropní konstrukce haly dílen

Výpočty a vstupy do ekonomických analýz vycházejí u úspor tepla z hodnot průměrné spotřeby za poslední roky u jednotlivých opatření a budov. Průměrná cena jednoho ušetřeného GJ vychází na cca 208 Kč. Úspory tepla, dosahované jednotlivými opatřeními, vycházejí z průměrné konečné spotřeby tepla na vytápění 4982 GJ/rok pro celý areál, rozdělená procentuálně podle vypočtených tepelných ztrát jednotlivých objektů.

Modelově rozdělená spotřeba energie vypadá takto:

Konečná spotřeba tepla v areálu ²	4983 GJ/rok, z toho
Ztráty v kotelně (účinností kotlů)	cca 13%, tj. 678 GJ/rok
Spotřeba tepla internátu	770 GJ/rok
Spotřeba tělocvičny	562 GJ/rok
Spotřeba školy	533 GJ/rok
Spotřeba dílen	878 GJ/rok
Spotřeba býv. kuchyně	182 GJ/rok
Ztráty ve venkovních rozvodech	430 GJ/rok
Spotřeba tepla na přípravu TUV	950 GJ/rok
Celková spotřeba tepla pro budovy	2924 GJ/rok

² přepočtená na průměrné klimatické podmínky (teplo), TUV bez přepočtu

D.2 BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

A1 - ENERGETICKÝ MANAGEMENT

Zavedení energetického managementu – systému sledování energetického hospodářství spočívá ve sběru a vyhodnocování spotřeby energie (zemní plyn, elektřina, voda). Sledování se týká jak spotřeby energie v technických jednotkách, tak i zejména nákladů na energii. Cílem je snížení nákladů na teplo, elektrickou energii a údržbářské práce pomocí diagnostiky zařízení.

V současné době se velmi dobře sleduje spotřeba a náklady po měsících u plynu a elektřiny a podle jednotlivých měřidel elektřiny pro jednotlivé objekty.

Bylo by vhodné toto průběžné sledování spotřeby topné vody, vody a elektřiny provázat s závislostmi na počasí. Již instalované základní měřiče lze využít k pravidelným odečtům, údaje budou pak kvalifikovaným způsobem vyhodnocovány. Pro vyhodnocení bude použit kancelářský počítač. Pomocí jednoduchého programu v tabulkovém procesoru se bude přepočítávat spotřeba podle klimatických dat. Předpokládá se zde spolupráce s meteorologickou službou ČHMÚ, které poskytuje za úplatu údaje o průměrných denních teplotách ze svých stanic. Podle zjištěných hodnot bude plánováno seřízení a údržba topného systému a mohou být odhaleny případné poruchy systému či jeho regulace.

Účinek opatření je odhadován na 1% ze současné spotřeby tepla a navíc přínosy při včasné detekci havárií (zaseklý regulátor apod.).

Energetický management		A 1
Náklady na realizaci opatření	0	tis. Kč
Úspora energie	43	GJ/rok
Úspora provozních nákladů	9	tis. Kč/rok

D.3 STŘEDNĚNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

B1 – INSTALACE TRV A HYDRAULICKÉ VYROVNÁNÍ TOPNÝCH ROZVODŮ

Navrhované opatření umožní snížit náklady na vytápění budov. Obě hlavní budovy (škola i internát) mají jihovýchodní a jižní fasády osluněny v dopoledních hodinách. Proto se navrhuje instalaci termostatických ventilů na otopná tělesa ve třídách a ostatních osluněných místnostech na těchto fasádách.

Při realizaci opatření bude nutné též seřízení průtoků v potrubních rozvodech ústředního vytápění tak, aby do každé budovy a místnosti přicházelo jen takové množství tepla, které je pro její vytápění potřebné. Proto se též navrhuje se provést pomocí projekční topenářské firmy přepočet hydraulických poměrů a nově nastavit trvalou regulaci na ventilech. Opatření lze s výhodou spojit s rekonstrukcí venkovních rozvodů, jak je navrhováno dále.

Navrhuje se osadit jihovýchodní fasádu budovy A (internát) a jižní fasádu budovy C (škola) termostatickými ventily na topná tělesa. Ventily budou reagovat na oslunění a vnitřní zisky tepla z pobytu osob a uzavřou přívod topné vody. Jde o cca 73 topných těles po cca 1,5 kW výkonu. Teplota vzduchu ve třídách bude regulována na 20-21°C.

Investiční náklad je propočten na 75 tis.Kč. Práce zahrnují dodávku a montáž termostatických ventilů při vypuštění topné soustavy, projekt s výpočtem nastavení základní hydraulické regulace a provedení základního meziobjektového seřízení soustavy.

Účinek opatření se předpokládá ve výši 7% tepla předaného regulovanými dotčenými topnými tělesy, tj. z cca 763 GJ:

Hydraulické vyrovnnání topných rozvodů		B1
Náklady na realizaci opatření	75	tis. Kč
Úspora energie	54	GJ/rok
Úspora provozních nákladů	11,5	tis. Kč/rok

D.4 VYSOKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

C1 – REKONSTRUKCE ROZVODU TEPLA PO AREÁLU

Současný rozvod tepla po areálu je proveden v topném kanálu čtyřtrubkovou soustavou v ocelových trubkách izolovaných minerální vlnou. Technický stav rozvodů je neuspokojivý a rozvod vykazuje výraznou tepelnou ztrátu. Modelové propočty ukazují, že současná ztráta v rozvodech dosahuje cca 430 GJ/rok jen v rozvodech tepla, další ztráty vykazuje rozvod TUV.

Navrhuje se rekonstrukce rozvodu tepla v areálu, kdy dojde k náhradě stávajícího nevyhovujícího potrubí potrubím novým, z ocelových předizolovaných trubek shodné dimenze, avšak s zhruba polovičními ztrátami. Trubky mohou být položeny ve stávajících topných kanálech (po jejich odkrytí), alternativně lze nové potrubí uložit do nových výkopů s použitím moderní signalizace poruchy, zabudované v potrubí. Tato alternativa též umožní ponechat stávající potrubí nefunkční v kanálech a tím uspořit stavební náklady. Zároveň s výměnou potrubí UT je nutné zvážit opatření na straně ohřevu TUV (viz opatření C3) a dle toho volit opět čtyřtrubkovou, případně dvoutrubkovou soustavu. Součástí rekonstrukce rozvodů by mohla být i výstavba objektových předávacích stanic, viz C3.

Předizolované potrubí a jeho komponenty jsou složeny z vnitřní ocelové trubky, tepelné izolace (polyuretanová pěna) a plášťové trubky z vysokohustotního polyethylénu HDPE. Potrubní systém je sendvičovou konstrukcí, kde nenastává žádný relativní pohyb mezi vnitřní ocelovou a vnější plášťovou trubicí. Jedná se tedy o spojený systém. Pevnost konstrukce je zajištěna povrchovou úpravou ocelové trubky (otryskání), použitím speciální polyuretanové pěny a úpravou vnitřního povrchu HDPE plášťové trubky. Předizolované potrubní systémy se vyznačují především nízkými tepelnými ztrátami, jednoduchou montáží a krátkou dobou ukládání. Při ukládání trubek je možné provést co nejužší ne příliš hluboký výkop a musí být provedeno podsypání pískem. Předizolované potrubní systémy mohou být vybaveny elektronickým monitorovacím systémem pro zjištění vlhkosti v izolačním materiálu. Tento systém monitorování, založený na vyhodnocování odporu izolace, je schopen bezpečně a velice přesně lokalizovat zdroj netěsnosti.

Cenová kalkulace opatření vychází z délky potřebného potrubí cca 230 m (jeden směr) a jednotkové ceny trubky v provedení Duo³ 2600 Kč/m, s navýšením o

³ přívodní i vratné potrubí ve společném plášti)

potřebné fitinky a zemní práce. Úspory dané kvalitnější izolací potrubí jsou odhadovány na 200 GJ/rok.

Rekonstrukce rozvodů tepla**C1**

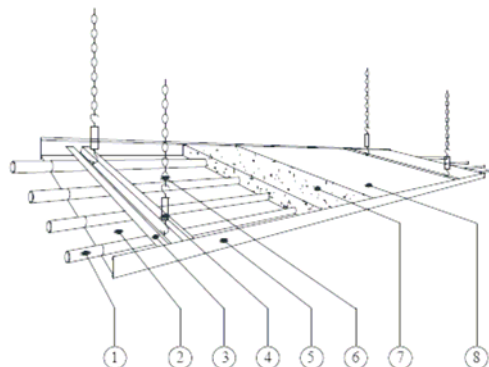
náklady na realizaci opatření	735	tis. Kč
energetická úspora	200	GJ/rok
finanční úspora	42	tis. Kč/rok

C2 ZMĚNA SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ DÍLENSKÉ HALY

Současný systém vytápění dílenské haly a zejména tepelně technické vlastnosti budovy představují velmi neekonomický systém. Teplovodní vytápění s radiátory a teplovzdušnými jednotkami typu SAHARA nejenom že spotřebovává cca 1478 GJ/rok na vytápění, tj. cca 38% celkové spotřeby areálu, navíc ani nedosahuje potřebných provozních teplot uvnitř objektu. To je dáno tepelně-technickými vlastnostmi stavebních konstrukcí a provedením topného systému.

Popsanou situaci lze řešit v zásadě dvěma způsoby:

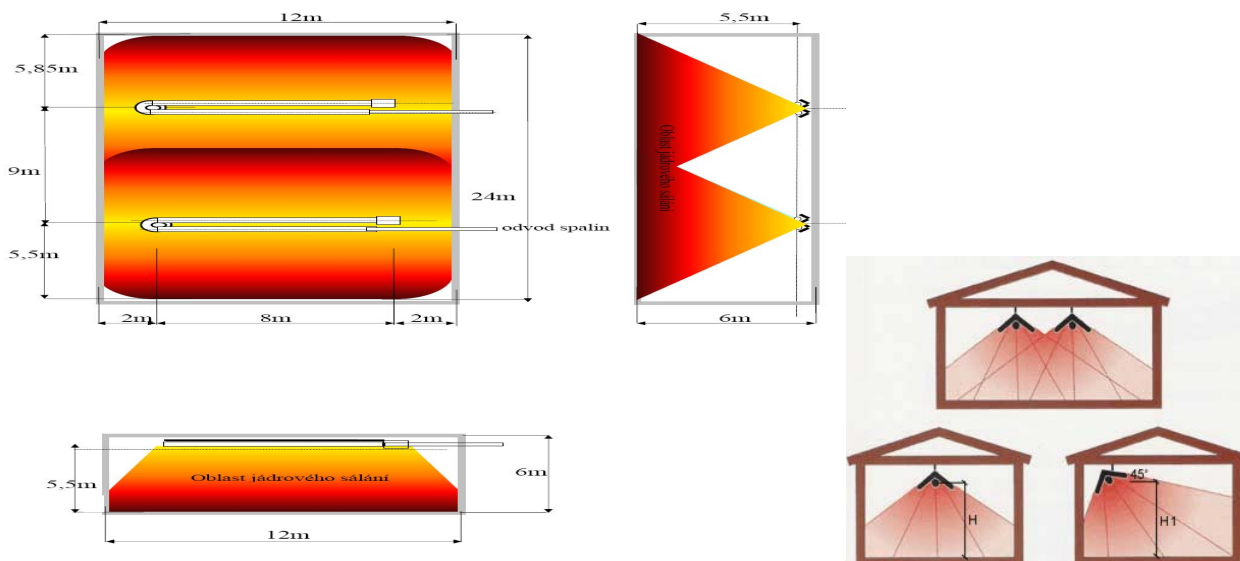
- a) Rekonstrukcí současného systému vytápění a nahrazení radiátorů sálavými podstropními panely, které velmi efektivně dodávají potřebnou tepelnou energii do vytápěného prostoru. Sálavá otopná soustava se skládá ze závěsných sálavých panelů, které umožňují vytvářet otopnou plochu libovolných rozměrů. Závěsné sálavé panely se používají na vytápění halových objektů (průmyslové haly, sportovní haly, skladové prostory, tržnice, a pod.). Sálavé panely je možné navrhovat do jakéhokoliv prostředí halových objektů s výškou jejich zavěšení v rozmezí $4 \div 20$ m.



Výhodou tohoto způsobu řešení bude využití existujícího zdroje tepla (plynové kotelny). Při tomto způsobu řešení by bylo též vhodné strop objektu snížit a zateplit (viz opatření D4). Nevýhodou tohoto řešení oproti dále navrhovanému řešení b) je obtížnější regulace a mírně vyšší investiční náklady. Nutností je též přepočítat statiku a únosnost střešní konstrukce.

- b) Alternativním řešením je zrušení teplovodní větve pro dílny a nahrazení teplovodního vytápění sálavými plynovými zářiči. Při tomto řešení by stávající okruh byl zkrácen nově by byla vybudována plynovodní přípojka do dílen. Na plynovod by byly poté připojeny podstropní plynové zářiče, sálavým teplem vytápějící prostor. Infračervené záření se při dopadu na hmotu částečně odrazí a částečně absorbuje. Absorbované záření se přeměňuje v teplo pronikající tělem. Jedná se o obdobu slunečního záření, kdy i při nízkých teplotách dochází k pocitu tepelné pohody. Právě tento poznatek je využíván při vytápění plynovými infrazářiči. Na rozdíl od teplovzdušného vytápění, kdy se nejteplejší vzduch soustřeďuje u stropu, je v případě zářičů efekt přesně opačný. Stabilní přirozené

tepelné klima je vytvářeno bez hluku, průvanu a víření prachu ekologicky příznivým způsobem. Schémata instalace zářičů jsou uvedena na obrázcích:



V rámci tohoto způsobu řešení je tedy navrhováno použít tmavý infrazáříč s dvoustupňovým výkonem, izolovaným krytem, jenž efektivně směřuje sálavý výkon do požadovaného směru. Systém obvykle sestává z uzavřené hořákové komory s atmosférickým hořákem vybaveným optickou signalizací provozu a poruchy, integrovanou zapalovací a zabezpečovací automatikou, radiálního vysokoteplotního ventilátoru, několikadílné ocelové trubky a izolovaného reflektoru záření, regulační jednotky, prostorového čidla a odvodů spalin. Pro regulaci zářičů je možno použít digitální regulátor. Tento regulátor může být umístěn v hale nebo v jiném vhodném prostoru. Regulátory mají týdenní program, možnost udržování pěti teplot během jednoho dne a každý den samostatně nastavitelný. Regulátor je proti neoprávněnému zásahu do výpočetního režimu chráněn heslem. Pro náhodné použití zářiče mimo nastavitelné hodnoty je možno zářič přepnout do ručního režimu.

Na základě zjištění auditora z nabídek dodavatelů je možno počítat s následujícími investičními a provozními parametry nového systému vytápění:

Regulace dodávky tepla do objektů		C2
náklady na realizaci opatření	537	tis. Kč
energetická úspora	173	GJ/rok
finanční úspora	36	tis. Kč/rok

C3 – ZMĚNA SYSTÉMU OHŘEVU TUV

Současný způsob ohřevu TUV, tj. celoroční ohřev ve dvou zásobnících po 4m³ ze stávajících plynových kotlů představuje velmi ztrátový systém. Průměrná spotřeba tepla na ohřev TUV dosahuje 85 GJ/měsíc, tj. cca 950 GJ/rok.

Řešení změny systému ohřevu TUV musí vycházet ze způsobu využívání a provozu jednotlivých objektů. V zásadě lze popsat situaci takto:

- Internát: Spotřeba TUV pro hygienické potřeby ubytovaných prakticky celoročně, 24 h denně
- Tělocvična: Větší spotřeba TUV pro hygienu sportujících žáků ve školním roce, pronájem
- Škola: Minimální spotřeba TUV v sociálních zařízeních během školního roku
- Dílny: Velká spotřeba TUV během školního roku pro potřeby hygieny studentů

Řešení dodávek TUV má několik variant, z nichž každá si vyžaduje bližší analýzu. Mezi základními variantami lze jmenovat:

a) Při zachování centrální přípravy TUV a čtyřtrubkového systému rozvodu instalace moderních akumulčních ohříváků TUV, rekonstrukce rozvodů TUV, odstranění školy a objektu kuchyně od systému a decentralizace ohřevu v těchto budovách v el. akumulčních ohřívácích

b) Výstavba dvoutrubkového rozvodu tepla a instalace objektových kompaktních předávacích stanic s ohřevem TUV v samostatných výměnících v budově internátu, tělocvičny a dílen, decentralizace pro školu a býv. kuchyň. Tato varianta by si vyžádala též instalaci malého plynového kotle pro letní ohřev TUV v internátu, aby nebylo nutno provozovat v letních měsících celou soustavu.

c) Kompletní decentralizace ohřevu TUV se společným zdrojem pro internát a tělocvičnu (plynový akumulční ohřívák nebo ohřívák napojený na stávající kotel), samostatný zdroj TUV pro dílny (plynový nebo elektrický akumulční ohřívák), malé akumulční el. ohříváky pro školu a býv. kuchyň

c1): Decentralizace výroby TUV rozšířená o využití termických solárních panelů pro ohřev TUV pro internát a tělocvičnu (spojených s automatickým elektrickým dohřevem), plynový akumulční ohřev pro dílnu jako var. (C) a decentralizace ve škole a kuchyni.

Pro další hodnocení byla vybrána varianta ((c1)) s těmito parametry:

- Solární termická soustava umístěná na střeše internátu s jižní orientací, sestávající z cca 50m² solárních kolektorů plochých nebo z vakuových trubic, spojené se zásobníkem 5m³ umístěným v kotelně a zásobujícím cirkulovaným potrubím internát a tělocvičnu (podvariantou může být menší, zhruba 2/3 systém se zásobníky 1 m³ na každém patře internátu), dále pak moderní zásobník napojený na systém UT o objemu 4m³ v kotelně, zásobující novým potrubím objekt dílen, lokální zásobníky el. ohřívání o obsahu ca 160l ve škole a v býv. kuchyni. Orientační parametry navrhovaného systému pro hodnocení jsou následující:

Změna systému ohřevu TUV		C3
náklady na realizaci opatření	1120	tis. Kč
energetická úspora	450	GJ/rok
finanční úspora	94	tis. Kč/rok

D.5 STAVEBNÍ OPATŘENÍ

D1 - REPASE OKEN ŠKOLNÍCH BUDOV

Cílem opatření je snížení nákladů na vytápění budov pomocí repase stávajících oken truhlářskou opravou a utěsněním.

Navrhovanou repasí se podstatně zvýší těsnost oken a sníží tepelná ztráta infiltrací. Opatření spočívá v repasi původních zdvojených dřevěných oken. Repasí se rozumí doplnění těsnění (silikonové trubičkové do frézované drážky), oprava kování a pantů, dále pak utěsnění spár okolo rámu pěnovým polyuretanem tam, kde je potřeba (např. kde jsou zřejmé spáry nebo dochází ke vzniku plísní kolem okenních rámu). Dále se provede nový nátěr a truhlářské opravy. Objekty A, B, C a E mají cca 565 m² oken vhodných pro repasi. Při použití technologie repase stávajících oken charakterizovaných původním i novým součinitelem prostupu tepla $U = 2,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ a s novým součinitelem spárové průvzdušnosti $i = 0,7$ dojde k účinkům vyčísleným níže. Propočet investičních nákladů vychází z plochy oken. Pro technologii repase se kalkuluje cca 150 Kč/m² a investiční náklad pak vychází odborným odhadem ve výši 85 tis. Kč.

	před zateplením	repasovaná okna
tepelná ztráta (kW)	354	337
spotřeba tepla (GJ/rok)	2047	1932

Repase oken		D1
náklady na realizaci opatření	85	tis. Kč
energetická úspora	115	GJ/rok
finanční úspora	24	tis. Kč/rok

D2 – REKONSTRUKCE SKLOBETONOVÝCH STĚN OBJEKTŮ A, B, C A D

Navrhované opatření umožní snížit spotřebu tepla na vytápění rekonstrukcí tepelně nevyhovujících sklobetonových stěn. Existuje několik variant rekonstrukce:

- Nejjednodušší a nejméně investičně náročné je překrytí stěn z vnitřní strany makrolonovou komůrkovou průhlednou deskou. Při tomto způsobu je však třeba zajistit provětrávání meziskelní mezery pro zabránění kondenzace vlhkosti ve spáře a vzniku plísní.
- Druhou variantou je náhrada sklobetonových tvárnic okenní konstrukcí dřevěnou nebo plastovou.

c) Třetí varianta, použitá již v budově školy, spočívá v zazdění otvorů po vybourání sklobetonových stěn. Tuto variantu lze použít pouze tam, kde není vyžadováno denní osvětlení prostor za stěnou.

