

Zpráva o energetickém auditu

Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli

Komenského náměstí č. p. 22 , 570 01 Litomyšl



Litomyšl, září - listopad 2005

Obsah energetického auditu :

strana č.

1.	Identifikační údaje	
1.1	Identifikační údaje zadavatele auditu.....	5
1.2	Určení provozovatele předmětu energetického auditu.....	5
1.3	Určení zpracovatele energetického auditu.....	5
1.4	Určení předmětu energetického auditu, situační plán.....	6
2.	Popis výchozího stavu	
	Popis předmětu energetického auditu.....	8
2.1.	Popis stavební části předmětu EA, plán vnitřního uspořádání	8
2.2	Popis energetické části předmětu EA.....	16
2.2.1	Energetické zdroje a rozvody v kotelnách K1, K2 a K3.....	16
2.2.2	Ohřev TV	19
2.2.3	Zabezpečovací zařízení.....	19
2.2.4	Identifikační údaje instalovaných kotlů.....	20
2.2.5	Základní technické parametry kotlů	21
2.2.6	Izolace na rozvodech v kotelnách	23
2.2.7	Vzduchotechnika.....	24
2.2.8	Regulace a měření.....	27
2.3.	Rozvody energií	28
2.3.1	Rozvody tepla a teplé vody	28
2.3.2	Rozvod zemního plynu	32
2.3.3	Rozvod elektrické energie.....	33
2.3.4	Osvětlení.....	37

2.4	Energetické vstupy a výstupy	38
2.4.1	Energetické vstupy	38
2.4.1.1	Nakupované množství elektrické energie za roky 2002,2003 a 2004	38
2.4.1.2	Nakupované množství zemního plynu za roky 2002,2003 a 2004	39
2.4.2	Přepočtená a průměrná výše energetických vstupů	42
2.4.3	Energetické výstupy	46
2.5	Soupis významných spotřebičů energie	46
3.	Zhodnocení výchozího stavu	47
3.1	Analýza energetického hospodářství	47
3.1.1	Potřeby tepelného výkonu	47
3.1.2	Ztráty v rozvodech	48
3.2	Aktualizovaná tepelná bilance	49
3.3	Stanovení účinnosti kotlů za roky 2002,2003 a 2004 nepř.met.	52
3.3.1	Spotřeba tepelné energie pro vytápění budov	53
3.3.2	Výpočet účinnosti kotlů v kotelnách K1, K2 a K3	58
3.3.3	Energetické bilance výroby energie z vlastních zdrojů.....	59
3.3.4	Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů	60
3.3.5	Energetická náročnost budov SOŠ a SPGŠ Litomyšl.....	61
3.3.6	Potřeba tepla na vytápění za podmínek dle vyhl. 291/2001 Sb. za referenčních podmínek, MODEL energetické potřeby	62
3.4	Základní tvar energetické bilance	66
3.5	Závěr celkové analýzy a zhodnocení energetického hospodářství... 67	
4.	Návrh energeticky úsporných opatření	69

4.1	Opatření beznákladová.....	69
4.2	Opatření nákladová	73
	Varianta č.1)	74
	Varianta č.2)	90
5.	Ekonomické vyhodnocení.....	110
5.1	Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN}	115
5.2	Reálná doba návratnosti	118
5.3	Čistá současná hodnota navrženého opatření – NPV	119
5.4	Vnitřní výnosové procento IRR	121
5.5	Rekapitulace ekonomického vyhodnocení	121
6.	Vyhodnocení navržených EÚO z hlediska ochrany životního prostředí.....	122
7.	Závazné výstupy energetického auditu	123
7.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	123
7.2	Celková výše dosažitelných úspor	127
7.3	Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu	128
7.4	Energeticky úsporný projekt	128
7.5	Konečné stanovisko a doporučení auditora k realizaci navrženého energeticky úsporného projektu	156
7.6	Okrajové podmínky.....	158
8.	Evidenční list energetického auditu	161
9.	Přílohová část	163

1. Identifikační údaje

1.1 Identifikační údaje zadavatele auditu

Zadavatel auditu: Vyšší odborná škola pedagogická a Střední pedagogická škola Litomyšl, Komenského náměstí 22
570 01 Litomyšl
Telefon: 461 614 664
IČ: 62 032 381
e-mail: lenicek@vospspgs.cz

Statutární zástupce: Stanislav Leníček, ředitel školy

Osoba pověřená: Jaroslava Vetešníková, hospodářka

1.2 Určení provozovatele předmětu energetického auditu

Provozovatelem předmětu energetického auditu je příspěvková organizace Pardubického kraje - Vyšší odborná škola pedagogická a Střední pedagogická škola Litomyšl
Komenského náměstí 22, 570 01 Litomyšl
IČ: 62 032 381
Statutární zástupce: Stanislav Leníček, ředitel školy

1.3 Určení zpracovatele energetického auditu

Jaromír Džbánek, energetický auditor, zapsán do seznamu energetických auditorů u MPO ČR dne 19.3.2004, číslo osvědčení 203
Telefon: 608 280 231
e-mail: dd-energo@seznam.cz

DD Ekonom Konzult Real s.r.o., Na Lánech 764, 570 01 Litomyšl
IČ: 25276417
Telefon: 775 616 681, Fax: 461 616 108
e-mail: dd-ekonom@lit.cz

1.4 Určení předmětu energetického auditu, situační plán

Předmětem tohoto energetického auditu jsou budovy Vyšší odborní školy pedagogické a Střední pedagogické školy, Litomyšl a jejich energetické hospodářství.

Historická budova školy se nachází v centru města Litomyšl, na Komenského nám. č. 22, v nadmořské výšce 350 m n.m. , budovy internát I. i II. se nacházejí na východním okraji města Litomyšl , na Strakovské ulici č. 1071.

Historická a památkově chráněná budova školy o základním půdorysném tvaru písmena L s hlavní podélnou osou ve směru severovýchod - jihozápad byla dle dostupných údajů zprovozněna v roce 1908 s podsklepením (nepodsklepena je jen malá část budovy) a třemi nadzemními podlažími. Celá budova je užívána výhradně jako škola, v 1. PP jsou šatny, kotelna, sklady a dílna, v 1. až 3. NP jsou učebny, chodby, sociální zařízení a kanceláře, v části 1. NP se sníženou podlahou do 1. PP je tělocvična.

Budova staršího internátu I. na Strakovské ulici č. 1071 byla postavena v roce 1983, v hlavním půdorysném tvaru obdélníku, se 4 nadzemními podlažími a bez podsklepení, v 1. NP jsou převážně společné prostory, z části ubytování, v 2. až 4. NP jsou ubytovací pokoje. V úrovni 1. NP je k budově připojena tzv. hospodářská část s hlavním vstupem do internátu I., dále s kotelnou, jejíž podlaha je snížena pod úroveň 1. NP a sklady. Hlavní podélná osa budovy internátu I. je orientována téměř ve směru sever – jih.

Budova nového Internátu II. na Strakovské ulici základního půdorysného tvaru písmene L byla zprovozněna v roce 2003. Část A s hospodářským zázemím je částečně podsklepena (~ 2/3 zastavěné plochy), v 1. PP je fitness cvičebna, klubovna, sociální zařízení, šatny, sklady, kotelna, strojovna vzduchotechniky. V 1. NP části A je kuchyň, jídelna, recepce a společenské místnosti, v 2. a 3. NP jsou pokoje pro ubytování studentů a chodby. Část B budovy internátu II. slouží výhradně pro ubytování. Středem každého ze 3 nadzemních podlaží je vedena ve směru podélné osy budovy chodba, z níž se vstupuje do jednotlivých pokojů s vlastním sociálním zařízením.

Ke studiu Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy docházelo v období 2002 až 2004 v průměru 823 studentek a studentů, v pracovním poměru bylo v budově školy ve stejném období 52,7 přepočtených zaměstnanců. V budově internátu I. bylo v témže období ubytováno v průměru 102 studentů a studentek, v budově internátu II. bylo ubytováno v roce 2003 a 2004 120 studentů a studentek, v pracovním poměru v budovách internátů bylo 10,5 zaměstnance.

Kromě ubytovaných studentů byly externím zákazníkům za roky 2002 až 2004 poskytnuty ubytovací služby, a to v jednotlivých letech 800, 1150 a 1350 noclehů.

V kuchyni bylo za rok 2004 připraveno 32.600 snídaní, 103.200 obědů a 32.600 večeří.

Vytápění budovy školy je zabezpečováno z teplovodní kotelny s kotli na zemní plyn, instalované v 1. PP budovy s kotli 1 x Viadrus G 100E (1998), 1 x Viadrus G 100 I (1998), 1 x kotel LUMEX – 200 (1993) a 1 x DAKON 30 EKO pro ohřev TV, teplá voda je v kotelně připravována centrálně pro celou budovu školy ve 2 zásobníkových nepřímotopných ohřívácích OVS 1 m³.

V hospodářské části budovy internátu I. je zřízena teplovodní kotelná s 2 kotli Vaillant VK-132/3-2EU na zemní plyn, teplá voda je připravována centrálně pro celou budovu internátu v zásobníkovém nepřímotopném ohříváku OVS 4 m³.

V 1. PP tzv. hospodářské budovy internátu II. je teplovodní kotelná s 3 kotli Vaillant VK – 156/7-2E na zemní plyn, z které je zabezpečováno vytápění včetně tepla pro vzduchotechniku a centrální příprava TV v 2 nepřímotopných zásobníkových ohřívácích Vaillant VIH 50o (2 x 500 l).