Pro potřeby hodnocení byla vybrána varianta b), tj. náhrada okenními konstrukcemi z plastových profilů a dvojsklem s tepelně-technickými vlastnostmi $U_N = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. V areálu je v současnosti cca 264 m² stěn k rekonstrukci.

Účinek opatření byl stanoven výpočtem spotřeby tepla pro stav před a po zateplení.

	před zateplením	po zateplení
tepelná ztráta (kW)	541	518
spotřeba tepla (GJ/rok)	2743	2587

Propočet investičních nákladů vychází z ceny plastových okenních konstrukcí 4300 Kč/ m².

Do ekonomického vyhodnocení vstupují hodnoty:

Zateplení sklobetonových skel		D2
Náklady na realizaci opatření	1135	tis. Kč
Úspora energie	156	GJ/rok
Úspora provozních nákladů	32	tis. Kč/rok

D3 – ZATEPLENÍ OBJEKTU INTERNÁTU A ŠKOLY

Cílem navrhovaného opatření je snížení nákladů na spotřebu tepla pro vytápění objektů prostřednictvím stavebních opatření – zateplení zděných konstrukcí.

Tepelná ztráta obvodovým pláštěm internátu tvoří více jak polovinu celkové tepelné ztráty, u školy je to 1/3. Zejména tepelně-technické vlastnosti obvodového zdiva internátu z cihel CDm 25 cm jsou v současné době naprosto nevyhovující.

Navrhuje se zateplit obvodový plášť kontaktní metodou – nalepením desek pěnového polystyrenu. Fasáda není členitá a uvedené řešení umožňuje. Tloušťka izolace bude navržena tak, aby minimálně splňovala normovou hodnotu $U_N = 0,22 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, dle ČSN 70 0540, tj. min v tl. 10 cm.

Plocha fasád činí cca 1550 m² (severozápadní fasáda školy je již zateplena). Hladká fasáda umožňuje aplikovat kontaktní zateplovací izolační systém bez větších problémů. Stávající povrch bude umyt tlakovou vodou a budou případně odstraněny části nesoudržné s podkladem. Po vyspravení budou na zdivo přilepeny polystyrénové desky tl. 10 cm. Pojištění bude provedeno talířovými plastovými hmoždinkami. Na polystyrén bude přitmelena skelná tkanina. Celek bude nastříkán syntetickou omítkou. Oplechování parapetů a ostatních konstrukcí bude vyměněno. Propočet investičních nákladů vychází z plochy fasád a měrných nákladů na kontaktní zateplovací systémy (cca 1100 Kč/m²).

Účinek opatření byl stanoven výpočtem spotřeby tepla pro stav před a po zateplení.

	před zateplením	po zateplení
tepelná ztráta (kW)	225	151
spotřeba tepla vytápění (GJ)	1332	830

Do ekonomického vyhodnocení vstupují hodnoty:

Zateplení školy a internátu		D3
náklady na realizaci opatření	1 705	tis. Kč
energetická úspora	502	GJ/rok
finanční úspora	104	tis. Kč/rok

D4 – ZATEPLENÍ STROPNÍ KONSTRUKCE HALY DÍLEN

Cílem opatření je snížení nákladů na vytápění dílen pomocí snížení světlé výšky haly zavěšením podhledu s tepelnou izolací a zasklení prostoru pod světlíky makrolonovými deskami. podhledy pro haly tohoto typu mohou být v několika variantách:

- a) minerální - základním prvkem jsou desky tvořené lisovaným minerálním vláknem a dalšími komponenty, jež určují vlastnosti desek a tím i jejich technickou charakteristiku. Desky jsou dodávány ve čtvercích, nebo obdélnících, eventuálně v pasech délky až 2500 mm. S tím souvisí i celá řada dlouhodobě osvědčených závěsných systémů, kde rošt je skrytý, viditelný a viditelný zapuštěný, popřípadě viditelný široký používaný často ve spojitosti s pasy. Vlastní desky jsou dodávány co do povrchu v asi 16 základních druzích. Ve výběru povrchu hrají roli požadavky estetické a v neposlední řadě také požadavky na činitel zvukové pohltivosti v jednotlivých frekvenčních pásmech. Podhledy tohoto typu se vyznačují velmi dobrou tepelnou izolací a zvukovou pohltivostí a požární odolností. Lze je aplikovat s úpravou do prostředí se zvýšenou vlhkostí. Tyto podhledy se dodávají pod obchodními názvy **AMF-THERMATEX, OWA, Armstrong, DONN**. Zvláštní skupinu v těchto podhledech tvoří podhledy distribuované pod obchodním názvem **ROCKFON a Ecophon**, jež se liší technologií výroby stropních desek, pro něž je charakteristická vysoká pohltivost hluku a to již v nižších frekvenčních pásmech.
- b) kovové - charakteristickým prvkem tohoto podhledu je hliníková lamela zaklapnutá do speciálního nosného profilu. Podhledy se dodávají v lamelách různých šířek a to buď plné, nebo perforované, nejčastěji v bílé barvě, ale i v celé řadě barevných odstínů. Jsou vhodné téměř všude tam, kde se aplikují minerální podhledy, v poslední době však jejich nejčastější využití je při výstavbě nových čerpacích stanic díky jejich dobré odolnosti vůči povětrnostním vlivům. Akustických účinků podhledu se docílí kladením absorpční vložky nad podhled současně s jeho montáží. Kovové podhledy samozřejmě neobnášejí pouze lamely, ale např. pasy v nosných profilech nebo jako již hotové panely opatřené akustickou vložkou, montované na stropy a stěny. Dodávají se pod názvy **Feal 75, Feal 150, Luxalon 30 až 180 B, Luxalon 84 R, VAN GEEL, Nord Profil, PANEEL DECKEN, DIPLING, pagolux, DEKO, Geipel**. Dále se dodávají v rámci kovových podhledů systémy podhledových hliníkových či plastových mřížovin v

kombinaci s osvětlením nebo odvodem či přívodem vzduchu, aniž by byla narušena rovina podhledu.

- c) sádkartonové - nosnou konstrukci podhledu tvoří profily z ocelového pozinkovaného plechu, na něž se samořeznými šrouby připevňuje zespol sádkarton. Vzniklé spáry mezi deskami se zašpachtlují speciální sádkovou hmotou a vybrousí se brusnou sítkou, takže výsledkem je rovná sádková plocha, která se dá upravovat malířskou technologií nejlépe však za použití disperzních nátěrových hmot. Dle požadavků na fyzikální vlastnosti podhledu se používají desky obyčejné, impregnované do vlhkého prostředí, nebo impregnované protipožární, popřípadě perforované pro akustický útlum. Spáry oddělující sádkartonový podhled a svislé zdivo se vyplňují akrylátovým tmelem, který vzhledem ke své pružnosti zabraňuje tvoření trhlin. Dodavatelé používají systémy **KNAUF**, **Rigips** nebo **Norgips Lafarge**. Speciální protipožární podhledy s pož. odolností nesou označení **Knauf Fireboard** nebo **Promat**.

Pro budovu dílen již byly v minulosti uvažovány hliníkové zateplené lamelové podhledy typu FEAL (a existuje pro ně i výkresová dokumentace), proto i při hodnocení byla použita tato varianta, obohacená o zasklení světlíkových pruhů deskami Makrolon v kovových rámech s přístupem odspodu pro čištění desek. Před realizací opatření je nezbytně nutné zajistit statické posouzení nosné konstrukce. Opatření D4 lze výhodně kombinovat s realizací opatření C2. Při realizaci bude též pravděpodobně nutná repase či rekonstrukce stávajících světlíků.

Celá budova má cca 1073 m² stropu a 370 m² je plocha pod světlíky. Účinek opatření byl stanoven výpočtem spotřeby tepla pro stav před a po zateplení, zvýšený o příspěvek díky zmenšení vytápěného prostoru.

	před zateplením	nový strop
tepelná ztráta prostupem (kW)	135	83
spotřeba tepla (GJ/rok)	878	539

Propočet investičních nákladů vychází z plochy stropu a průměrné ceny 1 050 Kč/m² systému FEAL⁴ (tato cena zahrnuje hliníkové podhledy, závěsný systém, tep. izolaci 60mm a montáž), je třeba připočítat cca 200 Kč pro rekonstrukci osvětlení (v ceně nejsou započítána nová svítidla) a 400 Kč/m² za jednokomorové desky Makrolon pro zasklení prostorů pod světlíky. Celkové investiční náklady opatření byly stanoveny na 1 490 tis. Kč. Do ekonomického vyhodnocení vstupují hodnoty:

Snížení a zateplení stropu dílen		D4
náklady na realizaci opatření	1 490	tis. Kč
energetická úspora	435	GJ/rok
finanční úspora	91	tis. Kč/rok

⁴ původní výrobce na www.feal.cz

D.6 VÝBĚR OPATŘENÍ PRO TVORBU VARIANT

V dalším textu jsou sestaveny soubory opatření do jednotlivých variant. Varianty se liší zahrnutím jednotlivých opatření a respektují synergii jednotlivých opatření.

Seznam navrhovaných energeticky úsporných opatření:

ozn. op.	název opatření	Pořiz. výdaje (tis. Kč)	Úspora celkem (tis.Kč/rok)	úspora (GJ/rok)	typ uspořené media
A1	Energetický management	0	9,00	43,00	zp
B1	Instalace TRV + hydraulické vyrovnání topné soustavy	75	11,50	54,00	zp
C1	Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu	735	42,00	200,00	zp
C2	Rekonstrukce vytápění haly dílen	537	36,00	173,00	zp
C3	Změna přípravy TUV	1 120	94,00	450,00	zp
D1	Repase oken školních budov	85	24,00	115,00	zp
D2	Rekonstrukce sklobetonových stěn	1 135	32,00	156,00	zp
D3	Zateplení objektu internátu a školy	1 705	104,00	502,00	zp
D4	Zateplení stropní konstrukce haly dílen	1 490	91,00	435,00	zp
součet (tis Kč)		6 882	444	2 128,00	

D.7 DEFINOVÁNÍ VARIANT

Varianta (VAR) č. 1 – základní - kombinuje opatření minimální cenou a tím pádem s rychlou dobou návratnosti. Varianta neřeší zásadní provozní problémy objektu. Realistická VAR 2 zahrnuje nejdůležitější a nejvíce ekonomická opatření s výjimkou těch, která se svým dopadem kryjí nebo navzájem vylučují. Komplexní VAR č. 3 navrhuje optimální řešení energetiky objektu a kombinuje všechna smysluplná opatření. Účinek jednotlivých opatření je kalkulován s ohledem na synergický efekt.

VARIANTA 1 – ZÁKLADNÍ-NÍZKONÁKLADOVÁ

Navrhovaná varianta zahrnuje základní opatření na straně zdrojů a rozvodů tepla v budově včetně stavebních opatření s rychlou dobou návratnosti.

SEZNAM OPATŘENÍ:

- A 1** Energetický management
- B 1** Instalace TRV + hydraulické vyrovnání topné soustavy
- D 1** Repase oken školních budov

KORIGOVANÁ ENERGETICKÁ BILANCE

VAR1 Základní
rok **2004**

	ukazatel	před realizací projektu						po realizaci projektu					
		zemní plyn		el.energie		součet		zemní plyn		el.energie		součet	
		GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	vstupy paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	4 770,5	995,6	154,3	389,2	5 325,9	1 384,8
2	změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	spotřeba paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	4 770,5	995,6	154,3	389,2	5 325,9	1 384,8
4	prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	4 770,5	995,6	154,3	389,2	5 325,9	1 384,8
6	ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2
7	spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	2 924,5	610,3	0,0	0,0	2 924,5	610,3	3 662,5	764,4	0,0	0,0	3 662,5	764,4
8	spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	950,0	198,3	154,3	389,2	1 505,4	587,4	0,0	0,0	154,3	389,2	555,4	389,2

Varianta 1 přináší úsporu 4% konečné spotřeby energie.

PŘÍNOSY PO REALIZACI PROJEKTU				VAR1
úspora ZP	212	GJ/rok		
úspora el.energie	0	MWh/rok		
úspora tepla	0	GJ/rok		
součet	212	GJ/rok	44,2	tis. Kč/rok

INVESTIČNÍ NÁKLAD	
VAR1	160 tis.Kč

VSTUPY DO ENVIROMENTÁLNÍHO HODNOCENÍ			
	před	po opatření	
spotřeba zemního plynu	4 982,5	4 770,5	GJ/rok
spotřeba elektrické energie	154,3	154,3	MWh/rok
spotřeba tepla	0,0	0,0	GJ/rok

VARIANTA 2 – ROZŠÍŘENÁ

Navrhovaná varianta představuje ekonomicky efektivní variantu, tj. kombinaci opatření s dobrou dobou návratností a řešící základní provozní problémy budov a energetického systému areálu. Varianta navíc využívá obnovitelné zdroje energie – sluneční ohřev TUV.

SEZNAM OPATŘENÍ

- A 1** Energetický management
- C 1** Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu
- C 3** Změna přípravy TUV (podv. (c1))
- D 1** Repase oken školních budov
- D 3** Zateplení objektu internátu a školy
- D 4** Zateplení stropní konstrukce haly dílen

KORIGOVANÁ ENERGETICKÁ BILANCE

VAR2 Rozšířená		před realizací projektu						po realizaci projektu					
rok	ukazatel	zemní plyn		el.energie		součet		zemní plyn		el.energie		součet	
		GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	vstupy paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	3 237,5	675,7	154,3	389,2	3 792,9	1 064,8
2	změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	spotřeba paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	3 237,5	675,7	154,3	389,2	3 792,9	1 064,8
4	prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	konečná spotřeba paliv a energie v objektu (z 1-4)	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	3 237,5	675,7	154,3	389,2	3 792,9	1 064,8
6	ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z 1.5)	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2
7	spotřeba energie na vytápění a TUV (z 1.5)	2 924,5	610,3	0,0	0,0	2 924,5	610,3	2 129,5	444,4	0,0	0,0	2 129,5	444,4
8	spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z 1.5)	950,0	198,3	154,3	389,2	1 505,4	587,4	0,0	0,0	154,3	389,2	555,4	389,2

Varianta č. 2 přináší úspory konečné spotřeby energie ve výši 32%.

PŘÍNOSY PO REALIZACI PROJEKTU				VAR2
úspora ZP	1 745	GJ/rok		
úspora el.energie	0	MWh/rok		
úspora tepla	0	GJ/rok		
součet	1 745	GJ/rok	364,2	tis. Kč/rok

INVESTIČNÍ NÁKLAD	
VAR2	5 135 tis.Kč

VSTUPY DO ENVIROMENTÁLNÍHO HODNOCENÍ			
	před	po opatření	
spotřeba zemního plynu	4 982,5	3 237,5	GJ/rok
spotřeba elektrické energie	154,3	154,3	MWh/rok
spotřeba tepla	0,0	0,0	GJ/rok

VARIANTA 3 – KOMPLEXNÍ

Navrhovaná varianta představuje maximální možnou variantu, která je kombinací všech navrhovaných opatření s výjimkou těch, které se navzájem vylučují. Oproti předchozí variantě varianta 3 přidává opatření na straně okenních výplní a rekonstrukci vytápěcího systému dílenské haly.

SEZNAM OPATŘENÍ

- A 1** Energetický management
- C 1** Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu
- C 2** Rekonstrukce vytápění haly dílen
- C 3** Změna přípravy TUV
- D 1** Repase oken školních budov
- D 2** Rekonstrukce sklobetonových stěn
- D 3** Zateplení objektu internátu a školy
- D 4** Zateplení stropní konstrukce haly dílen

KORIGOVANÁ ENERGETICKÁ BILANCE

Komplexní

2004

ukazatel	před realizací projektu						po realizaci projektu					
	zemní plyn		el. energie		součet		zemní plyn		el. energie		součet	
	GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
vstupy paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	2 908,5	607,0	154,3	389,2	3 463,9	996,2
změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
spotřeba paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	2 908,5	607,0	154,3	389,2	3 463,9	996,2
prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
konečná spotřeba paliv a energie v objektu (z ř. 4)	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	2 908,5	607,0	154,3	389,2	3 463,9	996,2
ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2
spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř. 5)	2 924,5	610,3	0,0	0,0	2 924,5	610,3	1 800,5	375,8	0,0	0,0	1 800,5	375,8
spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	950,0	198,3	154,3	389,2	1 505,4	587,4	0,0	0,0	154,3	389,2	555,4	389,2

Varianta č. 2 přináší úspory konečné spotřeby energie ve výši 38%.

PŘÍNOSY PO REALIZACI PROJEKTU				VAR3
úspora ZP	2 074	GJ/rok		
úspora el. energie	0	MWh/rok		
úspora tepla	0	GJ/rok		
součet	2 074	GJ/rok	432,8	tis. Kč/rok

INVESTIČNÍ NÁKLAD	
VAR3	6 807 tis. Kč

VSTUPY DO ENVIROMENTÁLNÍHO HODNOCENÍ				
	před	po opatření		
spotřeba zemního plynu	4 982,5	2 908,5	GJ/rok	
spotřeba elektrické energie	154,3	154,3	MWh/rok	
spotřeba tepla	0,0	0,0	GJ/rok	

E EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením jednotlivých způsobů vytápění. Cílem analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je návratnost investice, která byla vynaložena na instalaci ekologicky šetrného zdroje vytápění.

VSTUPNÍ ÚDAJE

Při zpracování ekonomické analýzy jsou obvykle základními vstupními údaji na jedné straně příjmové položky (obvykle v podobě tržeb) a na druhé straně výdajové položky (v podobě nákladů).

V případě úspor energie nelze v příjmové části projektu hovořit o tržbách. Za příjmy spojené s provedením opatření jsou proto považovány úspory, kterých bude realizací jednotlivých opatření dosaženo.

Na straně výdajů jsou základními vstupními údaji investiční náklady vynaložené na realizaci opatření.

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu byly získány těmito způsoby:

- výše nákladů na úsporná opatření plynoucí z odborného odhadu na základě výsledků obdobných, již realizovaných akcí.
- cenové informace výrobců a montážních firem
- informace z publikace a programového vybavení „Katalog opatření“, vydaném ČEA pro potřebu poradenských středisek EKIS

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

OSTATNÍ VSTUPNÍ ÚDAJE

Při zpracování ekonomické analýzy je nutné stanovit další doplňkové vstupní údaje. Jsou jimi:

- doba porovnání
- diskontní míra
- cenový vývoj

a) Diskontní míra

Pro ocenění hodnoty prostředků vydaných nebo přijatých v budoucnu se často pracuje s jejich převodem na současnou hodnotu. Diskontní míra je prostředek, který tento převod umožňuje. Jde určitou formu vyjádření meziroční hodnotové změny úrokové míry a dalších faktorů. Vzhledem k současné výši úrokových měr, jejich předpokládanému vývoji a poměrně nízkému riziku spojenému s realizací opatření je pro dané řešení zvolena diskontní míra 5%.

b) Doba porovnání

Doba porovnání se obvykle stanovuje na základě očekávané životnosti zařízení. Vzhledem k tomu, že u navrhovaných opatření na úsporu energie se v průběhu minimálně 10 let nepředpokládají významné dodatečné investice (tj. výměna celých instalovaných zařízení), byla jako vhodná doba porovnání pro ekonomické vyhodnocení zvolena právě 10 let.

U opatření stavebního charakteru byla předpokládaná doba životnosti stanovena na 20 let.

c) Cenový vývoj

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

VÝSTUPNÍ ÚDAJE**PROSTÁ NÁVRATNOST INVESTIC**

Prostá návratnost investic je pomocným kritériem pro investiční rozhodování. Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz (ocenění toků hotovosti prostřednictvím diskontní míry), proto je její vypovídací schopnost omezená a slouží jen jako orientační kritérium. Kritérium určuje, za jak dlouho pokryjí příjmy z projektu jeho investiční náklady.

V případě stálých ročních příjmů z úspor lze kritérium vyjádřit vztahem:

Pokud se příjmy nebo výdaje během doby života projektu mění, je nutno prostou dobu návratnosti počítat jako rovnovážný bod kumulovaných příjmů a výdajů.

DISKONTOVANÁ DOBA NÁVRATNOSTI

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

ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA

Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toků hotovosti. Toky hotovosti (Cash Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují veškeré hodnotové změny během života projektu.

Pro hodnocení toků hotovosti se tyto upravují převodem z budoucích hodnot do současnosti. Hodnoty jsou zpravidla převedeny do období, kdy dochází k vynaložení největších investic. Takto převedená hodnota se nazývá současná hodnota.

Průběžné pokrytí investic a dalších výdajů příjmy vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají (kumulují) a představují skutečný hodnotový stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo k tomuto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy.

Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje zkratkou NPV (Net Present Value) a slouží jako důležité kritérium pro posuzování a porovnávání projektů.

Vhodnost použití čisté současné hodnoty je dána především tím, že zohledňuje vliv času po celou dobu hodnocení, zahrnuje změnu hodnotových vstupů i výstupů realizace opatření a může zohledňovat způsob financování. Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření nelze za daných podmínek realizovat.

Kritérium NPV lze na rozdíl od ostatních kritérií zde zmíněných použít i na opatření, která žádné dodatečné investice nevyžadují. Výsledek pak udává celkový přínos opatření za dobu životnosti vyjádřený v peněžních jednotkách.

E.1 VYHODNOCENÍ OPATŘENÍ

Výsledky ekonomického posouzení jednotlivých opatření jsou shrnuty v následující tabulce. Jsou zde uvedeny předpokládané investiční náklady a roční úspory související s realizací opatření. Dále tabulka zachycuje výsledné hodnoty ekonomických kritérií.

Výsledky ekonomického hodnocení opatření

ozn. op.	název opatření	Požiz. výdaje (tis. Kč)	Úspora celkem (tis.Kč/rok)	prostá doba návratnosti (let)	NPV 10 let (tis. Kč)	diskont. doba návratnosti (let)	IRR (%)
A1	Energetický management	0	9	0,0	69	0,0	90000%
B1	Instalace TRV + hydraulické vyrovnání topné soustavy	75	12	6,5	14	8,1	9%
C1	Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu	735	42	17,5	-411	42,6	-9%
C2	Rekonstrukce vytápění haly dílen	537	36	14,9	-259	28,1	-7%
C3	Změna přípravy TUV	1 120	94	11,9	-394	18,6	-3%
D1	Repase oken školních budov	85	24	3,5	100	4,0	25%
D2	Rekonstrukce sklobetonových stěn	1 135	32	35,5	-888	#NUM!	#NUM!
D3	Zateplení objektu internátu a školy	1 705	104	16,4	-902	35,1	-8%
D4	Zateplení stropní konstrukce haly dílen	1 490	91	16,4	-787	35,0	-8%

Výsledky ekonomického hodnocení variant

ozn	název varianty	inv.náklad (tis. Kč)	úspora (tis.Kč/rok)	prostá doba návratnosti (let)	NPV 10 let (tis. Kč)	diskont. doba návratnosti (let)	IRR (%)
VAR1	Základní	160	45	3,6	184	4,1	24,8%
VAR2	Rozšířená	5 135	364	14,1	-2 324	25,0	-5,8%
VAR3	Komplexní	6 807	432	15,8	-3 471	31,8	-7,5%

Všechny navržené varianty jsou ekonomicky poměrně zajímavé. I když návratnost varianty č. 2 přesahuje dobu obvyklou pro projekty EPC, varianta řeší současné provozní problémy areálu.

VARIANTA 1 – Realistická

Tato varianta má nízké investiční nároky, zároveň však nepřináší významné úspory a neřeší všechny základní problémy budov. Je poměrně dobře návratná (do 4 let).

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení - VAR 1		
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-44,50	tis. Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:		tis. Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (+, -)	0,00	tis. Kč
- změna ost. prov. nákladů (opravy a údržba, služby, režie, poj. majetku, ...) (+,-)	0,00	tis. Kč
- změnu nákladů na emise, resp. odpady (+,-)	0,00	tis. Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady) (+, -)	0,00	tis. Kč
Přínosy projektu celkem	-44,50	tis. Kč
Doba hodnocení	10,00	roků
Kritéria		
Ts – prostá návratnost (roků)	3,6	roků
Tsd – reálná doba návratnosti (roků)	4,1	roků
NPV – čistá současná hodnota	184	tis. Kč
IRR – vnitřní výnosové procent	24,77%	%
Daň z příjmu	0,00	tis. Kč
Další relevantní údaje		

VARIANTA 2 – Rozšířená

Tato varianta má vyšší investiční nároky (cca 256 tis. Kč), přesto při přínosech cca 70 tis. ročně dává velmi dobrou dobu návratnosti (min. do 5 let) a kladné IRR po 10 letech hodnocení. Tato varianta je ekonomicky velmi přijatelná a představuje ucelené řešení energetiky objektů.

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení - VAR 2		
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-364,00	tis. Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:		tis. Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (+, -)	0,00	tis. Kč
- změna ost. prov. nákladů (opravy a údržba, služby, režie, poj. majetku, ...) (+,-)	0,00	tis. Kč
- změnu nákladů na emise, resp. odpady (+,-)	0,00	tis. Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady) (+, -)	0,00	tis. Kč
Přínosy projektu celkem	-364,00	tis. Kč
Doba hodnocení	10,00	roků
Kritéria		
Ts – prostá návratnost (roků)	14,1	roků
Tsd – reálná doba návratnosti (roků)	25,0	roků
NPV – čistá současná hodnota	-2 324	tis. Kč
IRR – vnitřní výnosové procent	-5,81%	%
Daň z příjmu	0,00	tis. Kč
Další relevantní údaje		

VARIANTA 3 – Komplexní

Tato varianta má nejvyšší investiční nároky (cca 1,6 mil. Kč) a při přínosech cca 153 tis. ročně dává dobu návratnosti kolem 15 let. Tato varianta je ekonomicky méně přijatelná, představuje však celkové řešení energetiky objektu.

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení - VAR 3		
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-432,00	tis. Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:		tis. Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (+, -)	0,00	tis. Kč
- změna ost. prov. nákladů (opravy a údržba, služby, režie, poj. majetku, ...) (+,-)	0,00	tis. Kč
- změnu nákladů na emise, resp. odpady (+,-)	0,00	tis. Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady) (+, -)	0,00	tis. Kč
Přínosy projektu celkem	-432,00	tis. Kč
Doba hodnocení	10,00	roků
Kriteria		
Ts – prostá návratnost (roků)	15,8	roků
Tsd – reálná doba návratnosti (roků)	31,8	roků
NPV – čistá současná hodnota	-3 471	tis. Kč
IRR – vnitřní výnosové procento	-7,51%	%
Daň z příjmu	0,00	tis. Kč
Další relevantní údaje		

E.2 VYBRANÁ VARIANTA

Zpracovatel energetického auditu vybírá jednu z variant. Jako základní hodnotící kritérium byla zvolena komplexnost úsporných opatření, řešící klíčové problémy energetického hospodářství objektu a současně respektující současné finanční problémy veřejných budov.

ozn	název varianty	inv.náklad (tis. Kč)	úspora (tis.Kč/rok)	prostá doba návratnosti (let)	NPV 10 let (tis. Kč)	diskont. doba návratnosti (let)	IRR (%)
VAR2	Rozšířená	5 135	364	14,1	-2 324	25,0	-5,8%

Vybraná varianta kombinuje následující opatření:

- A 1** Energetický management
- C 1** Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu
- C 3** Změna přípravy TUV (podv. (c1))
- D 1** Repase oken školních budov
- D 3** Zateplení objektu internátu a školy
- D 4** Zateplení stropní konstrukce haly dílen

a přináší úspory konečné spotřeby energie ve výši 1745 GJ/rok, tj. 32% současné spotřeby.

Detailní informace o ekonomickém hodnocení jsou uvedeny v příloze č. 2.

F VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Vyhodnocení z hlediska životního prostředí kvantifikuje snížení zátěže životního prostředí vyplývající z jednotlivých variant.

Vstupem do enviromentálního hodnocení je znalost původu užité energie.

Pro výpočet úspor emisního zatížení jsou použity emisní faktory podle Nařízení vlády 352/2002.

Dále je předpokládáno, že uspořená elektrická energie je původem z výrobních závodů elektrárenské společnosti ČEZ. Emisní faktory jsou brány jako průměr za celou společnost.

kód	opatření	spotřeba zemního plynu	spotřeba elektro	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
		GJ	MWh	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
ST-STAV	Stávající stav	4 982	154,3	0,9	0,4	86,8	14,5	79 992,1
VAR1	Základní	4 770	154,3	0,9	0,4	83,5	13,9	76 929,9
VAR2	Rozšířená	3 237	154,3	0,6	0,3	59,4	9,9	54 786,6
VAR3	Komplexní	2 908	154,3	0,6	0,3	54,3	9,1	50 034,3

V následující tabulce jsou posuzovány absolutní emise škodlivin v současném stavu a v jednotlivých variantách:

Jak je vidět, ve všech variantách dochází k snížení absolutního množství emisí.

kód	opatření	spotřeba ZP	spotřeba elektro	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
		GJ	MWh	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok	kg/rok
ST-STAV	Stávající stav	4 982	154,29	0,9	0,4	86,8	14,5	79 992
VAR1	Základní	-212,00	0,00	-0,03	-0,02	-3,32	-0,55	-3 062,22
VAR2	Rozšířená	-1 745,00	0,00	-0,29	-0,14	-27,34	-4,56	-25 205,56
VAR3	Komplexní	-2 074,00	0,00	-0,34	-0,16	-32,50	-5,42	-29 957,78

VYBRANÁ VARIANTA

Z ekologického hlediska je varianta č. 2 vhodná k realizaci:

ENVIROMENTÁLNÍ PŘÍNOSY			
	Výchozí stav kg/rok	Stav po realizaci (kg/r) kg/rok	Rozdíl kg/rok
Znečišťující látka			
Tuhé látky	0,90	0,62	-0,29
SO ₂	0,43	0,30	-0,14
NO _x	86,78	59,43	-27,34
CO	14,48	9,92	-4,56
CO ₂	79 992	54 787	-25 205,56

G VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

G.1 HODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ ÚROVNĚ EN. HOSPODÁŘSTVÍ

Areál Střední odborní školy a odborného učiliště technického byl postaven počátkem 70. let minulého století pro potřeby výuky studentů pro tehdejší nár. podnik Čsl. vagónky Tatra, odšť. závod Kovolís Hedvikov. Investorem a majitelem byl podnik Kovolís, pro areál byla vybrána parcela na jihozápadním okraji obce Třemošnice. Celý areál byl kolaudován v r. 1972. Střední odborná škola a Střední odborné učiliště technické v Třemošnici zajišťuje studium ve čtyřletých studijních oborech s maturitou a ve tříletých učebních oborech. Střední odborné učiliště strojírenské bylo založeno 1. září 1951, původně se nacházelo v prostorách starého závodu v Dolních Bučících, od 1. září 1973 působí v současných prostorách.

V současné době je zřizovatelem a vlastníkem školy Pardubický kraj. Škola dnes vychovává studenty ve čtyřletých studijních oborech mechanik seřizovač (23-45 – L/001), mechanik strojů a zařízení (23-44 – L/001), operátor dřevařské a nábytkářské výroby (33-41 – L/006), strojírenská technická administrativa (64-42 – M/003) a v tříletých učebních oborech nástrojař (23-52 – H/001), obráběč kovů (23-51 – H/001), zámečník (23-51 – H/001), klempíř pro stavební výrobu (36-55 – H/001)

Areál školy se nachází na rovinatém pozemku na okraji obce mezi místní komunikací a Pekelským potokem. V areálu se nachází pět hlavních objektů s menšími přístavbami. Stavebně nejstarší je objekt bývalé kuchyně, dnes truhlářské dílny. Vstupním objektem do areálu je objekt internátu, kde se nachází i prostory vedení školy. K internátu přiléhá budova kotelny s novým přístavkem truhlářské dílny, za ní leží budova tělocvičny s šatnami a příslušenstvím. Za tělocvičnou na jihozápadním okraji pozemku je objekt školy, protější severozápadní roh pozemku zaujímá největší objekt školy – dílny pro výuku studentů s přístavkem. V areálu se dále nachází trafostanice.

Budova internátu (budova A) je pravidelného obdélníkového půdorysu, k části jihozápadní fasády k ní přiléhá objekt kotelny. Budova je nepodsklepená se čtyřmi nadzemními podlažími. V 1NP jsou kanceláře vedení školy a kanceláře pronajaté nájemcům, 2. a 3. NP slouží k ubytování studentů školy, 4NP je též ubytovací a je pronajato jako ubytovna.

Konstrukčně je budova postavena jako železobetonový montovaný skelet, dozdívaný z cihel CDM 25 cm na tl. vnějších zdí 35 - 45cm. Všechny vodorovné konstrukce jsou železobetonové z žlb. předepjatých panelů o tl. 20 cm. Střecha objektu je plochá, s násypem škváry, tepelnou izolací EPS a renovovanou hydroizolací a vrchní lepenkovou krytinou. Hlavní okna objektu jsou původní, dřevěná zdvojená. Okna jsou ve špatném stavu, netěsněná. Schodiště je osvětleno sklobetonovými konstrukcemi ze skleněných tvárnic. V objektu jsou provedena opatření k úspoře energie ve formě renovované a zateplené střešní krytiny.

Budova B (**tělocvična**) je obdélníkového půdorysu s přízemní přístavbou po cca 1/2 obvodové stěny. Budova je nepodsklepená a má jedno nadzemní podlaží. Konstrukčně je budova tělocvičny opět montovaný skelet dozdívaný cihlami CDM 25, přístavby jsou pouze zděné na betonových základech. Strop tělocvičny je montovaný z nosníků a stropnic Hurdis, přístavek má stropnice z prefabrikovaných desek PPD.

Okna objektu jsou původní, dřevěná zdvojená, okenní otvory na jihovýchodní fasádě jsou opatřeny sklobetonovou vyzdívkou. Podlaha je zateplena EPS 2,5 c, střecha 10 cm EPS. Střešní krytina je lepenková, střecha je po rekonstrukci. Budova sama byla též nedávno (kromě šaten) stavebně rekonstruovaná.

Školní budova C je třípodlažní nepodsklepený objekt, postavený podle typového projektu. Budova obsahuje v přízemí šatny a třídy, v 2 a 3NP pak třídy a sociální zařízení. Budova je zděná z cihel metrického formátu CDM o tl. stěn 37,5 cm s vodorovnými konstrukcemi z desek CDM a plochou, plynosilikátovými deskami zateplenou střechou s lepenkovou krytinou. Okna objektu jsou původní, zdvojená dřevěná bez funkčního těsnění.

Objektem **díleenské části** (budova D) je dvojpodlažní montovaná hala. Dílna je využívána k výrobě ve všech strojírenských oborech, tj. obrábění, svařování atd. Funkčně je dílna rozdělena vnitřními vestavbami na několik samostatných částí. Dílna je montovaný objekt. Základem konstrukce jsou plnostěnné svařované sloupy, nesoucí příhradové vazníky s parabolickým spodním pásem o rozpětí 18m. Nosníky jsou pokryty střešním pláštěm z žlb. žebrovaných panelů s tepelnou izolací a lepenkovou střešní krytinou. Pro zabezpečení rovnoměrného denního osvětlení jsou ve střešním plášti dva podélné hřebenové sedlové světlíky o šířce 6m, zasklené dvojsklem (rekonstrukce 1992). Svislé obvodové konstrukce haly jsou hrázdné z ocelových profilů, dozdívané dutými cihlami na tl. 15 cm. Svislé konstrukce na severozápadě a jihovýchodě jsou zatepleny přesazenou montovanou stěnou z trapézového plechu a tepelné izolace min. vlnou 8cm. Okna objektu jsou převážně nová kovová, s dvojitým zasklením.

K dílně na severovýchodním okraji přiléhá přístavek učeben a sociálního příslušenství (šatny, WC). Jedná se o dvoupodlažní stavbu, od objektu dílen dilatačně oddělenou. Svislé konstrukce přístavku jsou zděné z cihel CDM o tl. 37,5 cm, stropy a střešní plášť jsou žlb. stropními deskami, střecha je zateplena a opatřena lepenkovou střešní krytinou. Okna objektu jsou dřevěná zdvojená bez těsnění, objekt obsahuje několik stěn ze sklobetonových tvárnic.

Poslední hodnocenou budovou areálu je objekt býv. **kuchyně** (budova E), dnes využíván jako sklady a truhlářská dílna. Objekt je přízemní, nepodsklepený s plochou střechou. Obvodové a nosné zdivo je opět provedeno z cihel CDM 37,5 cm, vodorovná konstrukce střechy s prefab. žlb. desek se škvárobetonem a původní lepenkovou krytinou. Okna jsou původní, dřevěná zdvojená.

Ostatní budovy areálu nejsou vytápěné (přístavky, trafostanice) nebo nesplňují podmínku pro řešení v rámci EA (tj. spotřeba nad 700 GJ).

Umělé osvětlení ve všech budovách je zajištěno převážně zářivkovým osvětlením, v prostorách chodeb a zázemí žárovkovým, moderním úsporným zářivkovým pak v některých rekonstruovaných místnostech, jako v truhlárně apod. Tělocvična je osvětlena sodíkovými výbojkami. Areál je osvětlen původním venkovním osvětlením. Větrání všech objektů je infiltrací a otevíratelnými okny, soc. zařízení internátu mají vlastní odvětrání bez rekuperace, rovněž ve svařovně je ventilace.

Zásobování objektu teplem je z plynové středotlaké kotelny se dvěma kotli ČKD Dukla KDVE 65 o jm. výkonu 2 x 650 kW, z nichž je v provozu vždy pouze jeden. Technologie kotelny je rekonstruována z původní mazutové v r. 1992, poslední nedávná rekonstrukce přidala nové plynové hořáky.

Hlavní otopná soustava pro všechny objekty je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem a teplotním spádem 80/60. Přívod do budov je z izolovaných trubek v topném kanálu. Soustava je v budovách vedena pod podlahou v kanále a podél stěn a je zakončena litinovými žebrovými radiátory typu Kalor. Vytápění není vybaveno TRV, v kotelně je řízeno ekvitermním regulátorem s útlumovými režimy a ovládá se též ručně. Objekty dílen jsou zásobovány bez automatické regulace a jsou osazeny jednak jednotkami typu Sahara, jednak dílenskými lamelovými radiátory.

TUV je připravována centralizovaně ve dvou stojatých zásobnících á 4 m³ připojených na okruh UT s cirkulací.

ANALÝZA STAVU ROZVODŮ

Hlavní rozvody tepla jsou vedeny v topném kanálu a poté v suterénu a jsou tepelně izolované. Jejich stav je nicméně neuspokojivý, rozvody jsou na hranici své životnosti. Ostatní topné rozvody jsou vedeny ve stavebních konstrukcích, jejich stav odpovídá době vzniku.

ANALÝZA STAVU BUDOV

Objekty jsou v dobrém stavebním stavu, nicméně některé vykazují velmi nepříznivé tepelně-technické vlastnosti. Celková tepelná ztráta areálu činí 507 kW. Vypočtená tepelná ztráta byla kontrolována výpočtním postupem.

Budovy jsou charakterizovány hodnotou Stupně energetické náročnosti od nejlepší budovy dílen (SEN=94%) až po budovu internátu (SEN=144%) a školy (SEN=138%), což u všech budov s výjimkou dílny a tělocvičny odpovídá nevyhovující hodnotě dle požadavku normy ČSN 73 0540, která předepisuje požadovanou hodnotu $SEN < 120\%$.

Budovy z hlediska tepelně-technických parametrů mají výrazný úsporný potenciál ve většině stavebních konstrukcích.

Střechy objektu – konstrukce střech je vyhovující, je původní, na některých budovách rekonstruovaná tepelná izolace s výjimkou montážní haly a kuchyně.

Obvodový plášť objektů – tepelně technické vlastnosti jsou dané jejich skladbou – cihelné zdivo. Veškeré konstrukce s výjimkou stěn dílny nevyhovují normovým požadavkům a vykazují nepříznivé tepelně-technické vlastnosti a z toho plynoucí energetické ztráty.

Okna – až na výjimky nových oken v dílnách ostatní okna mají průměrné tepelně-technické vlastnosti, nejsou utěsněna.

TECHNOLOGICKÁ ČÁST

Zdroj tepla – kotelna je ve vyhovujícím stavu a je provozována velmi dobře, dimenzí odpovídá tepelným potřebám objektů (pokud je v provozu pouze jeden kotel), je nainstalována funkční regulace. Nevyhovující je rozvod tepla a TUV po areálu, vedený původním potrubím v průlezných kanálech.

Vytápění – systém vytápění je regulován. Místní regulace reagující na vnitřní zisky (termostatické ventily) nejsou instalovány. Systém je ve vyhovujícím stavu, obsluha ho dobře udržuje.

Příprava TUV – je centralizována, s cirkulací, nicméně vedení potrubí TUV (původní) v kanálech mimo budovy je příčinou velkých ztrát v potrubí.

Osvětlení – osvětlovací soustava se skládá z řady typů osvětlovacích těles, ponejvíce zářivkových v kancelářích, dílnách a učebnách a na chodbách žárovkových.

G.2 VÝŠE DOSAŽITELNÝCH ENERGETICKÝCH ÚSPOR

Areál **SOU a SOŠ technického Třemošnice** vykazuje velký energetický úsporný potenciál. Je to dáno zejména stářím a stavebním provedením budov. Určení výše technicky dosažitelných úspor vychází z porovnání stavu současného a stavu použití špičkové techniky. Dosažitelný stav je charakterizován:

- ve stavební části – uvedením charakteristických hodnot budovy na úroveň požadovanou současnými stavebními normami
- v technologických zařízeních budov existuje potenciál úspor v rekonstrukci soustavy teplovodu a změně přípravy TUV.