Měření spotřeby elektřiny i zemního plynu je v budově školy realizováno jedním elektroměrem a jedním plynoměrem bez přepočítávacího zařízení množství spotřebovaného zemního plynu, v budovách internátu společně pro internát I. i II. jedním elektroměrem a jedním plynoměrem.

Vlastnické právo k budovám i stavebním pozemkům pod budovami má ke dni provedení energetického auditu Pardubický kraj.

2. Popis výchozího stavu

Popis předmětu energetického auditu

2.1 Popis stavební části předmětu energetického auditu, plán vnitřního uspořádání

Budova školy

Podzemní podlaží bylo vyhloubeno pod celou částí budovy školy přiléhající ke Komenskému náměstí a částí budovy přiléhající k Vodním Valům. Na základě projektové dokumentace z roku 1993 byla v rohové části 1. PP zřízena kotelna na zemní plyn se strojovnou, dílnou, velínem M+R a skladem. Na základě projektové dokumentace z roku 1995 byly v části 1. PP prohloubeny podlahy a ve zvětšených prostorech zhotoveny hlavní šatny pro studenty. Prostor užitelného PP je v půdorysné ploše zmenšen o tělocvičnu (1.NP), protože její podlaha je snížena pod úroveň 1. NP, do prostoru PP.

Uspořádání 1. až 3. NP je z hlediska využití téměř totožné. U vnější obvodové zdi směrem do dvora je v podlažích vedena hlavní chodba, z chodby se vstupuje do jednotlivých učeben s okny do Komenského náměstí a na Vodní Vály. Hlavní schodiště, spojující 1. až 3. NP, vede částí budovy v půdorysu vystupující směrem do dvora z jihovýchodní zdi budovy, vlevo i vpravo od schodiště je na každém z podlaží po jedné místnosti. Půda pod sedlovou střechou není využita.

Nové podlahy 1. PP obsahují z hlediska tepelně izolačních vlastností konstrukcí pouze 0,1 m Liaporu. Nerekonstruované podlahy jsou původní skladby odpovídající době výstavby budovy. Zdivo vůči zemině v 1. PP je z plných cihel tl. 800 až 1000 mm, s vnitřní omítkou vápennou a 50 mm přizdívkou z cihel plných.

Stropy mezi PP a 1. NP jsou klenbové, podlahy 1. PP s parketami v učebnách a terasem na chodbách. Svislé neprůsvitné konstrukce 1. až 3. NP tvoří zdivo z plných cihel tl. 600 mm, s vápennou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany a vápennou štukovou omítkou základní tl. 30 mm s plastickými reliéfy, vystupujícími nad základní tloušťku omítky.

Průsvitné konstrukce budovy školy jsou tvořeny dřevěnými dvojitými okny atypických velikostí a tvarů, bez zatěsnění spár, v poměrně zchovalém stavu.

Dalšími otvorovými výplněmi jsou dřevěné plné domovní dveře, taktéž atypického tvaru i rozměrů.

Strop nad nejvyšším podlažím je trémový, místy tvoří nosnou konstrukci i ocelové I profily. Z vnitřní strany je strop opatřen vápennou omítkou tl. 20 mm, která je na rákosu, přibitá na prknech tl. 25 mm. Prkna jsou přibita k stropním trámům, mezi nimiž je uzavřená vzduchová dutina tl. 200 mm. Na trámech (popř. I profilech) jsou prkna tl. 25 mm, na nich záklop ze stavební suti a škváry tl. 200, vrstva škvárobetonu tl. 30 mm, na němž je položena cihelná půdní dlažba tl. 50 mm.

Budova internátu I.

Ubytovací část internátu I. o čtyřech NP je bez podsklepení. Středem každého z podlaží, ve směru podélné osy, je vedena centrální chodba, z které se vstupuje v 1.NP do bytu, ubytovacích pokojů, kanceláře a na schodiště do vyšších podlaží, v 2. až 4. NP je dispoziční uspořádání v zásadě stejné, na každém z podlaží je 12 pokojů pro ubytování (5 při západní straně budovy a 7 při východní straně budovy), na západní straně budovy je na každém NP ještě kuchyňka a společenská místnost.

Hlavní vstup do budovy internátu I. je řešen přes tzv. hospodářskou jednopodlažní budovu, navazující na jižní obvodovou zeď ubytovací části. Ze Strakovské ulice se vchází do vestibulu v 1. NP v hospodářském pavilonu, z vestibulu dveřmi v jeho levé zdi do hlavní chodby 1. NP ubytovací části budovy. Za vestibulem je umístěna vrátnice, za vrátnicí kotelna se sníženou podlahou pod úroveň 1. NP. Za kotelnou jsou sklady a další hospodářské prostory.

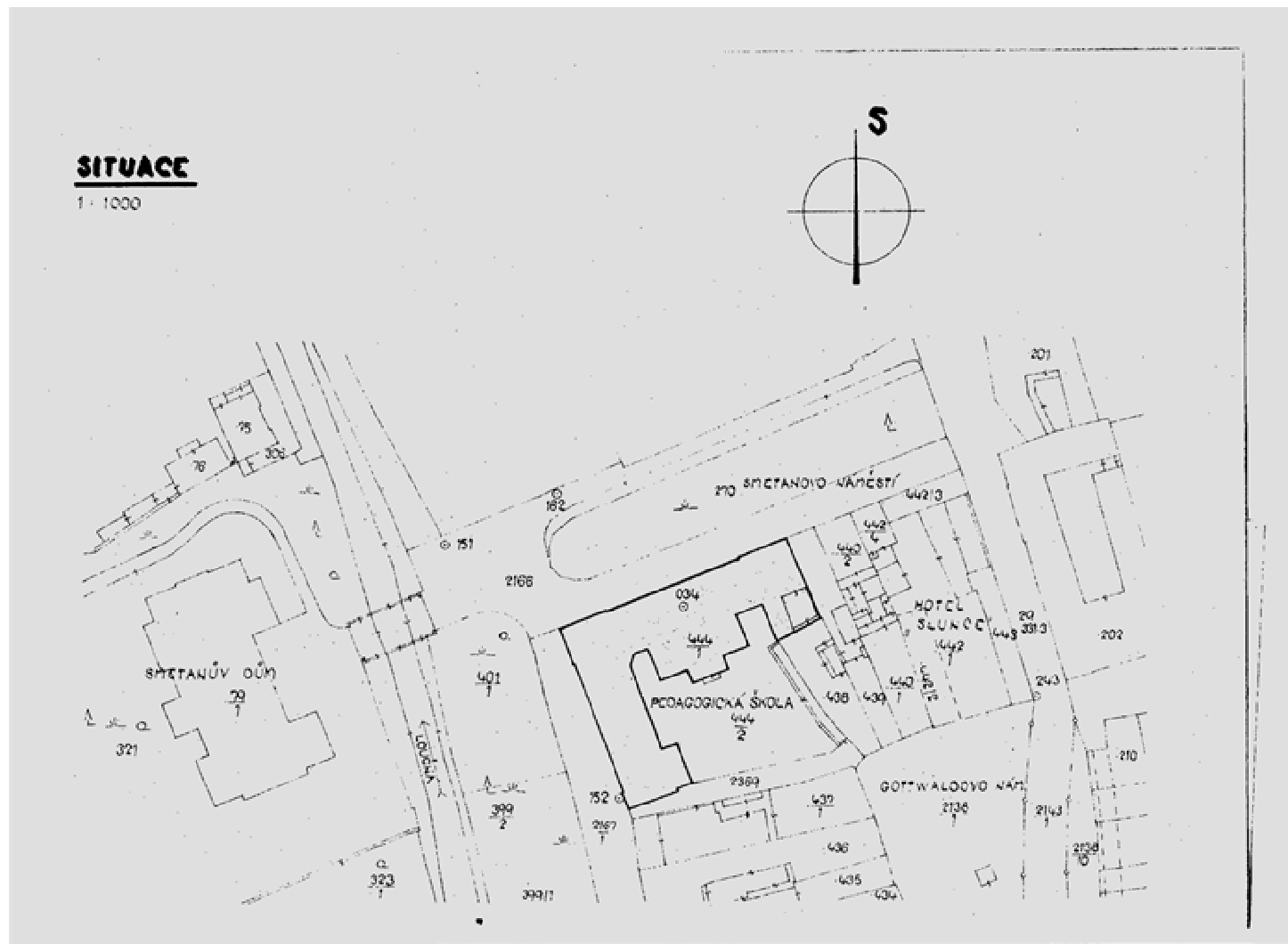
Ubytovací část internátu je postavena na základě upravené varianty konstrukčního systému T06-B. Podlahy 1. NP s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby, PVC nebo betonové mazaniny (pouze 15,7 m²) obsahují základní podkladní vrstvy 100 mm šterku a 150 mm škváry, 150 mm základového betonu, hydroizolaci, 40 mm polystyrenu, 40 až 56 mm betonu povrchové vrstvy podlahy.