Technicky dosažitelný potenciál⁵ energetických úspor je vyčíslen porovnáním současných a dosažitelných hodnot spotřeby zemního plynu a elektrické energie:

	současný stav
současná spotřeba energie	5 538 GJ/rok
dosažitelná spotřeba energie	2 990 GJ/rok
snížení na úroveň	54 % původní spotřeby

G.3 NÁVRH OPTIMÁLNÍ VARIANTY ENERGETICKY ÚSPORNÉHO PROJEKTU

Kombinací opatření řešící provozní problémy budov a zároveň přispívající k snížení energetických ztrát byla navržena optimální varianta č. 2 (rozšířená). Navrhovaná varianta představuje variantu kombinace navrhovaných opatření s delší dobou návratnosti, nicméně řešících stávající neuspokojivý stav energetického systému a stavebních konstrukcí. Tato varianta představuje optimální možnost úspor energie a podporuje hospodárny provoz areálu.

SEZNAM OPATŘENÍ

- A 1** Energetický management
- C 1** Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu
- C 3** Změna přípravy TUV (podv. (c1))
- D 1** Repase oken školních budov
- D 3** Zateplení objektu internátu a školy
- D 4** Zateplení stropní konstrukce haly dílen

⁵ Jde o potenciál dosažitelný bez ohledu na ekonomickou efektivnost navrhovaného řešení. Takto stanovená hodnota je teoretickou dosažitelnou úrovní spotřeby.

KORIGOVANÁ ENERGETICKÁ BILANCE

VAR2 Rozšířená

rok 2004

ukazatel	před realizací projektu						po realizaci projektu					
	zemní plyn		el.energie		součet		zemní plyn		el.energie		součet	
	GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1 vstupy paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	3 237,5	675,7	154,3	389,2	3 792,9	1 064,8
2 změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 spotřeba paliv a energie	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	3 237,5	675,7	154,3	389,2	3 792,9	1 064,8
4 prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)	4 982,5	1 039,8	154,3	389,2	5 537,9	1 429,0	3 237,5	675,7	154,3	389,2	3 792,9	1 064,8
6 ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2	1 108,0	231,2	0,0	0,0	1 108,0	231,2
7 spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	2 924,5	610,3	0,0	0,0	2 924,5	610,3	2 129,5	444,4	0,0	0,0	2 129,5	444,4
8 spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	950,0	198,3	154,3	389,2	1 505,4	587,4	0,0	0,0	154,3	389,2	555,4	389,2

Zvolená varianta přináší úspory zemního plynu v celkovém součtu cca 32% současně spotřeby a je návratná do 15 let.

Jako základní hodnotící kritérium pro vybranou variantu byla zvolena komplexnost úsporných opatření, řešící klíčové problémy energetického hospodářství objektu a současně respektující současné finanční problémy veřejných budov.

Vybraná varianta má následující celkové parametry:

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení - VAR 2		
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	-364,00	tis. Kč
Změna ostatních provozních nákladů, v tom:		tis. Kč
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (+, -)	0,00	tis. Kč
- změna ost. prov. nákladů (opravy a údržba, služby, režie, poj. majetku, ...) (+,-)		tis. Kč
- změnu nákladů na emise, resp. odpady (+,-)	0,00	tis. Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady) (+, -)	0,00	tis. Kč
Přínosy projektu celkem	-364,00	tis. Kč
Doba hodnocení	10,00	roků
Kritéria		
Ts – prostá návratnost (roků)	14,1	roků
Tsd – reálná doba návratnosti (roků)	25,0	roků
NPV – čistá současná hodnota	-2 324	tis. Kč
IRR – vnitřní výnosové procento	-5,81%	%
Daň z příjmu	0,00	tis. Kč
Další relevantní údaje		

G.4 ZÁVĚREČNÁ DOPORUČENÍ

DOPORUČENÍ OBSAHUJÍCÍ KONEČNÉ STANOVISKO

Energetický audit byl vypracován s cílem ověřit současný stav energetického zásobování a zároveň nalézt případně energeticky úsporná opatření hodnocených objektů. EA ukázal, že pro areál SOU a SOŠ technické Třemošnice existuje varianta energeticky úsporných opatření, která při poměrně příznivých nákladech přináší úspory nákladů a řeší provozní nedostatky objektu.

DOPORUČENÍ AUDITORA K REALIZACI NAVRŽENÉHO ENERGETICKY ÚSPORNÉHO PROJEKTU

Navržená varianta kombinuje obecně známá a ověřená řešení a přináší úsporu provozních prostředků.

V Ústí nad Labem, prosinec 2005

G.5 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

PŘEDMĚT EA	SOU A SOŠ TECHNICKÉ TŘEMOŠNICE			
Adresa	Sportovní 322, 538 43 Třemošnice			
Zadavatel EA	SOU a SOŠ technické Třemošnice	Zástupce	Mgr. Stanislav Peca, ředitel	
Adresa zadavatele	Sportovní 322, 538 43 Třemošnice			
Telefon	+420-496661731	Fax		E-mail
Charakteristika předmětu EA	Předmětem EA je areál SOU a SOŠ, obsahující budovu internátu, velkou tělocvičnu, objekt školy, objekt . býv. kuchyně a velkou dílenskou halu s přístavkem. Areál má vlastní plynovou kotelnu a čtyřtrubkový rozvod tepla a TUV v areálu.			
VÝCHOZÍ STAV				
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Areál školy se nachází na rovinatém pozemku na okraji. V areálu se nachází pět hlavních objektů s menšími přístavkami. Stavebně nejstarší je objekt bývalé kuchyně, dnes truhlářské dílny. Vstupním objektem do areálu je objekt internátu, kde se nachází i prostory vedení školy. K internátu přiléhá budova kotleny s novým přístavkem truhlářské dílny, za ní leží budova tělocvičny s šatnami a příslušenstvím. Za tělocvičnou na jihozápadním okraji pozemku je objekt školy, protější severozápadní roh pozemku zaujímá největší objekt školy – dílny pro výuku studentů s přístavkem. V areálu se dále nachází trafostanice.</p> <p>Zásobování objektu teplem je z plynové středotlaké kotleny se dvěma kotli ČKD Dukla KDVE 65 o jm. výkonu 2 x 650 kW, z nichž je v provozu vždy pouze jeden. Technologie kotleny je rekonstruována z původní mazutové v r. 1992, poslední nedávná rekonstrukce přidala nové plynové hořáky. Hlavní otopná soustava pro všechny objekty je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem a teplotním spádem 80/60. Přívod do budov je z izolovaných trubek v topném kanálu. Soustava je v budovách vedena pod podlahou v kanále a podél stěn a je zakončena litinovými žebrovými radiátory typu Kalor. Vytápění není vybaveno TRV, v kotelně je řízeno ekvitermním regulátorem s útlumovými režimy a ovládá se též ručně. Objekty dílen jsou zásobovány bez automatické regulace a jsou osazeny jednak jednotkami typu Sahara, jednak dílenskými lamelovými radiátory. TUV je připravována centralizovaně ve dvou stojatých zásobnících á 4 m³ připojených na okruh UT s cirkulací.</p> <p>Objekty jsou v dobrém stavebním stavu, nicméně některé vykazují velmi nepříznivé tepelně-technické vlastnosti. Celková tepelná ztráta areálu činí 507 kW. Vypočtená tepelná ztráta byla kontrolována výpočtním postupem. Budovy jsou charakterizovány hodnotou Stupně energetické náročnosti od nejlepší budovy dílen (SEN=94%) až po budovu internátu (SEN=144%) a školy (SEN=138%), což u všech budov s výjimkou dílny a tělocvičny odpovídá nevyhovující hodnotě dle požadavku normy ČSN 73 0540, která předepisuje požadovanou hodnotu SEN < 120%</p>			
VLAST. EN. ZDROJ	Instal. tep. výkon (MW)		Instal. el. výkon (MW)	
	1,3		-	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)			není	
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		2924	
	Nákup (GJ/r)		-	
	Prodej (GJ/r)		-	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)		-	
	Nákup (MWh/r)		154	
	Prodej (MWh/r)		-	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	5537	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)		555
SPOTŘEBÍČ ENERGIE	Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r)		Nositel energie
Ústřední vytápění a TUV	507	2924		TV 80/70
Ostatní techn. spotřeba		-		

ENERGETICKÝ ÚSPORNÝ PROJEKT

STRUČNÝ POPIS DOPORUČENÉ VARIANTY	Varianta II - Rozšířená kombinuje opatření na straně výroby tepla a TUV (rekonstrukce topných rozvodů, decentralizace TUV a využití solární energie pro ohřev TUV) s opatřeními ve stavební části (repase oken, zateplení vnějších fasád školy a internátu, rekonstrukce a zateplení podhledů dílenské haly)			
Inv. náklady (tis. Kč)	5 135	z toho technologie (tis. Kč)		1 855
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)
	5 537,9	1 429,0	3 792,9	1 064,8
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r	
	1 745		-	

ENVIRONMENTÁLNÍ PŘÍNOSY

Znečišťující látka	Výchozí stav (kg/rok)	Stav po realizaci (kg/rok)	Rozdíl (kg/rok)
Tuhé látky	0,90	0,62	-0,29
SO ₂	0,43	0,30	-0,14
NO _x	86,78	59,43	-27,34
CO	14,48	9,92	-4,56
CO ₂	79 992	54 787	-25 205,56

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST

Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	364		Doba hodnocení (roky)		10
Prostá doba návratnosti (roky)	14,1		Diskont (%)		5
Reálná doba návratnosti (roky)	25,0	NPV (tis. Kč)	-2 324	IRR (%)	-5,8%

Energetický audit zpracoval:	Ing. Martin Dašek	Č. osvědčení	zapsán pod číslem 122 v seznamu energetických auditorů Ministerstva průmyslu a obchodu podle zák. 406/200 Sb. § 10 odst. (1)
Podpis		Datum	prosinec 2005

PŘÍLOHY

- **BUDOVY – VÝPOČTY TEPELNÝCH ZTRÁT**
- **TABULKY EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ**
- **FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA**

BUDOVA – VÝPOČTY TEPELNÝCH ZTRÁT

název budovy:	A - intr	SOŠ a SOU Třemošnice
VARIANTA:	stávající stav	

VSTUPNÍ HODNOTY

ZADÁNÍ:

teplota vnějšího vzduchu	-15	°C
vnitřní teplota	20	°C
char. číslo budovy - B	4	
char. číslo místnosti - M	0,7	
hlavní rozměry budovy		
šířka - a	16,1	m
délka - b	32,0	m
výška - c	12,5	m
objem budovy V	6 440	m ³
Vytápěná plocha	1 968	m ²

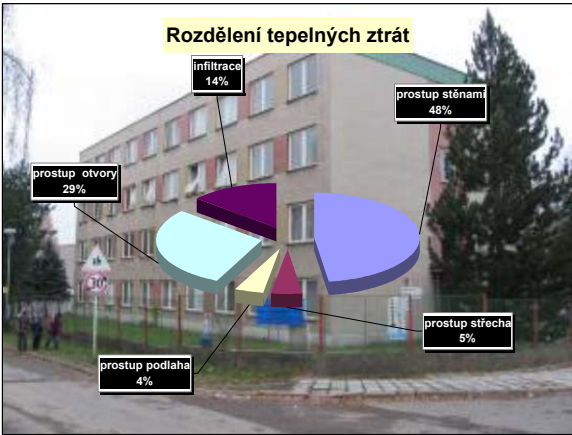
VÝSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta - celkem		133	kW
prostup stěnami	51	kW	
prostup střecha	5	kW	
prostup podlaha	5	kW	
prostup otvory	31	kW	92
infiltrace	15	kW	
větrání	26	kW	41
	106		
CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:			
objem budovy V	6 440	m ³	
plocha pláště celkem	1 117	m ²	100%
z toho otvory	322	m ²	29%
z toho neprůsvitné části	796	m ²	71%
podlaha+strop	1 030	m ²	
délka spár	761	bm	
spáry/m ² okna	2,4	m/m ²	

MĚRNÉ HODNOTY:

An - povrch budovy pro výpočet	2 147	m ²
Vn - objem budovy	6 440	m ³
An/Vn - poměrná hodnota	0,33	m ² /m ³
Plošná měrná tepelná ztráta	67,8	W/m ²
Prostorová měrná tepelná ztráta	20,7	W/m ³
q_c celková tepelná charakteristika budovy	0,59	W/m³·K



ZÁVER:

vyhodnocení podle: **ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**

Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2 **145%** **Nevyhovuje**

vyhodnocení podle: **Vyhláška č. 291/2001**

MĚRNÉ HODNOTY:

A - povrch budovy pro výpočet	2 147	m ²
V - objem budovy	6 440	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,33	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	297 257	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	15 330	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	9 809	kWh/rok
e _v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	46,2	kWh/m ³
e _{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	42,6	kWh/m ³

vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy bez zahrnutí zisků e_v = **46,2** kWh/m³
vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy se zahrnutím vnějších a vnitřních zisků e_{vr} = **42,6** kWh/m³

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků nevyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. = 29,3	kWh/m ³
evr - měrná spotřeba se zahrnutím zisků nevyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. = 29,3	kWh/m ³

Klasifikace energetické náročnosti budov		
dle stupně energetické náročnosti budov (SEN)		
SEN %	Kategorie budovy	Slovní vyjádření
≤ 40	A	Mimořádně úsporná
≤ 60	B	Velmi úsporná
≤ 80	C	Úsporná
≤ 100	D	Vyhovující
≤ 120	E	Nevyhovující
≤ 150	F	Výrazně nevyhovující
> 150	G	Mimořádně nevyhovující

Vyhl. 291/2001 Sb.:		
Požadované hodnoty měrné spotřeby tepla		
při vytápění budov		
	A/V	e _{vN}
	0,2	25,8
	0,3	28,4
	0,4	31,1
	0,5	33,7
	0,6	36,3
	0,7	38,9
	0,8	41,5
	0,9	44,1
	1,0	46,7

VARIANTA: stávající stav

název budovy

A - intr		SOŠ a SOU Třemošnice			
----------	--	----------------------	--	--	--

ZADÁNÍ:

tepelnější vzduch

vnitřní teplota

char. číslo budovy - B

char. číslo místnosti - M

-15	°C
20	°C
4	
0,7	

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta prostupem
z toho stěnami

92,7 kW
50,5 kW

otvory
podlahou
střechou/stropem
tepelná ztráta infiltrací
tepelná ztráta větráním

31,1 kW
4,6 kW
5,2 kW
14,5 kW
26,2 kW

tepelná ztráta celkem

133,4 kW

kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce
ob	ok	st	po	str	sp

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

plocha obvodových stěn	z toho otvory	z toho neprůsvitné části	podlaha	strop	délka spár	spáry/m ² okna
1117,3	321,8	795,5	515,0	515,0	760,8	2,4
m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	bm	m/m ²

Konstrukce	kód konstrukce	plocha stěn celkem	plocha konstrukcí	U (W/m ² K)	t _i (°C)	t _e (°C)	Q ₀ (W)
Fasáda jihovýchodní	ob	400,00	256,00	1,85	20	-15	16 576
okna jihovýchod	ok		144,00	2,70	20	-15	13 608
Fasáda jihozápadní	ob	186,25	174,97	1,85	20	-15	11 329
okna jihozápadní	ok		6,48	2,70	15	-15	525
vedlejší vchod	dv	4,80	4,80	4,00	15	-15	576
Fasáda severovýchodní	ob	329,81	174,61	1,85	20	-15	11 306
sklobetonová okna	ok		40,00	4,00	20	-15	5 600
okna severozápad	ok		115,20	2,70	20	-15	10 886
Fasáda severovýchodní	ob	186,25	174,97	1,85	20	-15	11 329
okna severovýchod	ok		6,48	2,70	15	-15	525
Hlavní vchod	dv	4,80	4,80	4,00	15	-15	576
Fasáda přiléhající ke kotelně	ob	15,00	15,00	1,85	20	20	0
Podlaha na terénu	po	515,00	515,00	0,60	20	5	4 635
Strop hlavní budovy nad 3NP	str	515,00	515,00	0,29	20	-15	5 227
		2 156,91	2 147,31				92 699
	od,ok,str,po	m ²	m ²	W/m ² .K	°C	°C	W

10 ⁻⁴ i _L	L (bm)	Q _v (W)	objemový tok vzduchu
1,50	388,80	0	0,000
		7 430	0,163
		0	0,000
1,50	17,50	334	0,007
1,50	12,96	248	0,005
		0	0,000
		0	0,000
1,50	311,04	5 944	0,131
		0	0,000
1,50	17,50	334	0,007
1,50	12,96	248	0,005
		0	0,000
		0	0,000
		0	0,000
9,000	760,752	14 537,971	0,320
m ² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹	m	W	m ³ /s

Činitel teplotní redukce b _t	Měrná ztráta H
16 576	1,00
21 038	1,15
11 329	1,00
859	1,15
824	1,15
11 306	1,00
5 600	1,00
16 830	1,15
11 329	1,00
859	1,15
824	1,15
0	1,00
4 635	0,49
5 227	0,49
	2 746
	W/K

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
okna jihovýchod	21 038	20%	215,8
okna severozápad	16 830	16%	172,6
Fasáda jihovýchodní	16 576	15%	170,0
Fasáda jihozápadní	11 329	11%	116,2
Fasáda severovýchodní	11 329	11%	116,2
Fasáda severozápadní	11 306	11%	116,0
sklobetonová okna	5 600	5%	57,4
Strop hlavní budovy nad 3NP	5 227	5%	53,6
Podlaha na terénu	4 635	4%	47,5
okna jihozápadní	859	1%	8,8
okna severovýchod	859	1%	8,8
vedlejší vchod	824	1%	8,4
Hlavní vchod	824	1%	8,4
Fasáda přiléhající ke kotelně	0	0%	0,0
Celkem	107 237	100%	1 100

1100

kontrola násobnosti výměny vzduchu
větrací vzduch 1 150 m³/hod
objem budovy 6 440 m³
násobnost výměny 0,18 1/hod

normativně potřebné množství větracího vzduchu
požadovaná násot 0,5 1/hod
objem budovy 6 440 m³/hod
větrací vzduch 3 220 m³/hod

rozdíl v množství v -2 070 m³/hod

sdělení: záporně- je třeba zvýšit přívod vzduchu
doplňková tepelná -26 159 W

sestavění tepelných ztrát infiltrací
infiltrace spárami 14 538 W
doplňkové větrání 26 159 W
celkem 40 697 W

tepelné ztráty celkem	
prostup	92 699 W
infiltrace	40 697 W
celkem	133 396 W

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	795,55	1,86	1,00	1 479,72
Okenní výplně	312,16	2,70	1,15	969,26
Dveře	9,60	4,00	0,66	25,34
Podlaha na terénu	515,00	0,60	0,49	151,41
Střecha	515,00	0,29	0,49	73,18
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 968,8
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				103,9
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				32,6
Celková tepelná ztráta (kW)				136,5

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A _p	m ²	1968,0
Celková užitná plocha	A _{uc}	m ²	2420,6
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m ²	2147,3
Celkový obestavěný prostor	V	m ³	6440,0
Plocha plně části svislých obvod. konstrukcí	A _j	m ²	795,5
Součinitel prostupu tepla plně části svislých obvodových konstrukcí	U _j	W/m ² .K	1,86
Celková plocha oken	A _o	m ²	312,16
Součinitel prostupu tepla oken	U _o	W/m ² .K	2,70
Plocha střechy	A _s	m ²	515,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U _s	W/m ² .K	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U _n	W/m ² .K	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U _c	W/m ² .K	1,38
Objem vzduchu v objektu	V _a	m ³	5 152,00
Převažující vnitřní teplota	t _i	°C	20,00
Činitel zahmující délku otopného období	h ₁	kh.K	94,12
Činitel zahmující délku otopného období	h ₂	kWh/m ³	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E _{vp}	kWh	204 001
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E _{vv}	kWh	93 256
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E _v	kWh	297 257
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E _{vz}	kWh	15 330
Tepelné zisky ze slunečního záření	E _{zs}	kWh	9 809
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	kWh	274 632
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	GJ	989
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m ² /m ³	0,33
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e _v	kWh/m ³	42,6
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztahovaná na vytápěnou plochu	e _a	kWh/m ²	127,9
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{vn}	kWh/m ³	29,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{an}	kWh/m ²	91,6
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	145,4

Budova:

SOŠ a SOU Třemošnice

A - intr

Klasifikace energetické náročnosti

Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)

Mimořádně úsporná budova

Zjištěná hodnota

A

SEN ≤ 40%

B

SEN ≤ 60%

C

SEN ≤ 80%

D

SEN ≤ 100%

Požadavek ČSN 73 0540

E

SEN ≤ 120%

F

SEN ≤ 150%

G

SEN >150%

144% - výrazně nevyhovující

Mimořádně nevyhovující budova

Budova požadavek ČSN 73 0540-2

nesplňuje

název budovy:

B - tělocv SOŠ a SOU Třemošnice

VARIANTA:

stávající stav

VSTUPNÍ HODNOTY

ZADÁNÍ:

tepnota vnějšího vzduchu

-15

°C

vnitřní teplota

20

°C

char. číslo budovy - B

4

char. číslo místnosti - M

0,7

hlavní rozměry budovy

šířka - a

27,3

m

délka - b

37,0

m

výška - c

7,5

m

objem budovy V

5 390

m³

Vytápěná plocha

740

m²

VÝSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta - celkem

97

kW

prostup stěnami

22

kW

prostup střecha

8

kW

prostup podlaha

5

kW

prostup otvory

27

kW

infiltrace

3

kW

větrání

31

kW

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

objem budovy V

5 390

m³

plocha pláště celkem

792

m²

z toho otvory

243

m²

z toho neprůsvitné části

549

m²

podlaha+strop

1 784

m²

délka spár

177

bm

spáry/m² okna

0,7

m/m²

MĚRNÉ HODNOTY:

An - povrch budovy pro výpočet	2 576	m²
Vn - objem budovy	5 390	m³
An/Vn - poměrná hodnota	0,48	m²/m³
Plošná měrná tepelná ztráta	131,5	W/m²
Prostorová měrná tepelná ztráta	18,1	W/m³
q _c celková tepelná charakteristika budovy	0,52	W/m³·K

ZAVER:

vyhodnocení podle: ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)

Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2 109% Vyhovuje

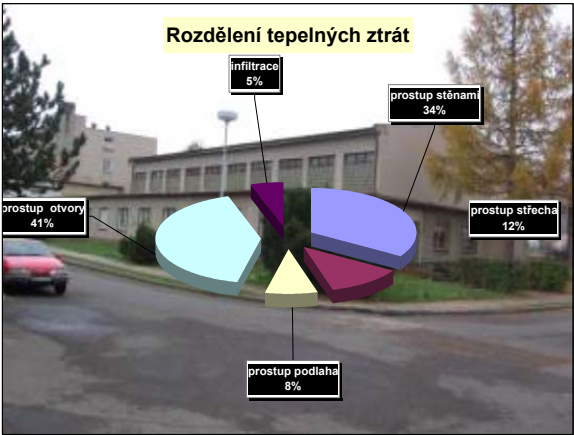
vyhodnocení podle: Vyhláška č. 291/2001

MĚRNÉ HODNOTY:

A - povrch budovy pro výpočet	2 576	m²
V - objem budovy	5 390	m³
A/V - poměrná hodnota	0,48	m²/m³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	216 841	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	15 330	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	9 322	kWh/rok
e _v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	40,2	kWh/m³
e _{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	36,1	kWh/m³

vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy bez zahrnutí zisků e_v = 40,2 kWh/m³
vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy se zahrnutím vnějších a vnitřních zisků e_{vr} = 36,1 kWh/m³

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	nevyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. =	33,1	kWh/m³
evr - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	nevyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. =	33,1	kWh/m³



Klasifikace energetické náročnosti budov		
dle stupně energetické náročnosti budov (SEN)		
SEN %	Kategorie budovy	Slovní vyjádření
≤ 40	A	Mimořádně úsporná
≤ 60	B	Velmi úsporná
≤ 80	C	Úsporná
≤ 100	D	Vyhovující
≤ 120	E	Nevyhovující
≤ 150	F	Výrazně nevyhovující
> 150	G	Mimořádně nevyhovující

Vyhl. 291/2001 Sb.:		
Požadované hodnoty měrné spotřeby tepla při vytápění budov		
	A/V	e _{vN}
	0,2	25,8
	0,3	28,4
	0,4	31,1
	0,5	33,7
	0,6	36,3
	0,7	38,9
	0,8	41,5
	0,9	44,1
	1,0	46,7

VARIANTA: stávající stav

název budovy

B - tělocv	SOŠ a SOU Třemošnice			
------------	----------------------	--	--	--

ZADÁNÍ:

tepl.vnější vzduch

vnitřní teplota

char. číslo budovy - B

char. číslo místnosti - M

-15	°C	tepelná ztráta prostupem z toho stěnami	63,2 kW 22,4 kW
20	°C	otvory podlahou střechou/stropem	27,3 kW 5,4 kW 7,8 kW
4		tepelná ztráta infiltrací	3,4 kW
0,7		tepelná ztráta větráním	30,7 kW
		tepelná ztráta celkem	97,3 kW

kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce
ob	ok	st	po	str	sp

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

plocha obvodových stěn	z toho otvory	z toho neprůsvitné části	podlaha	strop	délka spár	spáry/m ² okna
792,0 m ²	243,2 m ²	548,8 m ²	892,0 m ²	892,0 m ²	177,4 bm	0,7 m/m ²

Konstrukce	kód konstrukce	plocha stěn celkem	plocha konstrukcí	U (W/m ² K)	t _i (°C)	t _e (°C)	Q ₀ (W)
Fasáda jihovýchodní sklobetonová okna	ob ok	228,00 125,00	103,00 125,00	1,36 4,00	15 15	-15 -15	4 202 15 000
Fasáda jihozápadní okna jihozápadní	ob ok	159,00 18,00	137,04 18,00	1,36 2,70	15 20	-15 -15	5 591 1 701
vedlejší vchod	dv	4,80	3,96	4,00	15	-15	475
Fasáda severozápadní sklobetonová okna okna severozápad	ob ok ok	246,00 62,50 24,75	158,75 62,50 24,75	1,36 4,00 2,70	15 15 20	-15 -15 -15	6 477 7 500 2 339
Fasáda severovýchodní okna západ	ob ok	159,00 9,00	150,00 9,00	1,36 2,70	15 15	-15 -15	6 120 729
Podlaha na terénu	po	892,00	892,00	0,60	15	5	5 352
Strop hlavní budovy nad 3NP	str	892,00	892,00	0,29	15	-15	7 760
		2 580,80	2 576,00				63 247
	od,ok,str,po	m ²	m ²	W/m ² .K	°C	°C	W

10 ⁴ .i _L	L (bm)	Q _v (W)	objemový tok vzduchu
1,50	27,00	0 516	0,000 0,011
1,50	48,60	0 929	0,000 0,020
1,50	10,69	204 0	0,004 0,000
1,50	66,83	0 1 277	0,000 0,028
1,50	24,30	0 464	0,000 0,010
7,500	177,417	0 3 390,439	0,000 0,075
m ² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹	m	W	m ³ /s

Činitel teplotní redukce b ₁	Měrná ztráta H
1,00	140,080
1,15	575,000
1,00	186,374
1,15	55,890
1,00	18,216
1,00	215,900
1,00	250,000
1,15	76,849
1,00	204,000
1,15	27,945
0,49	262,248
0,49	126,753
	2 139
	W/K

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
sklobetonová okna jihovýchod	15 472	25%	198,6
sklobetonová okna severozápad	7 500	12%	96,3
Fasáda severozápadní	6 477	11%	83,2
Fasáda severovýchodní	6 120	10%	78,6
Fasáda jihozápadní	5 591	9%	71,8
Strop hlavní budovy nad 3NP	4 481	7%	57,5
Fasáda jihovýchodní	4 202	7%	54,0
okna severozápad	3 506	6%	45,0
Podlaha na terénu	3 090	5%	39,7
okna jihozápadní	2 550	4%	32,7
okna západ	1 154	2%	14,8
vedlejší vchod	662	1%	8,5
Celkem	60 805	100%	781

kontrola násobnosti výměny vzduchu
větrací vzduch 268 m3/hod
objem budovy 5 390 m3
násobnost výměny 0,05 1/hod

normativně potřebné množství větracího vzduchu
požadovaná násot 0,5 1/hod
objem budovy 5 390 m3/hod
větrací vzduch 2 695 m3/hod

rozdíl v množství v -2 427 m3/hod

sdělení: záporné- je třeba zvýšit přívod vzduchu
doplňková tepelná -30 671 W

sestavení tepelných ztrát infiltrací
infiltrace spárami 3 390 W
doplňkové větrání 30 671 W
celkem 34 062 W

tepelné ztráty celkem	
prostup	63 247 W
infiltrace	34 062 W
celkem	97 309 W

Výpočet tepelných ztrát budovy

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	548,79	1,36	1,00	746,35
Okenní výplně	239,25	2,70	1,15	742,87
Dveře	3,96	4,00	0,66	10,45
Podlaha na terénu	892,00	0,60	0,49	262,25
Střecha	892,00	0,29	0,49	126,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 077,5
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				72,7
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				27,2
Celková tepelná ztráta (kW)				100,0

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A _p	m ²	740,0
Celková užitná plocha	A _{uc}	m ²	910,2
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m ²	2576,0
Celkový obestavěný prostor	V	m ³	5390,0
Plocha plně částí svislých obvod. konstrukcí	A _j	m ²	548,8
Součinitel prostupu tepla plně částí svislých obvodových konstrukcí	U _j	W/m ² .K	1,36
Celková plocha oken	A _o	m ²	239,25
Součinitel prostupu tepla oken	U _o	W/m ² .K	2,70
Plocha střechy	A _s	m ²	892,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U _s	W/m ² .K	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U _n	W/m ² .K	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U _c	W/m ² .K	0,81
Objem vzduchu v objektu	V _a	m ³	4 312,00
Převažující vnitřní teplota	t _i	°C	20,00
Činitel zahmující délku otopného období	h ₁	kh.K	94,12
Činitel zahmující délku otopného období	h ₂	kWh/m ³	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E _{vp}	kWh	139 880
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E _{vv}	kWh	76 962
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E _v	kWh	216 841
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E _{vz}	kWh	15 330
Tepelné zisky ze slunečního záření	E _{zs}	kWh	9 322
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	kWh	194 655
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	GJ	701
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m ² /m ³	0,48
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e _v	kWh/m ³	36,1
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztahovaná na vytápěnou plochu	e _a	kWh/m ²	75,6
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{vn}	kWh/m ³	33,1
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{an}	kWh/m ²	103,4
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	109,2

Budova:	SOŠ a SOU Třemošnice		B - tělocv
Klasifikace energetické náročnosti		Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)	
Mimořádně úsporná budova		Zjištěná hodnota	
A		SEN ≤ 40%	
B		SEN ≤ 60%	
C		SEN ≤ 80%	
D		SEN ≤ 100%	
E		Požadavek ČSN 73 0540	109% - vyhovující
F		SEN ≤ 120%	
G		SEN ≤ 150%	
Mimořádně nevyhovující budova		SEN >150%	
Budova požadavek ČSN 73 0540-2			splňuje

název budovy:	C - škola	SOŠ a SOU Třemošnice
VARIANTA:	stávající stav	

VSTUPNÍ HODNOTY

ZADÁNÍ:

teplota vnějšího vzduchu	-15	°C
vnitřní teplota	20	°C
char. číslo budovy - B	4	
char. číslo místnosti - M	0,7	

hlavní rozměry budovy		
šířka - a	9,2	m
délka - b	40,0	m
výška - c	9,0	m
objem budovy V	4 555	m ³
Vytápěná plocha	945	m ²

VÝSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta - celkem	92	kW
prostup stěnami	38	kW
prostup střecha	4	kW
prostup podlaha	4	kW
prostup otvory	15	kW
infiltrace	11	kW
větrání	18	kW
	72	

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

objem budovy V	4 555	m ³	
plocha pláště celkem	1 082	m ²	100%
z toho otvory	211	m ²	19%
z toho neprůsvitné části	871	m ²	81%
podlaha+strop	788	m ²	
délka spár	569	bm	
spáry/m ² okna	2,7	m/m ²	

MĚRNÉ HODNOTY:

An - povrch budovy pro výpočet	1 870	m ²
Vn - objem budovy	4 555	m ³
An/Vn - poměrná hodnota	0,41	m ² /m ³
Plošná měrná tepelná ztráta	97,7	W/m ²
Prostorová měrná tepelná ztráta	20,3	W/m ³
q_c celková tepelná charakteristika budovy	0,58	W/m³·K

ZÁVER:

vyhodnocení podle: **ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**

Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2 **138%** **Nevyhovuje**

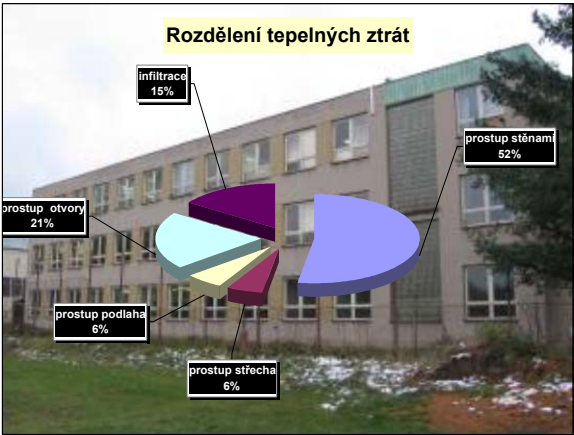
vyhodnocení podle: **Vyhláška č. 291/2001**

MĚRNÉ HODNOTY:

A - povrch budovy pro výpočet	1 870	m ²
V - objem budovy	4 555	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,41	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	205 779	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	2 190	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	8 287	kWh/rok
e _v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	45,2	kWh/m ³
e _{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	43,1	kWh/m ³

vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy bez zahrnutí zisků e_v = **45,2** kWh/m³
vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy se zahrnutím vnějších a vnitřních zisků e_{vr} = **43,1** kWh/m³

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků nevyhovuje	požadované hodnotě e _{VN} podle vyhl. 291/2001 Sb. =	31,3	kWh/m ³
evr - měrná spotřeba se zahrnutím zisků nevyhovuje	požadované hodnotě e _{VN} podle vyhl. 291/2001 Sb. =	31,3	kWh/m ³



Klasifikace energetické náročnosti budov

dle stupně energetické náročnosti budov (SEN)		
SEN %	Kategorie budovy	Slovní vyjádření
≤ 40	A	Mimořádně úsporná
≤ 60	B	Velmi úsporná
≤ 80	C	Úsporná
≤ 100	D	Vyhovující
≤ 120	E	Nevyhovující
≤ 150	F	Výrazně nevyhovující
> 150	G	Mimořádně nevyhovující

Vyhl. 291/2001 Sb.:		
Požadované hodnoty měrné spotřeby tepla při vytápění budov		
	A/V	e _{VN}
	0,2	25,8
	0,3	28,4
	0,4	31,1
	0,5	33,7
	0,6	36,3
	0,7	38,9
	0,8	41,5
	0,9	44,1
	1,0	46,7

VARIANTA: stávající stav

název budovy	C - škola	SOŠ a SOU Třemošnice			
ZADÁNÍ:					
tepl.vnější vzduch	-15	°C	tepelná ztráta prostupem z toho stěnami	63,6 kW 37,6 kW	
vnitřní teplota	20	°C	otvory podlahou střešou/stropem tepelná ztráta infiltrací tepelná ztráta větráním	15,1 kW 4,1 kW 4,0 kW 10,9 kW 17,9 kW	
char. číslo budovy - B	4		tepelná ztráta celkem	92,3 kW	
char. číslo místnosti - M	0,7				

kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce	kód konstrukce
ob	ok	st	po	str	sp

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:						
plocha obvodových stěn	z toho otvory	z toho neprůsvitné části	podlaha	strop	délka spár	spáry/m² okna
1081,5	210,6	870,9	394,0	394,0	568,6	2,7
m²	m²	m²	m²	m²	bm	m/m²

Konstrukce	kód konstrukce	plocha stěn celkem	plocha konstrukcí	U (W/m²K)	t _i (°C)	t _e (°C)	Q ₀ (W)
Fasáda jihovýchodní dveře vstupní	ob dv	115,50 5,00	110,50 5,00	1,36 3,00	20 15	-15 -15	5 260 450
Fasáda severozápadní okna severozápadní okna sklobeton	ob ok dv	420,00 108,00 4,80	292,88 108,00 19,13	1,36 2,70 4,00	20 15 15	-15 -15 -15	13 941 8 748 2 295
Fasáda jihozápadní Fasáda severovýchodní okna severovýchod	ob ob ok	115,50 430,50 394,00	115,50 352,02 78,48	0,40 1,36 2,70	20 20 15	-15 -15 -15	1 617 16 756 6 357
Podlaha na terénu Strop budovy nad 3NP	po str	394,00 394,00	394,00 394,00	0,70 0,29	20 20	5 -15	4 137 3 999
		1 874,30	1 869,50				63 560
	od,ok,str,po	m²	m²	W/m².K	°C	°C	W

10 ⁻⁴ ·i _L	L (bm)	Q _v (W)	objemový tok vzduchu
1,50	13,50	0 258 0	0,000 0,006 0,000
1,50	291,60	5 572	0,122
1,50	51,64	987	0,022
		0 0 0	0,000 0,000 0,000
1,50	211,90	4 049	0,089
		0 0	0,000 0,000
6,000	568,634	10 866,586	0,239
m²·s ⁻¹ ·Pa ⁻¹	m	W	m³/s

Činitel teplotní redukce b ₁	Měrná ztráta H
5 260	1,00
708	1,15
13 941	1,00
14 320	1,15
3 282	1,15
1 617	1,00
16 756	1,00
10 406	1,15
4 137	0,49
3 999	0,49
	1 949
	W/K

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
Fasáda severovýchodní	16756	23%	173,7
Fasáda severozápadní	13941	19%	144,5
okna severozápadní	13843	19%	143,5
okna severovýchod	10059	14%	104,3
Fasáda jihovýchodní	5260	7%	54,5
Podlaha na terénu	4137	6%	42,9
Strop hlavní budovy nad 3NP	3999	5%	41,5
okna sklobeton	3197	4%	33,1
Fasáda jihozápadní	1617	2%	16,8
dveře vstupní	686	1%	7,1
Celkem	73 495	100%	762

762

kontrola násobnosti výměny vzduchu
větrací vzduch 860 m3/hod
objem budovy 4 555 m3
násobnost výměn 0,19 1/hod

normativně potřebné množství větracího vzduchu
požadovaná náso 0,5 1/hod
objem budovy 4 555 m3/hod
větrací vzduch 2 278 m3/hod

rozdíl v množství -1 418 m3/hod

sdělení: záporné- je třeba zvýšit přívod vzduchu
doplňková tepelná -17 918 W

sestavení tepelných ztrát infiltrací
infiltrace spárami 10 867 W
doplňkové větrání 17 918 W
celkem 28 785 W

tepelné ztráty celkem	
prostup	63 560 W
infiltrace	28 785 W
celkem	92 345 W

Výpočet tepelných ztrát budovy

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	870,90	1,36	1,00	1 184,42
Okenní výplně	186,48	2,70	1,15	579,02
Dveře	24,13	4,00	0,66	63,69
Podlaha na terénu	394,00	0,70	0,49	135,14
Střecha	394,00	0,29	0,49	55,99
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 220,1
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				77,7
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				23,0
Celková tepelná ztráta (kW)				100,7

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A _p	m ²	945,0
Celková užitná plocha	A _{uc}	m ²	1162,4
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m ²	1869,5
Celkový obestavěný prostor	V	m ³	4555,0
Plocha plně částí svislých obvod. konstrukcí	A _j	m ²	870,9
Součinitel prostupu tepla plně částí svislých obvodových konstrukcí	U _j	W/m ² .K	1,36
Celková plocha oken	A _o	m ²	186,48
Součinitel prostupu tepla oken	U _o	W/m ² .K	2,70
Plocha střechy	A _s	m ²	394,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U _s	W/m ² .K	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U _n	W/m ² .K	0,70
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U _c	W/m ² .K	1,19
Objem vzduchu v objektu	V _a	m ³	3 644,00
Převažující vnitřní teplota	t _i	°C	20,00
Činitel zahmující délku otopného období	h _{f1}	kh.K	94,12
Činitel zahmující délku otopného období	h _{f2}	kWh/m ³	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E _{vp}	kWh	135 518
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E _{vv}	kWh	70 261
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E _v	kWh	205 779
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E _{vz}	kWh	2 190
Tepelné zisky ze slunečního záření	E _{zs}	kWh	8 287
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	kWh	196 350
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	GJ	707
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m ² /m ³	0,41
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e _v	kWh/m ³	43,1
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztahovaná na vytápěnou plochu	e _a	kWh/m ²	105,0
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{vn}	kWh/m ³	31,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{an}	kWh/m ²	97,9
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	137,6

Budova:

SOS a SOU Třemošnice

C - škola

Klasifikace energetické náročnosti

Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)