Štítové zdi jsou tvořeny panely tl. 200 mm s vápennou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany, z vnější strany obezděnými zdívem CDm tl. 240 mm s vápennocementovou omítkou z vnější strany. Neprůsvitné konstrukce podélných obvodových zdí tvoří v 1. NP zdivo z plynosilikátů tl. 400 mm, s vnitřní vápennou omítkou tl. 20 mm a vnější vápennocementovou omítkou tl. 30 mm a keramickým

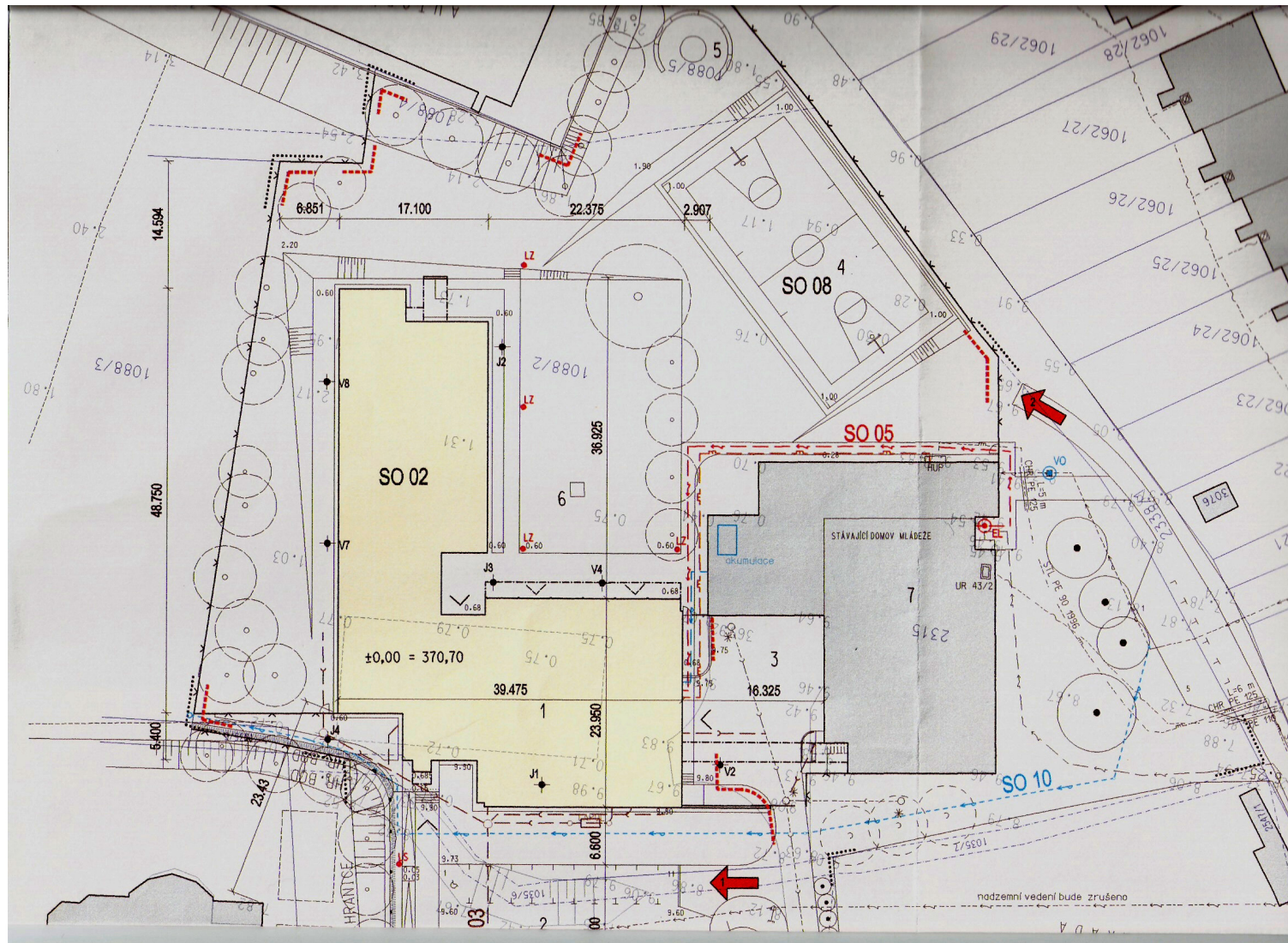




Situační plán – budova školy



Situační plán – budovy internátů I. a II.



obkladem. Neprůsvitné konstrukce podélných obvodových zdí v 2. až 4. NP (k balkónům) jsou tvořeny výplňovým zdivem z dutých cihel tl. 140 mm (~ Pk DC 140 mm) – $U_p = 1,86 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, nadpražními „vybíjecími“ panely – $U_p = 1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a parapetními panely $U_p = 1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, vše s vápennými omítkami tl. 20 mm z vnitřní strany a vápennocementovými omítkami tl. 30 z vnější strany (součinitele U_p jsou uvedeny pro celé stavební konstrukce včetně omítek).

Část stropu nad 1. NP, tvořící podlahy balkónů 2. NP, tvoří stropní panel tl. 130 mm, hydroizolace (IPA) a cementový potěr, strop nad 4. NP pod plochou střechou tvoří stropní panely tl. 130 mm, opatřené z vnitřní strany vápennou omítkou tl. 20 mm, na panelech je položena 1 vrstva živičné hydroizolace (IPA 400 SH) a rohože z minerální vaty tl. 120 mm.

Průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy jsou tvořeny dřevěnými zdvojenými okny se 2 skly, opotřebenými a velmi netěsnými a dřevěnými balkónovými dveřmi se 2 skly.

Svislé neprůsvitné konstrukce vůči exteriéru hospodářské části budovy internátu I. tvoří zdivo CDm tl. 240 mm s vnitřní vápennou (tl. 20 mm) a vnější vápennocementovou omítkou (tl. 30 mm), podlahy s keramickou dlažbou jsou stejné konstrukční skladby jako u ubytovací části budovy, podlahy s betonovou mazaninou v kotelně a nevytápěných skladech jsou bez tepelné izolace. Svislé zdivo v kotelně vůči zemině je betonové tl. 400 mm, z vnitřní strany s vápennou omítkou, z vnější strany s 2 vrstvami živičné hydroizolace a s obezdívkou z plných cihel tl. 150 mm a šterkovým obsypem. Strop nad hospodářskou částí budovy internátu I. je stejného složení jako strop nad ubytovací částí.

Budova internátu II.

Podzemní podlaží budovy internátu II. tvoří v půdorysném tvaru 3 obdélníky.

První a největší z nich se nachází pod varnou, sklady a celým technickým zázemím kuchyně a je vymezen severní obvodovou zdí části A budovy internátu II., východní obvodovou zdí, vnitřní zdí oddělující prostor kuchyně včetně jejího zázemí a jídelny a vnitřní zdí mezi přístupovou chodbou do jídelny a recepcí. Podél vnitřní zdi oddělující v 1. NP jídelnu a varnu je vedena po celé délce 1. části PP chodba, na niž směrem k severní obvodové zdi navazují jednotlivé místnosti – strojovna

vzduchotechniky, chodbička k dílně a dílna, šatna a sociální zařízení, cvičebna fitness a dále již sklady.

Druhá část PP se nachází pod prostorem recepcce, je v ní instalována teplovodní kotelna na zemní plyn, šatna a sociální zařízení údržby.

Třetí část PP orientovaná směrem k ubytovací části B budovy internátu je z části pod sálem, z části pod chodbou za recepcí. Do této části PP sestupuje schodiště z 1. NP, pod částí schodiště je sociální zařízení, na schodiště navazuje hlavní chodba PP, z chodby u schodiště se vstupuje východním směrem do hudebny a klubovny.

V hospodářské části A budovy internátu II. je při severovýchodním rohu budovy hlavní vchod, na nějž navazuje recepce a vstupní hala, uprostřed jejíž západní zdi je sociální zařízení pro veřejnost. V západní zdi vstupní haly jsou instalovány dveře do jídelny, dveře do chodby, na niž navazuje prostor kuchyně s celým jejím zázemím.

Z východní zdi vstupní haly se vstupuje do poslechového sálu (klubovny), jižní zeď recepcce navazuje v 1. NP na část B – ubytovací – internátu II.

V 2. a 3. NP v části A budovy jsou pokoje pro ubytování, každý s vlastním sociálním zařízením, okna a balkonové dveře pokojů jsou v jižní obvodové zdi budovy. Na severní straně 2. a 3. NP jsou spojovací chodby, jejichž stěny vůči exteriéru jsou tvořeny velkoplošnými prosklenými stěnami. Ubytovací kapacity jsou i v 2. a 3. NP budovy - části A nad poslechovým sálem.

Středem ubytovací části B budovy internátu 2 je ve všech nadzemních podlažích vedena ve směru podélné osy části B (sever – jih) chodba, z níž se vstupuje do jednotlivých pokojů při východní a západní obvodové zdi budovy, resp. její části B.

Konstrukce podlah 1. PP tvoří základová betonová desky tl. 50 mm, živičná hydroizolace a hutný beton tl. 300 mm, na němž je polystyren EPC tl. 50 mm, plastová izolační folie a skladba podlahy, na níž je 65 až 95 mm betonu a 5 mm betonového potěru nebo cementová malta a keramická dlažba nebo cementová malta a terasová dlažba nebo cementový potěr, lepidlo a linoleum nebo dřevěná podlaha cvičebny fitness.

Podlahy 1. NP vůči zemině tvoří základová betonová deska tl. 350 mm, živičná hydroizolace, polystyren EPS 50 mm, hydroizolační plastová folie, beton tl.

90 mm a skladba podlahy (s nášlapnou vrstvou z marmolea, terasové dlažby nebo vlýsků).

Zdivo PP vůči zemině je z plných cihel tl. 450 mm nebo zd. Porotherm 44 P+D na maltu izolační, nebo betonu různých tloušťek (250 mm, 300 mm a 325 mm), z vnitřní strany s omítkou vápennou tl. 20 mm, z vnější strany s 2 vrstvami živičné hydroizolace a 50 mm polystyrenu.