Mimořádně úsporná budova

Zjištěná hodnota

A

SEN ≤ 40%

B

SEN ≤ 60%

C

SEN ≤ 80%

D

SEN ≤ 100%

Požadavek ČSN 73 0540

E

SEN ≤ 120%

F

SEN ≤ 150%

G

SEN >150%

138%- nevyhovující

Mimořádně nevyhovující budova

Budova požadavek ČSN 73 0540-2

nesplňuje

název budovy:	D - dílny	SOŠ a SOU Třemošnice
VARIANTA:	stávající stav	

VSTUPNÍ HODNOTY

ZADÁNÍ:

teplota vnějšího vzduchu	-15	°C
vnitřní teplota	20	°C
char. číslo budovy - B	4	
char. číslo místnosti - M	0,7	
hlavní rozměry budovy		
šířka - a	36,9	m
délka - b	48,4	m
výška - c	7,4	m
objem budovy V	8 658	m ³
Vytápěná plocha	2 016	m ²

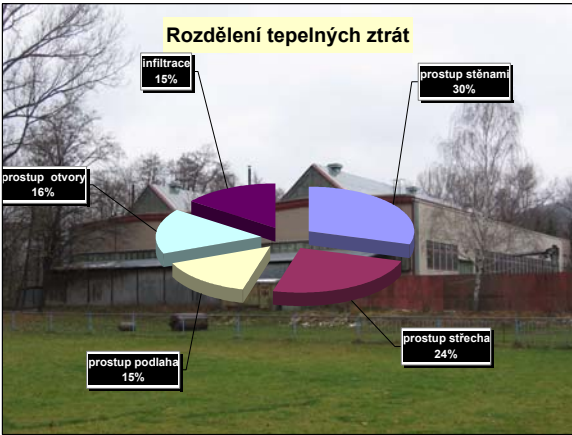
VÝSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta - celkem		133	kW
prostup stěnami	32	kW	
prostup střecha	26	kW	
prostup podlaha	16	kW	
prostup otvory	18	kW	92
infiltrace	16	kW	
větrání	39	kW	55
	108		
CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:			
objem budovy V	8 658	m ³	
plocha pláště celkem	1 235	m ²	100%
z toho otvory	308	m ²	25%
z toho neprůsvitné části	927	m ²	75%
podlaha+strop	3 646	m ²	
délka spár	833	bm	
spáry/m ² okna	2,7	m/m ²	

MĚRNÉ HODNOTY:

An - povrch budovy pro výpočet	4 881	m ²
Vn - objem budovy	8 658	m ³
An/Vn - poměrná hodnota	0,56	m ² /m ³
Plošná měrná tepelná ztráta	66,1	W/m ²
Prostorová měrná tepelná ztráta	15,4	W/m ³
q_c celková tepelná charakteristika budovy	0,44	W/m³·K



Klasifikace energetické náročnosti budov

dle stupně energetické náročnosti budov (SEN)		
SEN %	Kategorie budovy	Slovní vyjádření
≤ 40	A	Mimořádně úsporná
≤ 60	B	Velmi úsporná
≤ 80	C	Úsporná
≤ 100	D	Vyhovující
≤ 120	E	Nevyhovující
≤ 150	F	Výrazně nevhovující
> 150	G	Mimořádně nevhovující

ZÁVER:

vyhodnocení podle: **ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**

Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2 **95%** **Vyhovuje**

vyhodnocení podle: **Vyhláška č. 291/2001**

MĚRNÉ HODNOTY:

A - povrch budovy pro výpočet	4 881	m ²
V - objem budovy	8 658	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,56	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	297 018	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	2 190	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	5 515	kWh/rok
e _v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	34,3	kWh/m ³
e _{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	33,5	kWh/m ³

vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy bez zahrnutí zisků e_v = **34,3** kWh/m³
vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy se zahrnutím vnějších a vnitřních zisků e_{vr} = **33,5** kWh/m³

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	vyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. = 35,3 kWh/m ³
evr - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	vyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. = 35,3 kWh/m ³

Vyhl. 291/2001 Sb.:		
Požadované hodnoty měrné spotřeby tepla při vytápění budov		
	A/V	e _{vN}
	0,2	25,8
	0,3	28,4
	0,4	31,1
	0,5	33,7
	0,6	36,3
	0,7	38,9
	0,8	41,5
	0,9	44,1
	1,0	46,7

VARIANTA: stávající stav

název budovy

D - dílny		SOŠ a SOU Třemošnice			
-----------	--	----------------------	--	--	--

ZADÁNÍ:

tepl.vnější vzduch

-15 °C

vnitřní teplota

20 °C

char. číslo budovy - B

4

char. číslo místnosti - M

0,7

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta prostupem
z toho stěnami

97,4 kW
32,2 kW

otvory
podlahou
střechou/stropem
tepelná ztráta infiltrací
tepelná ztráta větráním

17,7 kW
16,1 kW
26,4 kW
15,9 kW
20,0 kW

tepelná ztráta celkem

133,3 kW

kód konstrukce kód konstrukce kód konstrukce kód konstrukce kód konstrukce kód konstrukce
ob ok st po str sp

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

plocha obvodových stěn	z toho otvory	z toho neprůsvitné části	podlaha	strop	délka spár	spáry/m ² okna
1235,1	308,4	926,7	1786,0	1860,0	832,7	2,7
m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	bm	m/m ²

Konstrukce	kód konstrukce	plocha stěn celkem	plocha konstrukcí	U (W/m ² K)	t _i (°C)	t _e (°C)	Q _b (W)
Fasáda jihovýchodní	ob	352,80	343,80	0,40	20	-15	4 813
vrata vstupní	dv		9,00	5,00	15	-15	1 350
okna jihovýchod	ok		84,60	2,00	20	-15	5 922
Fasáda severozápadní	ob	352,80	343,80	0,40	20	-15	4 813
vrata vstupní	dv		9,00	5,00	15	-15	1 350
okna severozápadní	ok		77,40	2,00	20	-15	5 418
Fasáda jihozápadní	ob	271,22	201,22	1,85	20	-15	13 029
okna jihozápadní	ok		70,00	1,30	20	-15	3 185
Fasáda severovýchodní	ob	258,30	199,90	1,36	20	-15	9 515
okna severovýchod	ok		39,60	2,70	15	-15	3 208
okna sklobeton	dv	4,80	18,80	4,00	15	-15	2 256
Podlaha na terénu	po	1786,00	1786,00	0,60	20	5	16 074
Světliky	str	444,00	444,00	1,00	20	-15	15 540
Strop hlavní budovy	str	1416,00	1416,00	0,22	20	-15	10 903
		4 885,92	5 043,12				97 376
	od,ok,str,po	m ²	m ²	W/m ² .K	°C	°C	W

10 ⁻⁴ .i _L	L (bm)	Q _v (W)	objemový tok vzduchu
		0	0,000
1,50	24,30	464	0,010
1,50	228,42	4 365	0,096
		0	0,000
1,50	24,30	464	0,010
1,50	208,98	3 994	0,088
		0	0,000
1,50	189,00	3 612	0,079
		0	0,000
1,50	106,92	2 043	0,045
1,50	50,76	970	0,021
		0	0,000
		0	0,000
10,500	832,680	15 912,515	0,350
m ² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹	m	W	m ³ /s

Činiteľ teplotní redukce b _t	Měrná ztráta H
1,00	137.520
1,15	51.750
1,15	194.580
1,00	137.520
1,15	51.750
1,15	178.020
1,00	372.248
1,15	104.650
1,00	271.864
1,15	122.958
1,15	86.480
0,49	525.084
0,49	217.560
0,49	152.645
	2 605
	W/K

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
Světliky	32 634	22%	230,0
Strop hlavní budovy nad 3NP	32 214	21%	227,1
Podlaha na terénu	16 074	11%	113,3
Fasáda jihozápadní	13 029	9%	91,8
okna jihovýchod	10 287	7%	72,5
Fasáda severovýchodní	9 515	6%	67,1
okna severozápadní	9 412	6%	66,3
okna jihozápadní	6 797	4%	47,9
okna severovýchod	5 251	3%	37,0
Fasáda jihovýchodní	4 813	3%	33,9
Fasáda severozápadní	4 813	3%	33,9
okna sklobeton	3 226	2%	22,7
vrata vstupní	1 814	1%	12,8
vrata vstupní	1 814	1%	12,8
Celkem	151 693	100%	1 069

kontrola násobnosti výměny vzduchu
větrací vzduch 1 259 m3/hod
objem budovy 8 658 m3
násobnost výměn 0,15 1/hod

sestavení tepelných ztrát infiltrací
infiltrace spárami 15 913 W
doplňkové větrání 38 801 W
celkem 54 714 W

normativně potřebné množství větracího vzduchu
požadovaná náso 0,5 1/hod
objem budovy 8 658 m3/hod
větrací vzduch 4 329 m3/hod

rozdíl v množství -3 070 m3/hod

sdělení: záporné- je třeba zvýšit přívod vzduchu
doplňková tepelná -38 801 W

tepelné ztráty celkem	
prostup	97 376 W
infiltrace	54 714 W
celkem	152 090 W

Výpočet tepelných ztrát budovy

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	1 088,72	0,40	1,00	435,49
Okenní výplně	271,60	2,00	1,15	624,68
Dveře	36,80	4,00	0,66	97,15
Podlaha na terénu	1 786,00	0,60	0,49	525,08
Střecha	1 860,00	0,65	0,49	592,41
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				2 502,3
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				87,6
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				43,8
Celková tepelná ztráta (kW)				131,4

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místností vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A _p	m ²	2016,0
Celková užitná plocha	A _{uc}	m ²	2479,7
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m ²	4881,1
Celkový obestavěný prostor	V	m ³	8658,0
Plocha plně částí svislých obvod. konstrukcí	A _j	m ²	1088,7
Součinitel prostupu tepla plně částí svislých obvodových konstrukcí	U _j	W/m ² .K	0,40
Celková plocha oken	A _o	m ²	271,60
Součinitel prostupu tepla oken	U _o	W/m ² .K	2,00
Plocha střechy	A _s	m ²	1 860,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U _s	W/m ² .K	0,65
Součinitel prostupu tepla podlahy	U _n	W/m ² .K	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U _c	W/m ² .K	0,51
Objem vzduchu v objektu	V _a	m ³	6 926,40
Převažující vnitřní teplota	t _i	°C	20,00
Činitel zahmující délku otopného období	h ₁	kh.K	94,12
Činitel zahmující délku otopného období	h ₂	kWh/m ³	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E _{vp}	kWh	205 947
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E _{vv}	kWh	91 071
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E _v	kWh	297 018
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E _{vz}	kWh	2 190
Tepelné zisky ze slunečního záření	E _{zs}	kWh	5 515
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	kWh	290 083
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	GJ	1 044
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m ² /m ³	0,56
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e _v	kWh/m ³	33,5
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztahovaná na vytápěnou plochu	e _a	kWh/m ²	59,4
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{vn}	kWh/m ³	35,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{an}	kWh/m ²	110,4
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	94,9

Budova:

SOŠ a SOU Třemošnice

D - dílny

Klasifikace energetické náročnosti

Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)

Mimořádně úsporná budova

Zjištěná hodnota

A

SEN ≤ 40%

B

SEN ≤ 60%

C

SEN ≤ 80%

D

SEN ≤ 100%

Požadavek ČSN 73 0540

94% - vyhovující

E

SEN ≤ 120%

F

SEN ≤ 150%

G

SEN >150%

Mimořádně nevyhovující budova

Budova požadavek ČSN 73 0540-2

splňuje

název budovy:	E - kuch	SOŠ a SOU Třemošnice
VARIANTA:	stávající stav	

VSTUPNÍ HODNOTY

ZADÁNÍ:

teplota vnějšího vzduchu	-15	°C
vnitřní teplota	20	°C
char. číslo budovy - B	4	
char. číslo místnosti - M	0,7	

hlavní rozměry budovy

šířka - a	12,0	m
délka - b	28,0	m
výška - c	3,5	m
objem budovy V	1 176	m ³
Vytápěná plocha	286	m ²

VÝSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDKY:

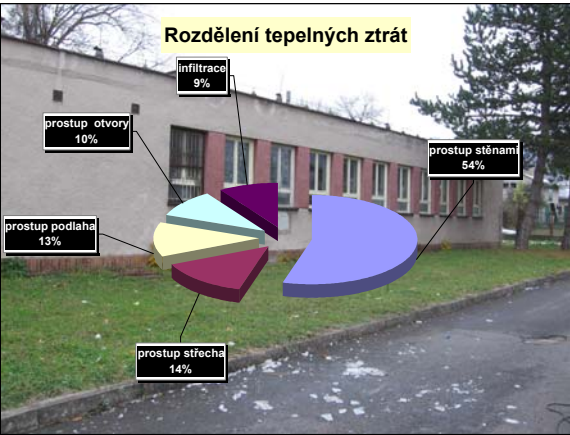
tepelná ztráta - celkem		32	kW
prostup stěnami	13	kW	
prostup střecha	3	kW	
prostup podlaha	3	kW	
prostup otvory	2	kW	
infiltrace	2	kW	
větrání	5	kW	7
	24		

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

objem budovy V	1 176	m ³	
plocha pláště celkem	280	m ²	100%
z toho otvory	43	m ²	15%
z toho neprůsvitné části	237	m ²	85%
podlaha+strop	672	m ²	
délka spár	115	bm	
spáry/m ² okna	2,7	m/m ²	

MĚRNÉ HODNOTY:

An - povrch budovy pro výpočet	952	m ²
Vn - objem budovy	1 176	m ³
An/Vn - poměrná hodnota	0,81	m ² /m ³
Plošná měrná tepelná ztráta	110,4	W/m ²
Prostorová měrná tepelná ztráta	26,8	W/m ³
q_c celková tepelná charakteristika budovy	0,77	W/m³·K



Klasifikace energetické náročnosti budov

dle stupně energetické náročnosti budov (SEN)		
SEN %	Kategorie budovy	Slovní vyjádření
≤ 40	A	Mimořádně úsporná
≤ 60	B	Velmi úsporná
≤ 80	C	Úsporná
≤ 100	D	Vyhovující
≤ 120	E	Nevyhovující
≤ 150	F	Výrazně nevyhovující
> 150	G	Mimořádně nevyhovující

ZÁVER:

vyhodnocení podle: **ČSN 73 0540 (2002) - Stupeň energetické náročnosti (SEN)**

Stupeň energetické náročnosti budovy dle ČSN 73 0540-2 **131%** **Nevyhovuje**

vyhodnocení podle: **Vyhláška č. 291/2001**

MĚRNÉ HODNOTY:

A - povrch budovy pro výpočet	952	m ²
V - objem budovy	1 176	m ³
A/V - poměrná hodnota	0,81	m ² /m ³
E _v - spotřeba tepla prostupem a větráním	70 237	kWh/rok
E _{vz} - tepelný zisk z vnitřních zdrojů	6 570	kWh/rok
E _{zs} - tepelný zisk osluněním	235	kWh/rok
e _v - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků	59,7	kWh/m³
e _{vr} - měrná spotřeba se zahrnutím zisků	54,5	kWh/m³

vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy bez zahrnutí zisků e_v = **59,7** kWh/m³
vypočtené hodnoty měrné spotřeby budovy se zahrnutím vnějších a vnitřních zisků e_{vr} = **54,5** kWh/m³

ev - měrná spotřeba bez zahrnutí zisků nevyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. = 41,7 kWh/m ³
evr - měrná spotřeba se zahrnutím zisků nevyhovuje	požadované hodnotě e _{vN} podle vyhl. 291/2001 Sb. = 41,7 kWh/m ³

Vyhl. 291/2001 Sb.: Požadované hodnoty měrné spotřeby tepla při vytápění budov		
	A/V	e _{vN}
	0,2	25,8
	0,3	28,4
	0,4	31,1
	0,5	33,7
	0,6	36,3
	0,7	38,9
	0,8	41,5
	0,9	44,1
	1,0	46,7

VARIANTA: stávající stav

název budovy

E - kuch		SOŠ a SOU Třemošnice			
----------	--	----------------------	--	--	--

ZADÁNÍ:

tepl.vnější vzduch

-15	°C
-----	----

VÝSLEDKY:

tepelná ztráta prostupem
z toho stěnami

24,1 kW
12,9 kW

vnitřní teplota

20	°C
----	----

otvory
podlahou
střechou/stropem
tepelná ztráta infiltrací
tepelná ztráta větráním

2,3 kW
3,0 kW
3,3 kW
2,2 kW

char. číslo budovy - B

char. číslo místnosti - M

4
0,7

tepelná ztráta celkem

31,5 kW

kód konstrukce ob
kód konstrukce ok
kód konstrukce st
kód konstrukce po
kód konstrukce str
kód konstrukce sp

CHARAKTERISTICKÁ ČÍSLA:

plocha obvodových stěn	z toho otvory	z toho neprůsvitné části	podlaha	strop	délka spár	spáry/m ² okna
280,0 m ²	42,7 m ²	237,3 m ²	336,0 m ²	336,0 m ²	115,2 bm	2,7 m/m ²

Konstrukce	kód konstrukce	plocha stěn celkem	plocha konstrukcí	U (W/m ² K)	t _i (°C)	t _e (°C)	Q ₀ (W)
Fasáda severní	ob	98,00	76,94	1,36	20	-15	3 662
okna sever	ok		21,06	2,70	20	-15	1 990
Fasáda východní	ob	42,00	31,56	1,36	20	-15	1 502
okna východ	ok		1,44	2,70	20	-15	136
vstupní dveře	dv		9,00	4,00	20	-15	1 260
Fasáda jižní	ob	98,00	62,00	1,33	20	-15	2 886
okna jih	ob		36,00	2,70	20	-15	3 402
Fasáda západní	ob	42,00	30,84	1,36	20	-15	1 468
okna západ	ok		2,16	2,70	20	-15	204
dveře západ	dv		9,00	4,00	20	-15	1 260
Podlaha na terénu	po	336,00	336,00	0,60	20	5	3 024
Střecha	str	336,00	336,00	0,28	20	-15	3 293
		952,00	952,00				24 088
	od,ok,str,po	m ²	m ²	W/m ² .K	°C	°C	W

10 ⁴ .i _L	L (bm)	Q _v (W)	objemový tok vzduchu
1,50	56,86	0 1 087 0	0,000 0,024 0,000
1,50	3,89	74	0,002
1,50	24,30	464	0,010
		0 0 0 0	0,000 0,000 0,000 0,000
1,50	5,83	111	0,002
1,50	24,30	464	0,010
		0 0 0	0,000 0,000 0,000
7,500	115,182	2 201,128	0,048
m ² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹	m	W	m ³ /s

Činitel teplotní redukce b ₁	Měrná ztráta H
3 662	1,00
3 077	1,15
1 502	1,00
210	1,15
1 724	1,15
2 886	1,00
3 402	1,00
1 468	1,00
316	1,15
1 724	1,15
3 024	0,49
3 293	0,49
	673
	W/K

Konstrukce	Ztráta (W)	%	ztráta cca GJ/rok
Fasáda severní	3 662	13,9%	35,2
okna jih	3 402	12,9%	32,7
Střecha	3 293	12,5%	31,7
okna sever	3 077	11,7%	29,6
Podlaha na terénu	3 024	11,5%	29,1
Fasáda jižní	2 886	11,0%	27,8
vstupní dveře	1 724	6,6%	16,6
dveře západ	1 724	6,6%	16,6
Fasáda východní	1 502	5,7%	14,4
Fasáda západní	1 468	5,6%	14,1
okna západ	316	1,2%	3,0
okna východ	210	0,8%	2,0
Celkem	26 289	100%	253

kontrola násobnosti výměny vzduchu
větrací vzduch 174 m3/hod
objem budovy 1 176 m3
násobnost výměny 0,15 1/hod

normativně potřebné množství větracího vzduchu
požadovaná násot 0,5 1/hod
objem budovy 1 176 m3/hod
větrací vzduch 588 m3/hod

rozdíl v množství v -414 m3/hod

sdělení: záporně- je třeba zvýšit přívod vzduchu
doplňková tepelná -5 231 W

sestavení tepelných ztrát infiltrací

infiltrace spárami 2 201 W
doplňkové větrání 5 231 W
celkem 7 432 W

tepelné ztráty celkem	
prostup	24 088 W
infiltrace	7 432 W
celkem	31 520 W

Typ ochlazované konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Činitel teplotní redukce b [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H [W/K]
Stěna	237,34	1,36	1,00	322,78
Okenní výplně	24,66	2,70	1,15	76,57
Dveře	18,00	4,00	0,66	47,52
Podlaha na terénu	336,00	0,60	0,49	98,78
Střecha	336,00	0,29	0,49	47,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem (kW/K)				652,7
Celková tepelná ztráta prostupem (kW)				22,8
Celková tepelná ztráta větráním (kW)				5,9
Celková tepelná ztráta (kW)				28,8

Hodnoty použité ve výpočtu dle vyhlášky 291/2001Sb.