Neprůsvitné svislé konstrukce venkovního pláště budovy vůči exteriéru jsou tvořeny zdivem Porotherm 44 P+D na maltu izolační ($U_p = 0,32 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), zdivem sendvičovým 2 ($U_p = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), zdivem sendvičovým 3 ($U_p = 0,28 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), zdivem sendvičovým Porotherm 24 a CP1 ($U_p = 1,04 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), zdivem Porotherm 250 na maltu izolační ($U_p = 1,19 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), Porotherm 300 ($U_p = 0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), vše zpravidla s vnitřní vápennou omítkou tl. 20 mm a vnější vápennocementovou tl. 30 mm.

Průsvitné svislé konstrukce venkovního pláště budovy vůči exteriéru jsou tvořeny dřevěnými zdvojenými okny s izolačním dvojsklem ($U_w = 1,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), prosklenými fasádami se zasklením izolačním dvojsklem ($U_w = 1,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), dveřmi s kovovými rámy, tepelně izolovanými ($U_w = 1,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Stropy vůči exteriéru jsou tvořeny stropními panely tl. 220 mm, Orsilem tl. 160 mm, hydroizolací ze živičných pásů (1 vrstva), hydroizolací z plastových pásů a vrstvou oblázků tl. 50 mm nebo betonovými deskami tl. 180 mm, Orsilem tl. 160 mm, nad nímž je vzduchová mezera, bednění z prken tl. 25 mm a 2 vrstvy Bitagitu R.

2.2. Popis energetické části předmětu energetického auditu

2.2.1 Energetické zdroje a rozvody v kotelnách K1, K2 a K3

Energetickými zdroji předmětu energetického auditu jsou 3 teplovodní kotelny na zemní plyn, vyrábějící teplo pro vytápění a ohřev TV pro budovu školy (dále kotelna K1) a vyrábějící teplo pro vytápění a ohřev TV pro budovu internátu I. (dále kotelna K2) a teplo pro vytápění, vzduchotechniku a ohřev TV v budově internátu II.(dále kotelna K3).

Kotelna K1

V teplovodní kotelně K1 zřízené v 1. PP budovy školy jsou instalovány pro vytápění 3 kotle na zemní plyn, 1 kotel Viadrus G 100E (1998), 1 kotel Viadrus G 100 I (1998) a 1 kotel LUMEX – 200 (1993). Pro ohřev teplé vody (především na období mimo topnou sezonu) je instalován kotel DAKON 30 EKO.

Jednotlivými potrubími od kotlů je kotlová voda přiváděna do sběrného potrubí, kterým je vedena do vyrovnávače hydraulických tlaků – anuloidu, z anuloidu je topná voda vedena potrubím DN 125 na rozdělovač DN 200. Z rozdělovače je vyvedeno celkem 7 hrdel, DN 40 pro vytápění kotelny, DN 65 pro topnou větev č. 1 - ÚT učebny I, DN 65 pro topnou větev č.2 – ÚT učebny II, DN 50 pro topnou větev č. 3 – ÚT chodby, DN 50 pro topnou větev č. 4 - tzv. přístavba, učebny III. + chodby, topná větev č. 5 DN 65 – učebny III. a DN 40 pro ohřev TV. Na topných větvích č.1 až č.5 jsou instalovány nad rozdělovačem trojcestné směšovací ventily, prostřednictvím nichž má být prováděna ekvitermní regulace teploty topné vody přimícháváním ochlazené vody ze zpátečky. M+R technika je však nefunkční, podle vizuální kontroly technického stavu bude třeba trojcestné ventily vyměnit za nové.

K potrubí DN 40 spojující rozdělovač a vytápěcí vložky bylo paralelně připojeno potrubí od kotle Dakon 30, stávající potrubí pro ohřev TV je nad rozdělovačem uzavřeno, tímto způsobem je prakticky již oddělen okruh ÚT a okruh ohřevu TV.

Z kotelny je 1. topná větev DN 65 vedena pod stropem, podél vnější obvodové zdi do učeben I, další topné větve jsou vedeny z kotelny pod stropem PP do chodby.

Provozovatel konstatuje častou poruchovost kotlů, zejména kotle LUMEX.

Kotelna K2

V kotelně pro vytápění internátu I. (K2) byly v rámci plynofikace realizované v roce 1996 nahrazeny 2 původní kotle VSB IV na pevná paliva 2 teplovodními stacionárními kotli Vaillant VK-132/3-2EU.

Od kotlů je topná voda vedena potrubími DN 80 ke stropu kotelny, pod stropem nad rozdělovač a dolů do čela rozdělovače DN 150. Na rozdělovači DN 150 jsou navařena hrdla, DN 65 pro vytápění východní strany budovy internátu I., DN 65 pro vytápění západní strany budovy internátu I., DN 65 pro ohřev TV – potrubí

k topné vložce OVS 21 - 4 m³ a potrubí DN 25 pro vytápění vestibulu a skladů hospodářské části budovy.

Zpětná potrubí ÚT jsou vedena do kotelny souběžně s topnými potrubími, od stropu klesají do sběrače. Na potrubí východní topné větve je instalován trojcestný směšovací ventil, jímž by měla být realizována ekvitermní regulace teploty topné vody pro východní topnou větev (přimícháváním ochlazené vody ze zpátečky), zatímco západní topná větev, zabezpečující vytápění západní strany budovy s osluněním prakticky po celé odpoledne a podvečer je bez ekvitermní regulace. Základní ekvitermní regulace na zdroji je instalována v jednom z kotlů. Ze sběrače, do něž je přiváděna ochlazená voda ze systému ÚT i od boileru, je tato voda přiváděna na oběhové čerpadlo a z čerpadla zpět do kotlů.

Kotelna K3

V kotelně internátu II. (K3) jsou instalovány 3 kotle Vaillant VK – 156/7-2E. Z kotlů je topná voda vedena na hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, kterým je oddělen primární okruh (kotlový) od sekundárního odběratelského okruhu.

Z vyrovnávače tlaků je topná voda vedena na sdružený rozdělovač a sběrač topné vody DN 2 x 150, k němuž jsou připojeny jednotlivé topné větve, topná větve č.1 - DN 50 - ÚT kuchyně, větve č.2 - DN 50 - ÚT pokoje jih a sever, větve č.3 - DN 50 – VZD jednotka kuchyně, větve č.4 - DN 50 - VZD jednotka jídelna a fitness, větve č.5 - DN 40 – ohřev TV I. , větve č.6 - DN 40 - ohřev TV II., větve č.7 - DN 50 - ÚT jídelna, větve č.8 - DN 50 - ÚT pokoje západ, větve č.9 - DN 50 - ÚT pokoje východ.

Na topných větvích č. 1,2,7,8 a 9 jsou instalovány trojcestné směšovací ventily, prostřednictvím nichž je realizována ekvitermní regulace teploty topné vody v závislosti na venkovní teplotě (přimícháváním ochlazené vody ze zpátečky do topné vody), u topných větví č. 3 a 4 je prostřednictvím instalovaných trojcestných směšovacích ventilů realizována ekvitermní regulace teploty topné vody v závislosti na teplotě vzduchu na výstupu ze vzduchotechnických jednotek.

Topnými větvemi č. 5 a 6 je přiváděna topná voda o teplotě 85 °C k boilerům, na potrubích jsou elektrozavírací kohouty, prostřednictvím nichž M+R technika uzavírá přívod tepla do boilerů, je-li teplota TV rovna 55 °C.

Vratná voda z jednotlivých větví je svedena do sběrače vratné vody, z něho je vedena do vyrovnávače dynamických tlaků a dále do kotlů.

2.2.2 Ohřev TV

Ohřev teplé vody je ve všech třech kotelnách realizován v nepřímotopných akumulčních zásobnících.

V kotelně K1 v 1. PP budovy školy jsou instalovány dva stojaté akumulční zásobníkové ohříváky TV OVS 21 – 2 x 1.000 l, do jejichž topných vložek je přiváděna topná voda potrubím DN 40 z kotle Dakon 30 EKO. Při havárii tohoto kotle lze topnou vodu do topné vložky přivádět potrubím DN 40 z hlavního rozdělovače v kotelně.

V kotelně K2 v hospodářské budově internátu I. je instalován akumulční zásobníkový ohřívák TV – boiler OVS 21 - 4000 l s měděnou topnou vložkou 10 m², do které je topná voda přiváděna z rozdělovače DN 150 samostatným potrubím DN 65.

V kotelně K3 jsou instalovány dva zásobníkové ohříváky TV - Vaillant VIH 500 (2 x 500 l), k nimž je přiváděna topná voda samostatnými potrubími DN 40 – topné větve č. 5 a č. 6, připojené k rozdělovači DN 150.

Na každém z potrubí přivádějícího topnou vodu k zásobníkovým ohřívákům teplé vody je instalováno mezi ohřívákem a sběračem oběhové čerpadlo, z topných vložek ohříváků je ochlazená topná voda vedena potrubím dimenze totožné jako u potrubí mezi rozdělovačem a ohřívákem, resp. ohříváky, do sběrače.

Regulace teploty TV je realizována prostřednictvím M+R techniky tím způsobem, že při dosažení nastavené teploty TV (55 až 60 °C) je vypnuto oběhové čerpadlo na potrubí, přivádějící topnou vodu do topných vložek ohříváků.

2.2.3 Zabezpečovací zařízení

Vytápěcí systém v budově školy je zabezpečen otevřenou expanzní nádobou o objemu 1,35 m³, instalovanou na půdě. Expanzní potrubí od každého z kotlů je na straně topné vody připojeno na hlavní expanzní potrubí DN 65 vedoucí k expanzní

nádobě, z expanzní nádoby je zpět ke kotlům vedeno expanzní potrubí DN50. Nepřekročení maximální teploty topné vody je zabezpečeno termostaty na kotlích, další zabezpečení mělo být realizováno prostřednictvím M+R techniky. U každého kotle v kotelně K1 jsou osazeny na přívodním i vratném potrubí uzavírací armatury DN 65. Před těmito armaturami jsou na přívodním i vratném potrubí vysazeny odbočky DN 25, které jsou připojeny do expanzních potrubí, vedoucích k otevřené expanzní nádobě o objemu 0,43 m³, instalované na půdě. Od kotlů k expanzní nádobě je instalováno expanzní potrubí DN 50, z expanzní nádoby do kotlů DN 40. Expanzní nádoba i expanzní potrubí jsou izolovány.

Vytápěcí systém kotelny K2 v budově internátu I. je zabezpečen stojatou uzavřenou expanzní nádobou VSc 12, 1 m³ s cizím zdrojem přetlaku, tj. kompresory. Kotle jsou s expanzní nádobou spojeny neuzavíratelnými expanzními potrubími DN 50, která jsou zaústěna do hlavního expanzního potrubí DN 70 vedoucího k expanzní nádobě. Na tomto hlavním expanzním potrubí je instalován pojistný ventil s nastaveným otevíracím přetlakem 0,28 MPa. Překročení maximální teploty topné vody je zabezpečeno termostaty na kotlích, další zabezpečovací funkce realizuje instalovaná M+R technika.

V kotelně K3 internátu II. je každý kotel jištěn pojistným ventilem s otevíracím přetlakem 0,25 MPa, osazeným na výstupním potrubí topné vody za kotlem. V místě instalace pojistného ventilu je osazen manometr a čidlo pro hlídání havarijních stavů - tj. překročení maximální teploty na výstupu z kotle, pokles či překročení povoleného tlaku. Vytápěcí systém je zabezpečen 3 uzavřenými tlakovými nádobami s membránou expanzomat o objemu 3 x 320 l.

2.2.4 Identifikační údaje instalovaných kotlů

Kotelna K1:

1 ks Viadrus G 100 E o jmenovitém výkonu 120 kW
v.č. : 427712 – rok výroby 1998

1 ks Viadrus G 100 I o jmenovitém výkonu 120 kW
v.č. : 416382 – vše výroby 1998

1 ks Lumex 200 o jmenovitém výkonu 200 kW

v.č. : 306529 – rok výroby 1994

1 ks DAKON 30 EKO o jmenovitém výkonu 30 kW

v.č. a rok výroby nezjištěno

Kotelna K2:

2 ks Vaillant VK – 132/3-2EU o jmenovitém výkonu 130,5 kW

v.č. : 30141838 a 30141857 – oba rok výroby 1996

Kotelna K3:

3 ks Vaillant VK – 156/7-2E o jmenovitém výkonu 154 kW

v.č. : 020030150564, 02003017250020050724 a 0200301725002005694

rok výroby – vše 2003

2.2.5 Základní technické parametry kotlů

V základní technické dokumentaci stacionárních teplovodních kotlů na zemní plyn Viadrus G 100 E (I) jsou uvedeny následující výkonové parametry:

jmenovitý výkon kotle

Viadrus G 100 E (I)120 kW

jmenovitý příkon plynu : 13,9 m³_N/hod

Garantované parametry kotlů typové řady Viadrus G 100 E (I):

požadovaná min. výhřevnost :34,33 MJ/ m³_N

účinnost při jmenovitém výkonu: 91 %

druh plynu : zemní plyn

maximální teplota vody:85 °C

provozní přetlak tlak vody : 0,4 MPa

V základní technické dokumentaci stacionárních teplovodních kotlů na zemní plyn Dakon 30 ECO jsou uvedeny následující výkonové parametry:

jmenovitý výkon kotle

Dakon 30ECO..... 30 kW

jmenovitý příkon plynu : 3,7 m³_N/ hod

Garantované parametry kotlů typové řady Dakon 30 ECO:

požadovaná min. výhřevnost : 34,33 MJ/ m³_N

účinnost při jmenovitém výkonu: 90 - 92 %

druh plynu : zemní plyn

maximální teplota vody: 90 °C

provozní přetlak tlak vody :..... 0,4 MPa

V základní technické dokumentaci stacionárních teplovodních kotlů na zemní plyn LUMEX 200 jsou uvedeny následující výkonové parametry:

jmenovitý výkon kotle

LUMEX 200 200 kW

jmenovitý příkon plynu : 23,9 m³_N/ hod

Garantované parametry kotlů typové řady Lumex 200::

požadovaná min. výhřevnost : 34,33 MJ/ m³_N

účinnost při jmenovitém výkonu: 88 - 90 %

druh plynu : zemní plyn

maximální teplota vody: 90 °C

provozní přetlak tlak vody :..... 0,4 MPa

V základní technické dokumentaci stacionárních teplovodních kotlů na zemní plyn Vaillant VK – 132/3-2EU jsou uvedeny následující výkonové parametry:

jmenovitý výkon kotle

Vaillant VK – 132/3-2EU 130,5 kW

jmenovitý příkon plynu : 15,1 m³_N/ hod

Garantované parametry kotlů typové řady Vaillant VK – 132/3:

požadovaná min. výhřevnost : 34,33 MJ/ m³_N

účinnost při jmenovitém výkonu: 91 %

druh plynu : zemní plyn

maximální teplota vody: 110 °C

provozní přetlak tlak vody : 0,3 MPa

V základní technické dokumentaci stacionárních teplovodních kotlů na zemní plyn Vaillant VK – 156/7-2E jsou uvedeny následující výkonové parametry:

jmenovitý výkon kotle

Vaillant VK – 156/7-2E 154 kW

jmenovitý příkon plynu : 17,8 m³_N/ hod

Garantované parametry kotlů typové řady Vaillant VK – 156/7-2E :

požadovaná min. výhřevnost : 34,33 MJ/ m³_N

účinnost při jmenovitém výkonu: 91 %

druh plynu : zemní plyn

maximální teplota vody: 110 °C

provozní přetlak tlak vody : 0,3 MPa

2.2.6 Izolace na rozvodech v kotelnách

Izolace rozvodů ÚT a okruhu ohřevu TV jsou v kotelně K1 provedeny izolací TUBEX, tl. izolační vrstvy 10 až 20 mm, armatury nejsou v kotelně K1 izolovány.

Izolace rozvodů ÚT a okruhu ohřevu TV jsou v kotelně K2 provedeny minerální vatou, tl. izolační vrstvy 30 až 50 mm s obalem z Al nebo PVC folie , armatury nejsou v kotelně K2 izolovány.

Izolace rozvodů ÚT a okruhu ohřevu TV jsou v kotelně K3 jsou na potrubích provedeny z polyetylenu TUBEX tl. 10 až 20 mm, izolace rozdělovače, sběrače a vyrovnávače hydraulických tlaků je provedena z Mirelonu o tl. izolační vrstvy 60 mm.

2.2.7 Vzduchotechnika

Větrání budovy školy je přirozené, infiltrací a významnější vzduchotechnická zařízení nejsou v budově školy instalována.

Větrání budovy internátu I. je taktéž přirozené, pouze ze sociálních zařízení, která nemají možnost přirozeného větrání, je prováděno podtlakové odvětrání ZVD potrubím procházejícím instalační šachtou s výfukem nad střechu, kde je na šachtách instalováno celkem 13 ks odsávacích ventilátorů. Ventilátory jsou uváděny do provozu ručně, vždy pouze na omezený časový úsek.

Větrání budovy internátu II. je v ubytovacích prostorech, kromě sociálních zařízení, přirozené, v kuchyni, jídelně a fitness cvičebně rovnotlaké.

Množství vzduchu pro větrání kuchyně bylo stanoveno podle vnitřní tepelné, vlhkostní a pachové zátěže na 15.000 m³/ hod. Pro zajištění větrání je použita vzduchotechnická jednotka KLM 16 – Janka, a.s. Radotín, která je instalována v 1. PP. Tato jednotka zabezpečuje filtraci vzduchu, v zimě ohřev vzduchu, rekuperaci tepla na deskovém výměníku a je vybavena letním obtokem vzduchu. Instalovaný ohřívač byl dimenzován na výkon 91 kW při teplotním spádu topné vody 80/60 °C.

Přiváděný vzduch je nasáván cca 1,5 m nad terénem, VZD potrubím je přiváděn k jednotce. Z jednotky je veden VZD potrubím do prostorů kuchyně, do 2 kuchyňských digestoří Atrea –Variant, instalovaných nad varnými centry, z kterých je čerstvý vzduch vyfukován čelními výustky. Doplňkový přívod vzduchu do kuchyně je řešen pomocí půlkruhové zaplavovací výustě se štěrbinou pro ofuk okenních otvorů.

Z kuchyně je znečištěný vzduch odsáván stejnými digestořemi a digestoří nad Konvektomatem. Plechovým potrubím je znečištěný vzduch veden do strojovny VZD, kde je v rekuperačním výměníku ochlazen a poté vyveden šachtou nad střechu objektu.

Vzduchotechnika kuchyně je vybavena vlastní M+R technikou s řídicím systémem Johnson Controls, která kromě jiných funkcí automaticky řídí spotřebu tepla (regulací teploty topné vody vstupující do výměníku), přívodní vzduch je ohříván na konstantní teplotu 20 °C. Instalovaný elektropříkon vzduchotechniky je 20 kW.