Podlahová plocha místnosti vytápěných na teplotu vyšší jak 15°C	A _p	m ²	285,6
Celková užitná plocha	A _{uc}	m ²	351,3
Celková plocha ohraničujících konstrukcí	A	m ²	952,0
Celkový obestavěný prostor	V	m ³	1176,0
Plocha plně částí svislých obvod. konstrukcí	A _j	m ²	237,3
Součinitel prostupu tepla plně částí svislých obvodových konstrukcí	U _j	W/m ² .K	1,36
Celková plocha oken	A _o	m ²	24,66
Součinitel prostupu tepla oken	U _o	W/m ² .K	2,70
Plocha střechy	A _s	m ²	336,00
Součinitel prostupu tepla střechy	U _s	W/m ² .K	0,29
Součinitel prostupu tepla podlahy	U _n	W/m ² .K	0,60
Průměrný součinitel prostupu tepla hraniční plochy	U _c	W/m ² .K	0,69
Objem vzduchu v objektu	V _a	m ³	940,80
Převažující vnitřní teplota	t _i	°C	20,00
Činitel zahmující délku otopného období	h ₁	kh.K	94,12
Činitel zahmující délku otopného období	h ₂	kWh/m ³	13,12
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát prostupem	E _{vp}	kWh	48 061
Spotřeba tepla ke krytí tep. ztrát větráním	E _{vv}	kWh	22 176
Spotřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	E _v	kWh	70 237
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	E _{vz}	kWh	6 570
Tepelné zisky ze slunečního záření	E _{zs}	kWh	235
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	kWh	64 113
Roční spotřeba energie za otopné období	E _r	GJ	231
Geometrická charakteristika budovy	A/V	m ² /m ³	0,81
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období	e _v	kWh/m ³	54,5
Měrná spotřeba tepelné energie za otopné období vztahovaná na vytápěnou plochu	e _a	kWh/m ²	67,3
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{vn}	kWh/m ³	41,7
Požadovaná hodnota měrné spotřeby tepla	e _{an}	kWh/m ²	130,3
Stupeň energetické náročnosti podle ČSN 73 0540 (2002)	SEN	%	130,7

Budova:	SOS a SOU Třemošnice	E - kuch
Klasifikace energetické náročnosti		Stupeň energetické náročnosti budovy (SEN)
Mimořádně úsporná budova		Zjištěná hodnota
A		SEN ≤ 40%
B		SEN ≤ 60%
C		SEN ≤ 80%
D		SEN ≤ 100%
E		Požadavek ČSN 73 0540
F		SEN ≤ 120%
G		SEN ≤ 150%
Mimořádně nevyhovující budova		SEN >150%
Budova požadavek ČSN 73 0540-2		nesplňuje

TABULKY EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ

SOŠ a SOU

zadání opatření

ozn. op.	název opatření	Pořiz. výdaje (tis. Kč)	Úspora celkem (tis.Kč/rok)	úspora (GJ/rok)	typ uspořené media
A1	Energetický management	0	9,00	43,00	zp
B1	Instalace TRV + hydraulické vyrovnnání topné soustavy	75	11,50	54,00	zp
C1	Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu	735	42,00	200,00	zp
C2	Rekonstrukce vytápění haly dílen	537	36,00	173,00	zp
C3	Změna přípravy TUV	1 120	94,00	450,00	zp
D1	Repase oken školních budov	85	24,00	115,00	zp
D2	Rekonstrukce sklobetonových stěn	1 135	32,00	156,00	zp
D3	Zateplení objektu internátu a školy	1 705	104,00	502,00	zp
D4	Zateplení stropní konstrukce haly dílen	1 490	91,00	435,00	zp
součet (tis Kč)		6 882	444	2 128,00	

VAR 1

inv.náklad (tis. Kč)	přínos (tis.Kč/rok)	úspora (GJ/rok)	inv.náklad (tis. Kč)	přínos (tis.Kč/rok)	úspora (GJ/rok)	inv.náklad (tis. Kč)	přínos (tis.Kč/rok)	úspora (GJ/rok)
0	9,00	43,00	0	9,00	43,00	0	9,00	43,00
75	11,50	54,00						
			735	42,00	200,00	735	42,00	200,00
						537	36,00	173,00
			1 120	94,00	450,00	1 120	94,00	450,00
85	24,00	115,00	85	24,00	115,00	85	24,00	115,00
						1 135	32,00	156,00
			1 705	104,00	502,00	1 705	104,00	502,00
			1 490	91,00	435,00	1 490	91,00	435,00
160	45	212	5 135	364	1 745	6 807	432	2 074

zadání variant

ozn	název varianty	inv.náklad (tis. Kč)	úspora (tis.Kč/rok)	prostá doba návratnosti (let)	NPV 10 let (tis. Kč)	diskont. doba návratnosti (let)	IRR (%)
VAR1	Základní	160	45	3,6	184	4,1	24,8%
VAR2	Rozšířená	5 135	364	14,1	-2 324	25,0	-5,8%
VAR3	Komplexní	6 807	432	15,8	-3 471	31,8	-7,5%

ozn. op.	název opatření	Pořiz. výdaje (tis. Kč)	Úspora celkem (tis.Kč/rok)	prostá doba návratnosti (let)	NPV 10 let (tis. Kč)	diskont. doba návratnosti (let)	IRR (%)
A1	Energetický management	0	9	0,0	69	0,0	90000%
B1	Instalace TRV + hydraulické vyrovnnání topné soustavy	75	12	6,5	14	8,1	9%
C1	Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu	735	42	17,5	-411	42,6	-9%
C2	Rekonstrukce vytápění haly dílen	537	36	14,9	-259	28,1	-7%
C3	Změna přípravy TUV	1 120	94	11,9	-394	18,6	-3%
D1	Repase oken školních budov	85	24	3,5	100	4,0	25%
D2	Rekonstrukce sklobetonových stěn	1 135	32	35,5	-888	#NUM!	#NUM!
D3	Zateplení objektu internátu a školy	1 705	104	16,4	-902	35,1	-8%
D4	Zateplení stropní konstrukce haly dílen	1 490	91	16,4	-787	35,0	-8%
0	součet (tis Kč)	6 882	444				

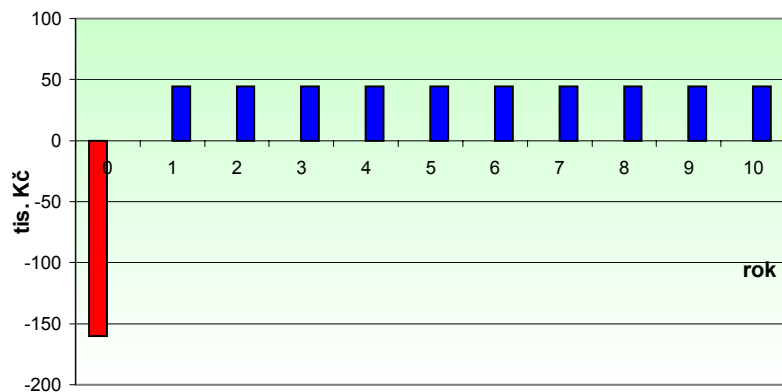
SOŠ a SOU

Diskont 5%

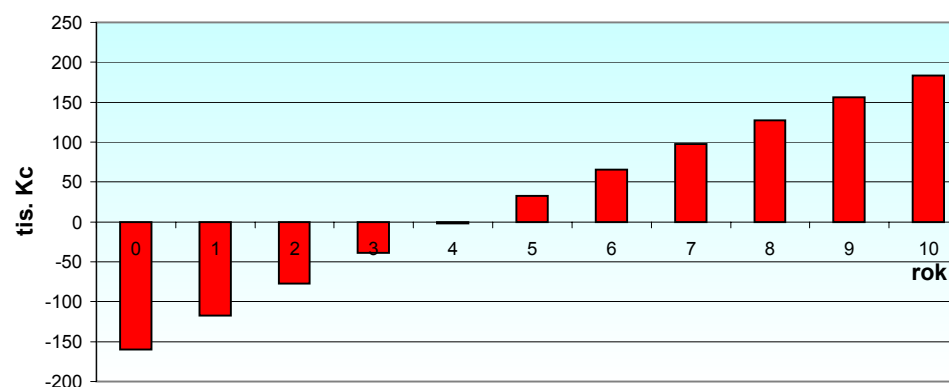
VAR1

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
VAR1	Základní											
	Investiční náklady	-160										
	Úspora celkem		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	Kumul. Cash Flow	-160	-116	-71	-27	18	62	107	151	196	240	285
	Disk. Cash Flow	-160	42	40	38	37	35	33	32	30	29	27
	Kumul. disk. Cash Flow	-160	-118	-77	-39	-2	33	66	97	128	156	184
	Prostá doba návratnosti	3,6 roku										
	NPV	184 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	4,1 roku										
	IRR	24,8%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



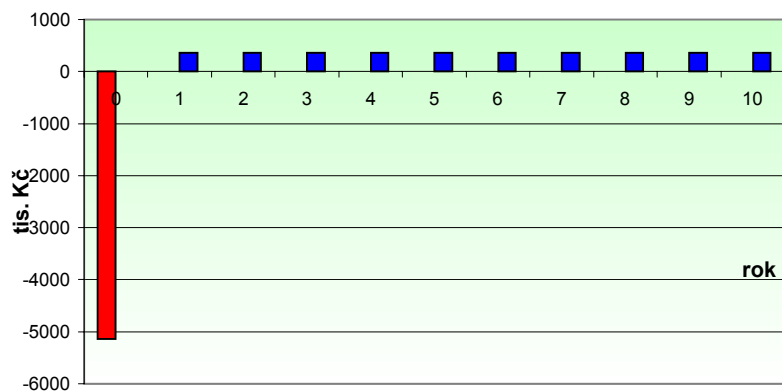
SOŠ a SOU

Diskont 5%

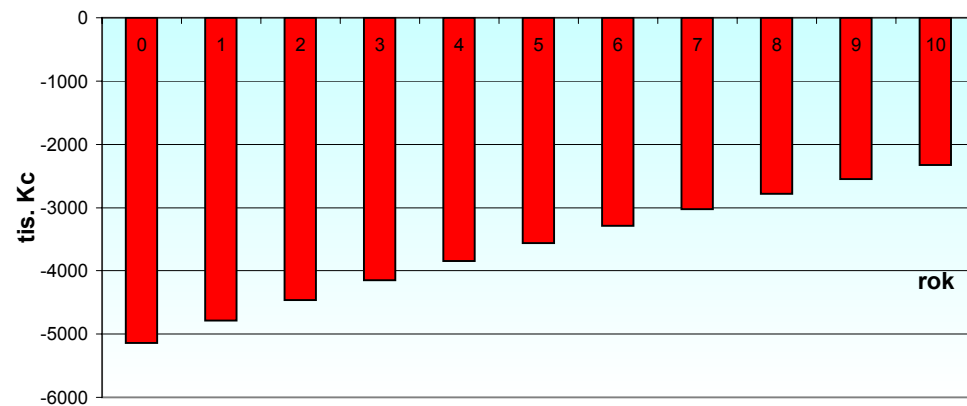
VAR2

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
VAR2	Rozšířená											
	Investiční náklady	-5 135										
	Úspora celkem		364	364	364	364	364	364	364	364	364	364
	Kumul. Cash Flow	-5 135	-4 771	-4 407	-4 043	-3 679	-3 315	-2 951	-2 587	-2 223	-1 859	-1 495
	Disk. Cash Flow	-5 135	347	330	314	299	285	272	259	246	235	223
	Kumul. disk. Cash Flow	-5 135	-4 788	-4 458	-4 144	-3 844	-3 559	-3 287	-3 029	-2 782	-2 548	-2 324
	Prostá doba návratnosti	14,1 roku										
	NPV	-2 324 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	25,0 roku										
	IRR	-5,8%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



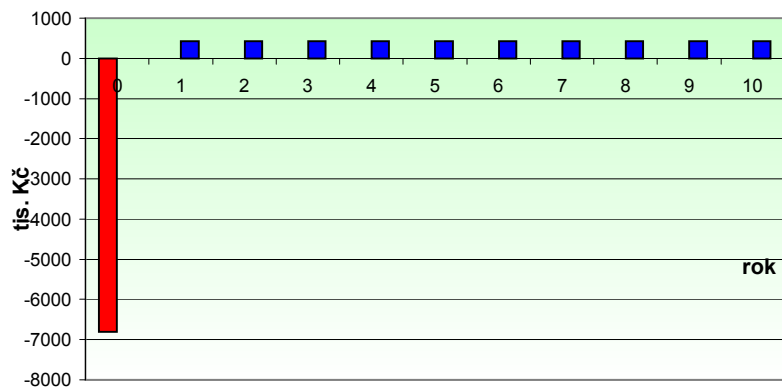
SOŠ a SOU

Diskont 5%

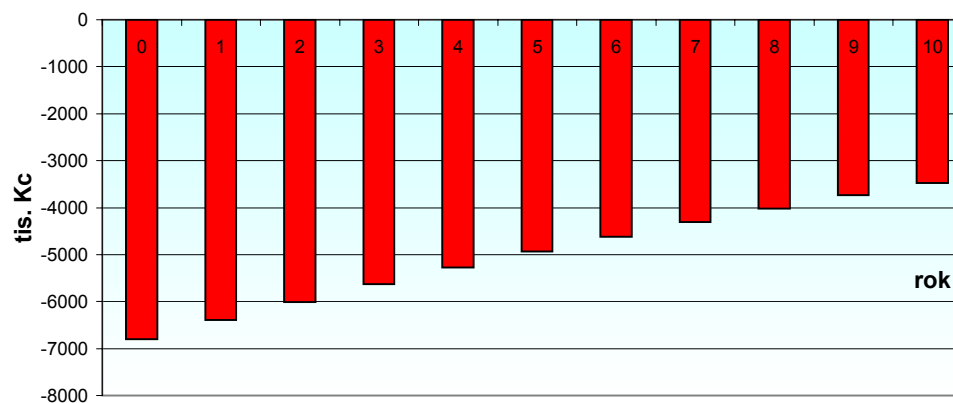
VAR3

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
VAR3	Komplexní											
	Investiční náklady	-6 807										
	Úspora celkem		432	432	432	432	432	432	432	432	432	432
	Kumul. Cash Flow	-6 807	-6 375	-5 943	-5 511	-5 079	-4 647	-4 215	-3 783	-3 351	-2 919	-2 487
	Disk. Cash Flow	-6 807	411	392	373	355	338	322	307	292	278	265
	Kumul. disk. Cash Flow	-6 807	-6 396	-6 004	-5 631	-5 275	-4 937	-4 614	-4 307	-4 015	-3 736	-3 471
	Prostá doba návratnosti	15,8 roku										
	NPV	-3 471 tis. Kc										
	Disk. doba návratnosti	31,8 roku										
	IRR	-7,5%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



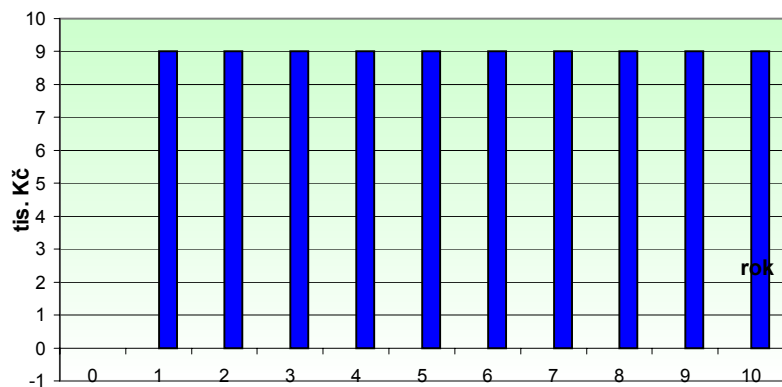
SOŠ a SOU

Diskont 5%

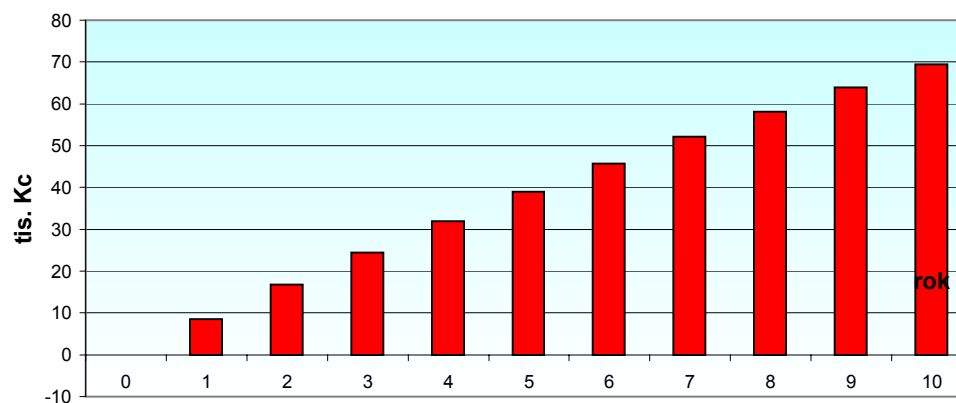
A1

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
A1	Energetický management											
	Investiční náklady	0										
	Úspora celkem		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Kumul. Cash Flow	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
	Disk. Cash Flow	0	9	8	8	7	7	7	6	6	6	6
	Kumul. disk. Cash Flow	0	9	17	24	32	39	46	52	58	64	69
	Prostá doba návratnosti	0,0 roku										
	NPV	69 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	0,0 roku										
	IRR	90000,0%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



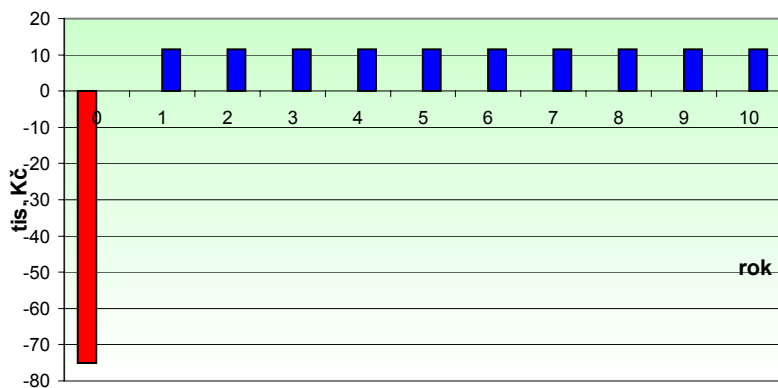
SOŠ a SOU

Diskont 5%

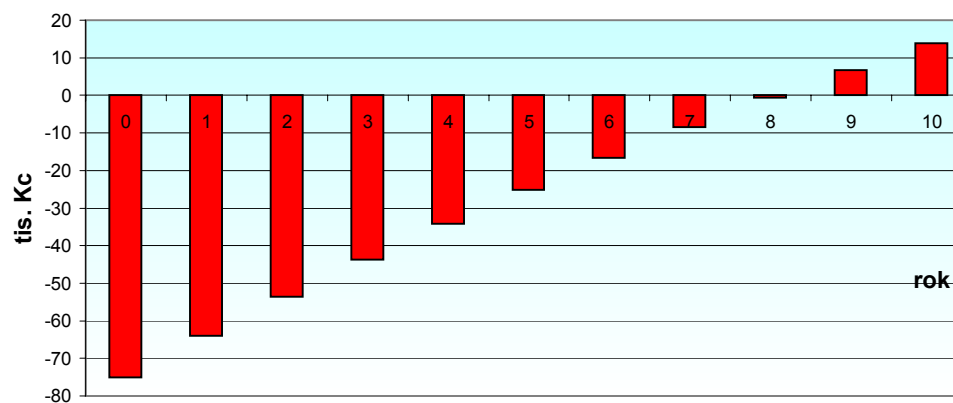
B1

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
B1	Instalace TRV + hydraulické vyrovnání topné soustavy											
	Investiční náklady	-75										
	Úspora celkem		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Kumul. Cash Flow	-75	-64	-52	-41	-29	-18	-6	6	17	29	40
	Disk. Cash Flow	-75	11	10	10	9	9	9	8	8	7	7
	Kumul. disk. Cash Flow	-75	-64	-54	-44	-34	-25	-17	-8	-1	7	14
	Prostá doba návratnosti	6,5 roku										
	NPV	14 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	8,1 roku										
	IRR	8,6%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