Pro větrání jídelny a cvičebny fitness v 1. PP je instalována druhá VZD jednotka, množství vzduchu pro větrání jídelny bylo stanoveno podle vnitřní tepelné zátěže na 6.000 m³ vzduchu / hodinu, pro fitness 2.800 vzduchu / hodinu. Pro zajištění větrání je použita vzduchotechnická jednotka KLM 6 – Janka, a.s. Radotín, která je instalována v 1. PP. Tato jednotka zabezpečuje filtraci vzduchu, v zimě ohřev vzduchu, rekuperaci tepla na deskovém výměníku a je vybavena letním obtokem vzduchu. Instalovaný ohřívač byl dimenzován na výkon 40 kW při teplotním spádu topné vody 80/60 °C.

Přívod vzduchu do jídelny je řešen podlahovými mřížkami, z jídelny je vzduch odváděn před odvodní výustky EMCO G 325, které jsou osazeny ve zdi. Přívod i odvod vzduchu pro fitness je řešen výustkami v podhledu.

Upřednostněno je větrání jídelny, větrá-li se jídelna, nelze větrat fitness. VZD jednotka má vlastní řídicí systém, regulaci Johnson Controls, zabezpečující mimo jiné spouštění a odstavování jednotky ve strojovně a dálkově z jídelny a fitness, ovládání jednotlivých prostor elektoregulačními klapkami v závislosti na provozu větraných místností (při větrání fitness automatické nastavení jednotky na 50 % výkon), zajištění regulace topné vody vstupující do výměníku – ohřívače vzduchu.

Dále je realizováno místní odvětrání z koupelen pokojů, které nemají možnost přirozeného větrání. Odvod vzduchu je v koupelně řešen pomocí nástěnného radiálního ventilátoru, napojeného na odvodní potrubí, které prochází instalační šachtou s výfukem nad střechu budovy.

Z hlediska výpočtu spotřeby tepelné energie na vytápění a větrání je nucená výměna vzduchu, resp. množství větracího vzduchu pro nuceně větraný prostor (místnost), zobrazena a zahrnuta do výpočtu každé z místností – viz protokoly v části 9. tohoto energetického auditu. Rekuperace tepla z odsávaného vzduchu je do výpočtů taktéž zahrnuta, a to ve formě teploty vzduchu za rekuperačním výměníkem, přiváděného na ohřívač vzduchu.

- a) Objem vzduchu v kuchyni: 599,90 m³
 Tok přiváděného vzduchu: 15.000 m³/ hod.
 Teplota vzduchu odsávaného z kuchyně 20 °C
 Průměrná provozní účinnost rekuperace tepla ≥ 65 %

Rekuperace - vzduch/vzduch (rekuperační výkon) :

$$E_{\text{rekuper.}} = V_{\text{předáv.vz}} * \rho_{\text{v.vz.}} * c_{\text{v.vz.}} * (t_{\text{předáv.vz.}} - t_{\text{v.vz.}}) * \eta_{\text{rek}} =$$

$$E_{\text{rekuper}} = 15.000/3600 * 1200 * (20 - (-15)) * 0,65 = \mathbf{113.750 \text{ W}}$$

Teplota vzduchu přiváděného z rekuperačního výměníku na ohřívač θ_{Rek} :

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = -15 + 0,65 * (20 - (-15)) = \mathbf{7,75 \text{ °C}}$$

- b) Objem vzduchu v jídelně: 639,6 m³
 Tok přiváděného vzduchu: 6.000 m³/ hod.
 Teplota vzduchu odsávaného z jídelny 20 °C
 Průměrná provozní účinnost rekuperace tepla ≥ 65 %

Rekuperace - vzduch/vzduch (rekuperační výkon) :

$$E_{\text{rekuper.}} = V_{\text{předáv.vz}} * \rho_{\text{v.vz.}} * c_{\text{v.vz.}} * (t_{\text{předáv.vz.}} - t_{\text{v.vz.}}) * \eta_{\text{rek}} =$$

$$E_{\text{rekuper}} = 6000/3600 * 1200 * (20 - (-15)) * 0,65 = \mathbf{45.500 \text{ W}}$$

Teplota vzduchu přiváděného z rekuperačního výměníku na ohřívač θ_{Rek}

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = -15 + 0,65 * (20 - (-15)) = \mathbf{7,75 \text{ °C}}$$

- c) Objem vzduchu ve fitness:..... 175,33 m³
 Tok přiváděného vzduchu:..... 2.800 m³/ hod.
 Teplota vzduchu odsávaného z kuchyně15 °C
 Průměrná provozní účinnost rekuperace tepla≥ 65%

Rekuperace - vzduch/vzduch (rekuperační výkon) :

$$E_{\text{rekuper.}} = V_{\text{předáv.vz}} * \rho_{\text{v.vz.}} * c_{\text{v.vz.}} * (t_{\text{předáv.vz.}} - t_{\text{v..vz}}) * \eta_{\text{rek}} =$$

$$E_{\text{rekuper}} = 2800/3600 * 1200 * (15 - (-15)) * 0,65 = \mathbf{18.200 \text{ W}}$$

Teplota vzduchu přiváděného z rekuperačního výměníku na ohříváč θ_{Rek}

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = - 15 + 0,65 * (15 - (-15)) = \mathbf{4,5}$$

2.2.8 Regulace a měření

Měření

Celkové množství vyrobeného tepla ani množství ohřáté TUV není ani na jednom ze zdrojů měřeno. Taktéž množství spotřebované elektrické energie a vody není v kotelnách samostatně měřeno.

M+R technika na zdrojích

V kotelně K1 je instalována ekvitermní regulace teploty topné vody na zdroji, doplněná o ekvitermní zónovou regulaci pro každou z topných větví. Regulační technika na zdroji však není dlouhodobě funkční, je mimo provoz a bude třeba realizovat její kompletní obměnu.

V kotelně K2 je ekvitermní regulace teploty topné vody realizována M+R technikou, instalovanou na kotli. Ekvitermní zónová regulace je instalována pouze pro východní, po převážnou dobu dne neosluněnou část budovy.

Kotelna K3 je dostatečně vybavena regulační technikou, zabezpečující i ekvitermní zónovou regulaci teploty topné vody. Vzduchotechnické jednotky jsou navíc vybaveny vlastní M+R technikou.

M+R technika na vytápěcích systémech

Dynamická regulace vytápění, umožňující identifikaci a využití vnitřních a vnějších tepelných zisků, je prostřednictvím regulačních ventilů s termostatickými hlavicemi instalovanými na všech topných tělesech realizována v budově školy a v celé budově internátu II., v budově internátu I. dynamická regulace vytápění realizována není.

2.3 Rozvody energií

2.3.1 Rozvody tepla a teplé vody

Budova školy

Vytápěcí systém budovy školy je konstruován jako teplovodní dvoutrubkový, pro teplotní spád 90/70° C, s 5 hlavními vytápěcími větvemi.

Větví č. 1 DN 65 vedenou pod stropem 1. PP je zabezpečováno vytápění učeben I orientovaných směrem ke Komenskému náměstí.

Větví č. 2 DN 65 vedenou pod stropem 1. PP je zabezpečováno vytápění učeben II orientovaných směrem k Vodním Valům.

Větví č. 3 DN 50 je vytápěna vnitřní část chodeb orientovaných do dvora školy.

Větví č. 4 DN 50 je vytápěna tzv. přístavba, tj. sociální zařízení orientované do dvora školy + 2 učebny.

Větví č. 5 DN 65 jsou vytápěny učebny - sekce III a část chodeb orientovaných do dvora školy.

Hlavní rozvody teplé vody jsou vedeny pod stropem 1. PP a stoupačkami do 1. až 3. NP.

Budova Internátu I.

Východní i západní větev pro vytápění obytné části internátu v DN 65 je z kotelny vedena po podlahu 1.NP.

Po prostupu jižní štítovou zdí obytné části internátu I. pokračuje souběžně východní i západní topná větev topným kanálem v délce cca 2,5 m, poté východní větev odbočuje východním směrem a po 5 m vystupuje pod strop 1. NP. Pod stropem 1.NP je rozvedena ve směru podélné osy obytné části po celé délce budovy, přičemž dimenze horizontálního potrubí je z DN 65 postupně redukována na DN 50, DN 40 až po DN 32 na opačné straně budovy. Z východní větve je připojeno celkem 10 vertikálních potrubí pro vytápění 1. až 4. NP.

Západní topná větev po prostupu jižní štítovou zdí obytné části internátu pokračuje v topném kanálu pod úrovní podlahy 1. NP v délce cca 6,5 m směrem rovnoběžným s podélnou osou budovy, topný kanál s potrubími poté odbočuje k západní obvodové zdi obytné části internátu a podél této zdi je veden až k severní štítové zdi budovy. Potrubí západní topné větve je z dimenze DN 65 postupně redukována na DN 50, DN 40 až na DN 32. Z horizontálního potrubí západní topné větve je vyvedeno celkem 8 vertikálních stoupaček pro vytápění 1. až 4. NP.

Pro vytápění vstupního vestibulu a skladů za kotelnou je z rozdělovače vedeno pod strop 1. NP hospodářské části budovy internátu I. potrubí DN 25, které je nadále pod stropem rozvedeno (a postupně redukováno) nad jednotlivá topná tělesa.

Hlavní rozvody teplé vody jsou vedeny od zásobníkového ohříváku OVS 21 pod stropem kotelny do kanálu ZT vedeného z kotelny do ubytovací části pod podlahou 1. NP, z kanálu ZT jsou napojeny stoupačky TV z 1. NP do 4.NP.

Budova internátu II.

Topná větev č.1 - DN 50 - zabezpečuje vytápění kuchyně a suterénu. Na hranici kotelny je svedena k podlaze, ve strojovně VZD podchází VZD potrubí a

následně je zavedena zpět pod strop 1. PP, pod kterým pokračuje do ostatních suterénních místností. Na větev č. 1 jsou napojena otopná tělesa 1. PP a stoupačkami tělesa v kuchyni a jejím zázemí.

Topná větev č.2 - DN 50 se v kotelně rozděluje do 2 odboček. První z nich je vedena pod stropem kotelny do chodby, z chodby pokračuje do centrální šachty, kterou prochází do 1. NP, kde tvoří pod stropem kuchyně horizontální rozvod, na nějž jsou připojeny stoupačky pro pokoje v 2. a 3. NP. Druhá odbočka je vedena přes strojovnu vzduchotechniky k místům instalačních šachet, z kterých jsou napojena jednotlivá topná tělesa koupelen a chodeb.

Topná větev č. 3 DN 50 je vedena pod stropem kotelny do strojovny VZD, kde je k ní připojen ohřívák vzduchu VZD jednotky pro kuchyň.

Topná větev č.4 DN 50 je vedena pod stropem kotelny do strojovny VZD, kde je k ní připojen ohřívák vzduchu VZD jednotky pro jídelnu a fitness.

Topná větev č.5 DN 40 je vedena kotelnou k ohříváku TV č. 1, topná větev č.6 DN 40 je vedena kotelnou k ohříváku TV č.2.

Topná větev č.7 je z kotelny vedena pod stropem 1. PP přes chodbu a dále je zavedena do podlahy 1. NP v jídelně, kde k potrubí, které pokračuje dále v podlaze, jsou napojeny jednotlivé podlahové konvertory jídelny.

Topná větev č.8 DN 50 je vedena z kotelny pod stropem 1. PP do hyg. zařízení u klubovny, dále pod schodiště a do topného kanálku u západní obvodové zdi. Na potrubí v kanálku jsou napojeny stoupačky pro pokoje a odbočky pro koupelny, které jsou vedeny v instalačních šachtách pokojů. Z těchto rozvodů jsou napojena otopná tělesa v 1., 2. a 3. NP při západní straně budovy.

Topná větev č.9 DN 50 je vedena z kotelny pod stropem 1. PP přes hudebnu dále do klubovny v 1. NP a pokračuje odskokem do topného kanálku v pokojích u východní zdi 1. NP. Na tento rozvod jsou připojeny stoupačky pro pokoje a odbočky pro koupelny, z kterých jsou dále napojena jednotlivá topná tělesa 1., 2. a 3. NP.

V části A budovy internátu II. je teplá voda vedena od ohříváků v kotelně hlavním potrubím DN 80 (DN 50 - souběžné (vratné) cirkulační potrubí) pod stropem 1. PP do chodby 1. PP, kde se rozvětjuje na 2 hlavní větve, a to první DN

65/DN 40 pro zásobování části A budovy internátu (hospodářská) a DN 50/DN 32 pro zásobování ubytovací části B budovy internátu II.

K první větvi pod stropem chodby 1. PP jsou připojeny odbočky horizontálního rozvodu ÚT , které jsou zavedeny do sociálních zařízení v části A 1. NP a z kterých jsou vyvedena vertikální potrubí pro zásobování 1. NP části A budovy a hlavní vertikální potrubí rozvodu TV DN 50/DN 30 pro zásobování 2. a 3. NP ubytovací části nad kuchyní. V 2. NP je TV rozváděna do jednotlivých koupelen horizontálním rozvodem TV, z něhož jsou do 3. NP vyvedeny 3 vertikální odbočky.

Druhá větev pro zásobování ubytovací části B budovy internátu II. je od rozbočení z hlavního potrubí DN 80/DN 50 vedena v DN 65/DN40 pod stropem 1. PP přes sociální zařízení, pod schodištěm a dále stoupá pod strop 1. NP ubytovací části B, kde je potrubí vedeno po celé délce chodby ve žlabu nad podhledem. Z potrubí nad podhledem jsou vyvedeny odbočky k vertikálním potrubím instalovaným v šachtách mezi sousedícími koupelnami. Z vertikálních šachet jsou zásobovány koupelny v 1., 2. i 3. NP budovy. Dimenze potrubí jsou postupně redukovány tak, aby hydraulické poměry v potrubí TV umožňovaly bezporuchové zásobování teplou vodou po celé budově.

Izolace hlavních rozvodů ÚT a TV

V budově školy jsou všechny hlavní horizontální rozvody ÚT i TV izolovány polyetylenovými obaly TUBEX tl. 10 až 15 mm. Západní větev rozvodů ÚT v kotelně K1, vedená pod stropem 1. NP, je v prostoru kotelny i dalších 2 učeben izolována obalem TUBEX tl. izolační vrstvy 15 mm.

V budově internátu I. nebylo vzhledem k vedení rozvodů v kanálech možné izolace zkontrolovat (projektová dokumentace taktéž není k dispozici), na základě podle šetření lze dovodit, že izolace jsou provedeny čedičovou vatou tl. ~30 mm s ochranným obalem.

V budově internátu II. jsou hlavní rozvody ÚT po budovách izolovány v podlahách a zdích Tubexem tl. 10 mm, v kanálcích, v kotelně a volná potrubí Tubexem tl. 20 mm. Cirkulační potrubí TV jsou v celé délce izolována Tubexem tl. 10 mm.

Ostatní údaje

Při zpracování energetického auditu byla pro budovu školy poskytnuta provozovatelem projektová dokumentace ve velmi omezeném rozsahu, k stavební části pouze dílčí výkresy nezobrazující skladbu ani rozměry stavebních konstrukcí, bez rozvodů ÚT a TV, takže velká většina informací byla zjišťována pouze místními šetřeními.

Obdobná situace je i u stavby internátu I., u kterého se však dochovala alespoň část výkresů stavební části a původní dokumentace kotelny. Dokumentace rozvodů ÚT a ZT nebyla k dispozici.

U částí elektro a plynu je vycházeno u obou budov především z revizí, které jsou řádně prováděny, a z místních šetření.

K budově internátu II. byla poskytnuta kompletní projektová dokumentace.

2.3.2 Rozvod zemního plynu

Budova školy

Zemní plyn je do budovy školy přiveden STL přípojkou DN 25 na vnější obvodovou zeď budovy, odkud je veden do plynoměrný. V plynoměrně je na potrubí DN 25 kruhový manometr, filtr a dvojitá regulační řada Alz 6U, z kterých je plyn přiváděn o přetlaku 2,12 kPa a 2 kPa do společného ležatého sběrače DN 100. Ze sběrače DN 100 je plyn veden potrubím DN 100 k plynoměru G-65. Za plynoměrem se NTL plynovod rozděluje 2 odbočkami, a to DN 25 s uzávěrem KK DN 25 a DN 80 s uzávěrem Š DN 80. Z odbočky 1 je svařovaný plynovod DN 25 veden ke kotli DAKON 30. Z odbočky 2 je svařovaný plynovod DN 80 veden nad kotle, kde je rozšířen na akumulární potrubí DN 200, ze kterého jsou provedeny odbočky DN 50 pro 2 kotle Viadrus a pro kotel LUMEX.

Internát I. a II.

Na vnější zeď internátu I. je do větratelného výklenku přivedena STL přípojka DN 25, která je ukončena domovním uzávěrem KK DN 25. Nad uzávěrem je osazena jednoduchá regulační řada Alz – 6U/AB o výstupním přetlaku 2 kPa. Za

regulační řadou je na potrubí DN 65 osazen plynoměr Premagas G-65, průmyslový rozvod plynu je rozšířen na DN 80 a osazen uzavírací klapkou FL 3 DN 80. Za uzavírací klapkou je plyn přiveden průmyslovým rozvodem o DN 65 do kotelny internátu I. za kotle, kde je rozšířen na akumulární potrubí DN 125. Z akumulárního potrubí jsou vyvedeny odbočky DN 40 ke kotlům.

Za plynoměrem v budově internátu I. je plynovod rozšířen na DN 80, za klapkou FL 3 DN 80 je na plynovod navařena odbočka DN 80 pro plynovou kotelnu internátu II. Před vstupem do země je osazena uzavírací klapka FL 3 DN 100, od které je vnější plynovod DN 100 veden zemí, k podlaze 1. PP budovy internátu II. Za prostupem zdi plynovod DN 100 stoupá do výše 1,8 m nad podlahu a pokračuje po konzolách směrem ke kotelně. V 1. PP je z plynovodu DN 100 vyvedena odbočka DN 50 pro kuchyň. V kotelně je plynovod DN 100 rozšířen na akumulární potrubí DN 200, které je vedeno nad kotle a ze kterého jsou navařeny odbočky pro 3 kotle.

Za odbočkou v 1. PP pokračuje plynovod DN 50 do kuchyně v 1. NP, kde jsou připojeny spotřebiče, plynová pánev, 2 ks sporáků, 2 fritézy a gril.

Provozovatel provádí pravidelné revize plynového zařízení, poslední zprávy o revizích plynového zařízení podle vyhl. 85/78 ČUBP pro budovu internátu I. z roku 2002, pro budovu internátu II. z roku 2004. Zprávy zpracoval a revize provedl Jan Kubový, revizní technik ev.č. osvědčení : 0911/6/03/R-PZ-F,G.