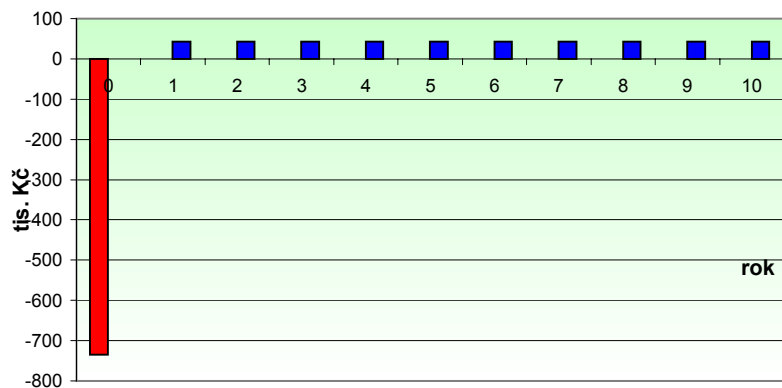
SOŠ a SOU

Diskont 5%

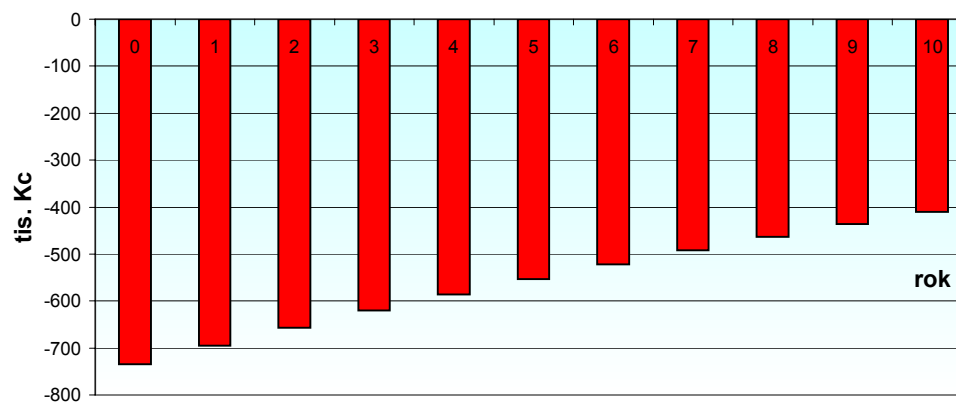
C1

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
C1	Rekonstrukce rozvodu tepla po areálu											
	Investiční náklady	-735										
	Úspora celkem		42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	Kumul. Cash Flow	-735	-693	-651	-609	-567	-525	-483	-441	-399	-357	-315
	Disk. Cash Flow	-735	40	38	36	35	33	31	30	28	27	26
	Kumul. disk. Cash Flow	-735	-695	-657	-621	-586	-553	-522	-492	-464	-436	-411
	Prostá doba návratnosti	17,5 roku										
	NPV	-411 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	42,6 roku										
	IRR	-9,1%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



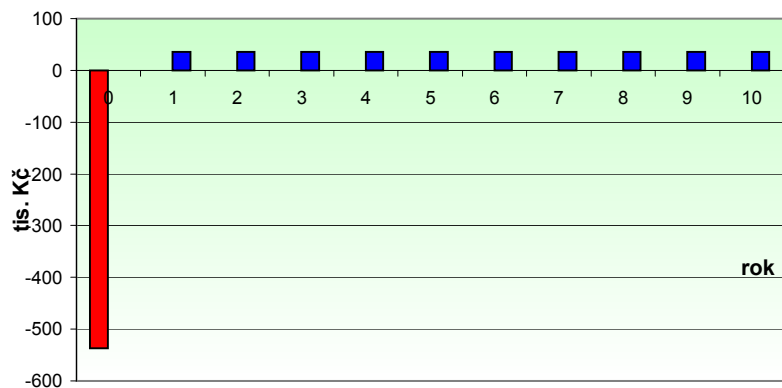
SOŠ a SOU

Diskont 5%

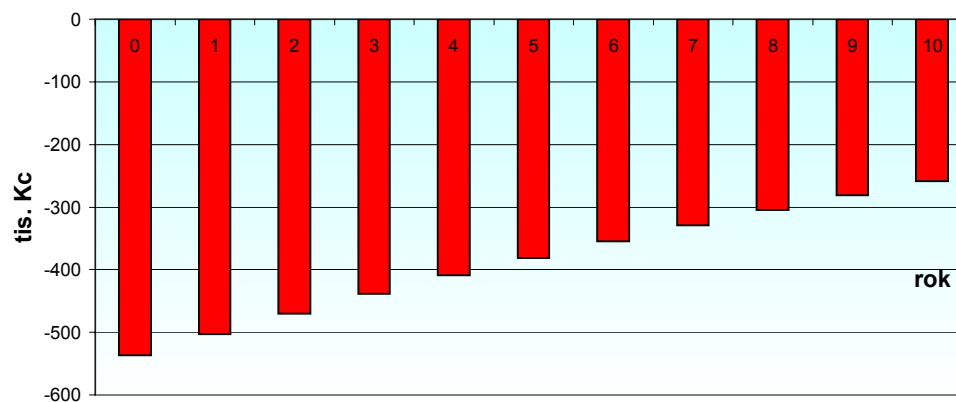
C2

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
C2	Zateplení stropní konstrukce haly dílen											
	Investiční náklady	-537										
	Úspora celkem		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Kumul. Cash Flow	-537	-501	-465	-429	-393	-357	-321	-285	-249	-213	-177
	Disk. Cash Flow	-537	34	33	31	30	28	27	26	24	23	22
	Kumul. disk. Cash Flow	-537	-503	-470	-439	-409	-381	-354	-329	-304	-281	-259
	Prostá doba návratnosti	14,9 roku										
	NPV	-259 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	28,1 roku										
	IRR	-6,7%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



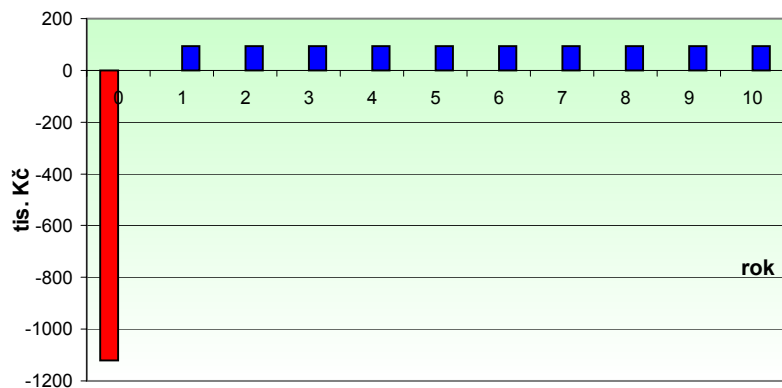
SOŠ a SOU

Diskont 5%

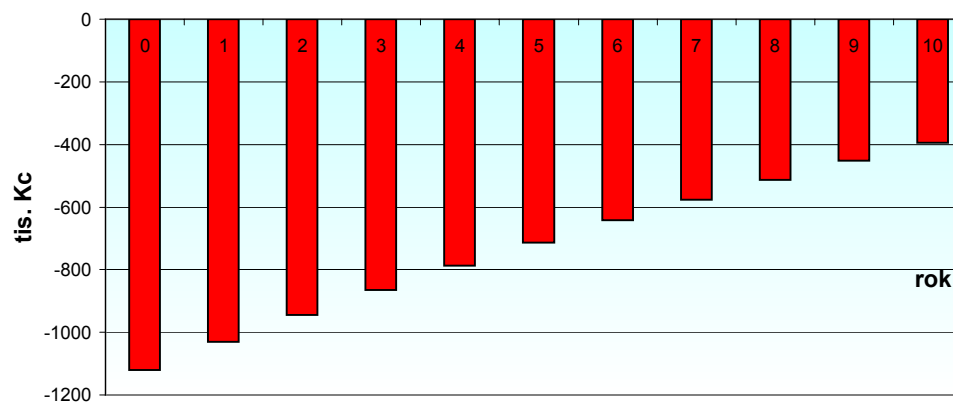
C3

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
C3	Změna přípravy TUV											
	Investiční náklady	-1 120										
	Úspora celkem		94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
	Kumul. Cash Flow	-1 120	-1 026	-932	-838	-744	-650	-556	-462	-368	-274	-180
	Disk. Cash Flow	-1 120	90	85	81	77	74	70	67	64	61	58
	Kumul. disk. Cash Flow	-1 120	-1 030	-945	-864	-787	-713	-643	-576	-512	-452	-394
	Prostá doba návratnosti	11,9 roku										
	NPV	-394 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	18,6 roku										
	IRR	-3,1%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



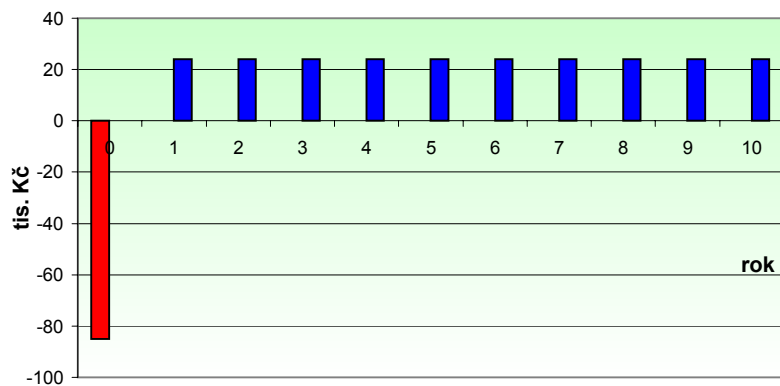
SOŠ a SOU

Diskont 5%

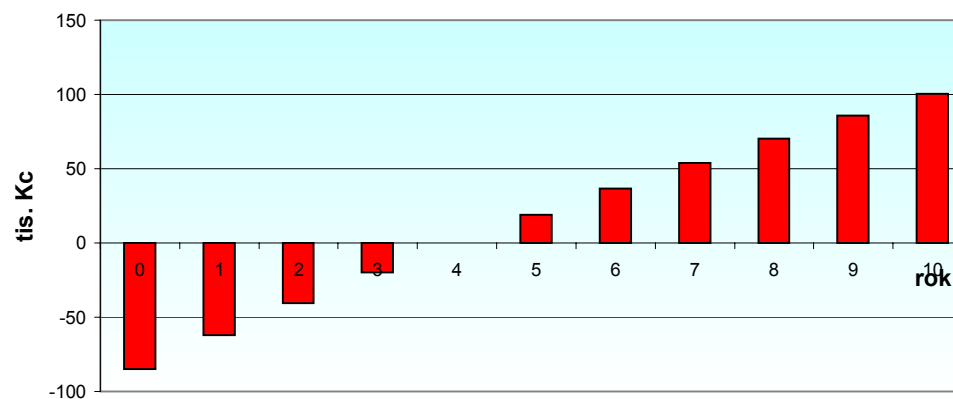
D1

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
D1	Repase oken školních budov											
	Investiční náklady	-85										
	Úspora celkem		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Kumul. Cash Flow	-85	-61	-37	-13	11	35	59	83	107	131	155
	Disk. Cash Flow	-85	23	22	21	20	19	18	17	16	15	15
	Kumul. disk. Cash Flow	-85	-62	-40	-20	0	19	37	54	70	86	100
	Prostá doba návratnosti	3,5 roku										
	NPV	100 tis. Kč										
	Disk. doba návratnosti	4,0 roku										
	IRR	25,3%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



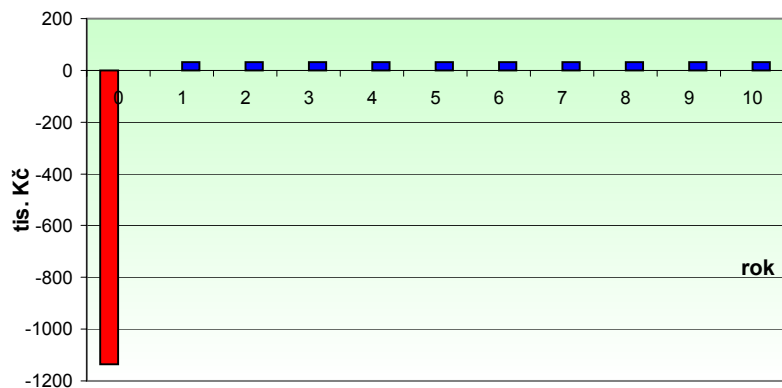
SOŠ a SOU

Diskont 5%

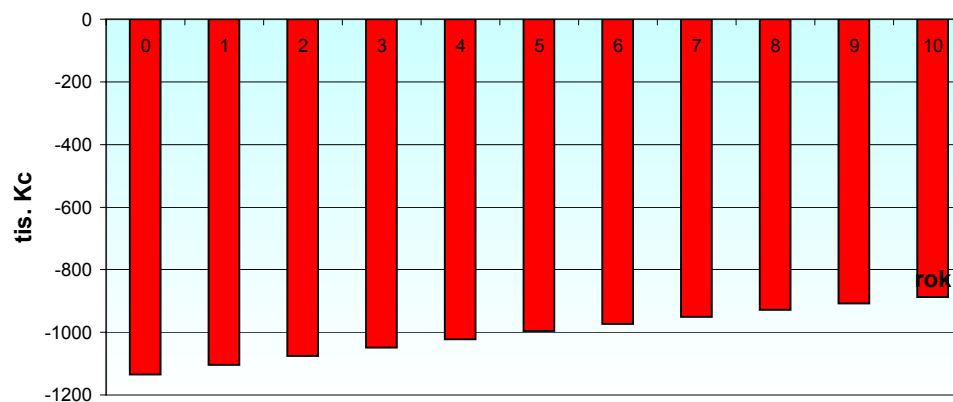
D2

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
D2	Rekonstrukce sklobetonových stěn											
	Investiční náklady	-1 135										
	Úspora celkem		32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Kumul. Cash Flow	-1 135	-1 103	-1 071	-1 039	-1 007	-975	-943	-911	-879	-847	-815
	Disk. Cash Flow	-1 135	30	29	28	26	25	24	23	22	21	20
	Kumul. disk. Cash Flow	-1 135	-1 105	-1 075	-1 048	-1 022	-996	-973	-950	-928	-908	-888
	Prostá doba návratnosti	35,5 roku										
	NPV	-888 tis. Kc										
	Disk. doba návratnosti	#NUM! roku										
	IRR	#NUM!										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



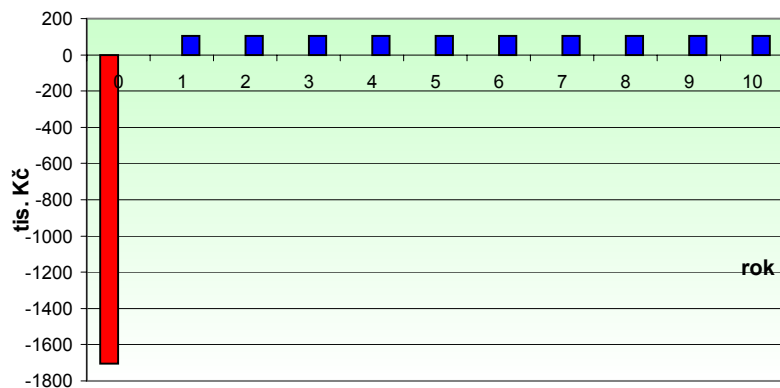
SOŠ a SOU

Diskont 5%

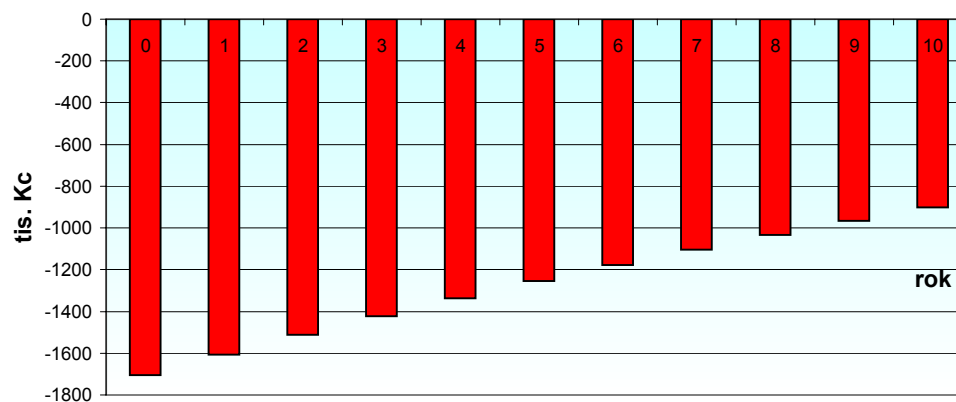
D3

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
D3	Zateplení objektu internátu a školy											
	Investiční náklady	-1 705										
	Úspora celkem		104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
	Kumul. Cash Flow	-1 705	-1 601	-1 497	-1 393	-1 289	-1 185	-1 081	-977	-873	-769	-665
	Disk. Cash Flow	-1 705	99	94	90	86	81	78	74	70	67	64
	Kumul. disk. Cash Flow	-1 705	-1 606	-1 512	-1 422	-1 336	-1 255	-1 177	-1 103	-1 033	-966	-902
	Prostá doba návratnosti	16,4										
	NPV	-902										
	Disk. doba návratnosti	35,1										
	IRR	-8,1%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



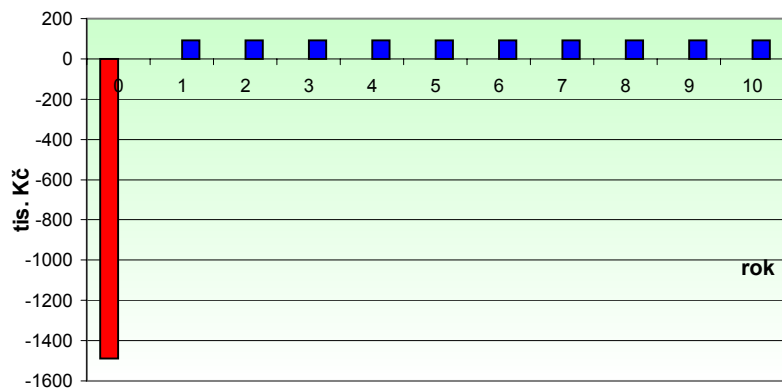
SOŠ a SOU

Diskont 5%

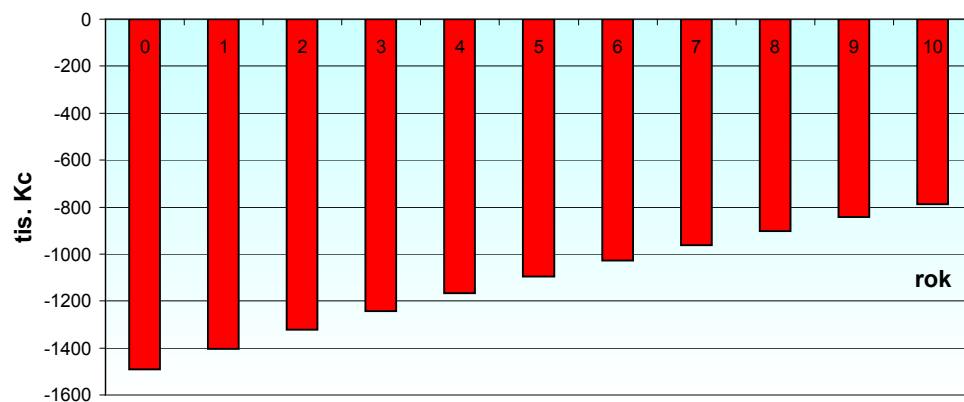
D4

údaje v tis. Kč												
	roky	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Opatření												
D4	Zateplení stropní konstrukce haly dílen											
	Investiční náklady	-1 490										
	Úspora celkem		91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
	Kumul. Cash Flow	-1 490	-1 399	-1 308	-1 217	-1 126	-1 035	-944	-853	-762	-671	-580
	Disk. Cash Flow	-1 490	87	83	79	75	71	68	65	62	59	56
	Kumul. disk. Cash Flow	-1 490	-1 403	-1 321	-1 242	-1 167	-1 096	-1 028	-963	-902	-843	-787
	Prostá doba návratnosti	16,4	roku									
	NPV	-787	tis. Kč									
	Disk. doba návratnosti	35,0	roku									
	IRR	-8,1%										

Cash Flow



Diskontované kumulované Cash Flow



FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA





Hlavní vjezd do areálu + internát



Internát a sídlo ředitelství od východu



Pohled na areál – tělocvična, vzadu škola



Pohled na objekt dílen



Severozáp. fasáda tělocvičny



Tělocvična z ulice, sklobet. stěny



Objekt školy



Objekt školy od jihu



Budova dílen



Dílný od východu



Zateplená stěna dílen + rek. okna



.Přístavek dílen



Bývalá kuchyně



Objekt transformátoru



Pokoj na internátu



Schodiště internátu – sklobet. stěny



Rekonstruovaná tělocvična



Typická učebna ve škole



Interiér dílen



Interiér dílen



Interiér dílen



Truhlářská dílna



Kotelna



Kotelna - anuloid



Detail regulace



Ohříváky TUV



Rozdělovač topení pro objekty



Vedení UT a TUV v kanále