2.3.3. Rozvod elektrické energie

Budova školy

Přívod elektřiny pro budovu školy na Komenského náměstí č. 22 je proveden z RIS kabelem AYKY 4x35/3xPHO/100 A do Re skříňové rozvodnice (výr. Průmyslový kombinát Dačice) instalované na chodbě v 1. NP budovy. V RE rozvodnici je osazeno přímé měření spotřeby elektřiny a hlavní vypínač pro školu, 2 x rezerva a jistič pro kantýnu. Z rozvodnice RE je připojena oceloplechová rozvodnice (výrobce Kovovýroba Česká Třebová) RH, obsahující světelnou část obvodů a motorovou část obvodů. K rozvodnici RH (světelné části obvodů) jsou připojeny oceloplechová rozvodnice RSM1, instalovaná ve zdi na chodbě v 1. NP, ke které jsou připojeny světelné a zásuvkové obvody 1. NP, oceloplechová

rozvodnice RSM2, instalovaná ve zdi levého křídla budovy na chodbě, ke které jsou připojeny zásuvkové a světelné obvody 2. NP a oceloplechová rozvodnice RSM3, instalovaná ve zdi na chodbě 3. NP, ke které jsou připojeny světelné a zásuvkové obvody 3. NP.

Z rozvodnice RSM1 je připojena oceloplechová rozvodnice RT v tělocvičně pro světelné obvody a zásuvky 230 V. Z rozvodnice RSM 2 jsou připojeny rozvodnice RV5 a RV4 pro zásuvkové obvody 2. NP. Z rozvodnice RSM3 je připojena rozvodnice RP1 pro světelné a zásuvkové obvody půdy.

Z rozvodnice RH je připojena oceloplechová rozvodnice R.SUT1, k níž jsou připojeny světelné obvody 1. PP (levé křídlo budovy) a také rozvodnice R.SUT2, k níž jsou připojeny zásuvkové obvody 1. PP (pravé křídlo budovy). Z rozvodnice R.SUT 1 je připojena rozvodnice R.SUT3 pro zásuvkové a světelné obvody 1. PP (levé křídlo) , z rozvodnice R.SUT2 je připojena rozvodnice R.SUT44 pro zásuvkové obvody pravého křídla 1. PP.

Pro motorové obvody jsou z rozvodnice RH připojeny R.SUT2 – chodba suterénu, RSM2 – chodba 2.NP, RSM1 a RSM3 – chodby 1. a 3. NP a R.SUT1 – chodba 1. PP.

Osvětlení je provedeno v učebnách i kancelářích a kabinetech zářivkovými svítidly.

Instalováno spotřebičů	počet	příkon kW (kVA)
Motorů, svářeček apod.	31	40
Tepelných spotřebičů (i přenosných)	7	17
Zářiv., výboj.a žár. svítidel celkem	582	59
Jiné spotřebiče (kotle)	10	10
Celkem instalováno		126

Provozovatel provádí pravidelné revize elektrického zařízení, v rámci podkladů pro zpracování energetického auditu předložil zprávy o revizi elektrického zařízení z ledna 2003, provedené revizním technikem Vladimírem Havranem, ev.č. 890/8.00/88-I-E2-A. Drobné závady zjištěné na elektrických zařízeních jsou průběžně odstraňovány.

Budova internátu I.

Napájení budovy je provedeno z RE internátu II. AYKY 4x95/J2RU/120A do RE – 2. pole v samostatné místnosti v 1. NP. Rozvodnice RE/RH je oceloplechová, skříňová, o 3 polích, výrobce Energetické strojírny Brno.

V 1. poli je hlavní vyp. LSN / 25 A pro byt a LSN/32 pro ATS. V 2. poli je vyp. J2RU51A/120A pro internát a k druhému poli je připojen rozvaděč RTs pro ATS, rozvaděč RK pro kotelnu a oceloplechová rozvodnice JOPII, umístěná v 1. NP na zdi schodiště (výr. Stavokonstrukce Luby), ke které jsou připojeny rozvodnice JOPII (výrobce Stavokonstrukce Luby) pro napájení elektrických obvodů 2. NP, k té je připojena rozvodnice JOPII – 3. NP, výrobce stejný, jsou k němu připojeny elektrické obvody 3. NP, k JOPII v 3. NP je připojena JOPII v 4. NP, ke které jsou připojeny elektrické obvody 4. NP.

Elektrická instalace je provedena vodiči CYKY/AYKY/AYKYL/CYKYL pod omítkou a na kabelových lávkách.

Osvětlení budovy internátu I. je ve společných prostorech zářivkovými svítidly, na pokojích jsou převážně svítidla s klasickými žárovkovými zdroji světla.

Instalováno spotřebičů	počet	příkon kW (kVA)
Motorů, svářeček apod.	20	26
Tepelných spotřebičů (i přenosných)	0	0
Zářiv., výboj.a žár. svítidel celkem	255	26
Jiné spotřebiče (kotle)	10	8
Celkem instalováno		60

Provozovatel provádí pravidelné revize elektrického zařízení, v rámci podkladů pro zpracování energetického auditu předložil zprávy o revizi elektrického zařízení z ledna 2003, provedené revizním technikem Vladimírem Havranem, ev.č. 890/8.00/88-I-E2-A. Drobné závady zjištěné na elektrických zařízeních jsou průběžně odstraňovány.

Budova internátu II.

Hlavní přívod elektřiny do budovy internátu II. je proveden přípojkou se 2 kabely AYKY 3x240+120mm, která je zavedena do přívodního pole hlavního skříňového rozvaděče R01 o 3 polích, na hlavní jistič před měřením.

Vývody rozvaděče R01 1. pole – přívodní : VL10/3/6A se sign. pro měření, VL22/3/100A přepěťová ochrana VFB-2, PNOO/160 AYKY 3x95+50 mm do hlavního rozvaděče budovy internátu I.

Vývody rozvaděče R01 2. pole soustřeďuje napájení podružných rozvaděčů a elektrických obvodů, 3. pole slouží k napájení elektrických obvodů jídelny a kuchyně včetně příslušenství.

K R01 – 2 . poli jsou připojeny tyto hlavní podružné rozvaděče: R02 – vzduchotechnika, R 03 – kotelna, R 04 – výtah, R 05 – výtah, R 1.1 – elektrické obvody 1. NP, R 2.1 - elektrické obvody 2. NP, R 3.1 – elektrické obvody 3. NP.

K 3. poli jsou připojeny spotřebiče v kuchyni – 2 varné kotle, 2 trouby á 5 kW, konvektomat 38 kW, 2 elektrické kotle á 12 kW, hnětač 5,8 kW, myčka 13,1 kW a menší spotřebiče (kutr, dělička, škrabka brambor atd.).

Rozvody elektřiny po budově internátu II. jsou provedeny vodiči CYKYL nebo CYKY, pod omítkou nebo v kabelových žlabech, ve varně v ocelových elektroinstalačních trubkách nebo v tuhých plastových trubkách.

Osvětlení je provedeno svítidly převážně s nízkoenergetickými úspornými zářivkami, v koupelnách a předsíních pokojů jsou svítidla žárovková.

	Instalovaný výkon P_i (kW)	Výpočtový výkon P_p (kW)
Umělé osvětlení	45	30
Technologie	133	90
Teplá voda a topení	12	10
VZD	33	30
Celkem	223	160

Provozovatel má k dispozici výchozí revize elektrického zařízení z dubna 2003, provedené revizním technikem Miroslave Šmídem, ev.č. 476/8.00/83-EZ-I-E-A.

Provozovatel má k dispozici úplnou projektovou dokumentaci, část elektro.

2.3.4 Osvětlení

Osvětlení budovy školy je ve společných prostorech (chodby, šatny apod.), učebnách i kabinetech provedeno osvětlovacími tělesy se zářivkovými trubicemi, žárovková svítidla jsou použita výjimečně v prostorech s krátkodobým pobytem osob nebo jako bodová.

Vzhledem k obvyklé provozní době budov jsou instalované osvětlovací soustavy, pokud je osvětlení zapnuto, používány převážně jako sdružené s denním světlem, pouze v zimních měsících v ranních hodinách jako osvětlení noční.

Autorizované měření intenzity osvětlení jednotlivých prostorů provozovatel při zpracování energetického auditu nemá k dispozici.

Osvětlení budovy internátu I. je ve společných prostorech provedeno osvětlovacími tělesy se zářivkovými trubicemi, v předsíních, sociálních zařízeních a pokojích jsou žárovková svítidla

Vzhledem k obvyklé provozní době budovy internátu I. jsou instalované osvětlovací soustavy používány jako sdružené s denním světlem i jako noční osvětlení bez vlivu denního světla.

Autorizované měření intenzity osvětlení jednotlivých prostorů provozovatel při zpracování energetického auditu nemá k dispozici.

Osvětlení budovy internátu II. je převážně provedeno osvětlovacími tělesy s energeticky úspornými zdroji světla, v předsíních a sociálních zařízeních pokojů jsou žárovková svítidla.

Kryty na osvětlovacích tělesech jsou dle údajů provozovatele průběžně čištěny, stejně jako skla v oknech. Při místním šetření nebylo u budovy školy ani u budov internátů shledáno nadměrné znečištění krytů osvětlovacích těles či nadměrné znečištění oken, v důsledku něhož by byla snížena intenzita procházejícího světla.

2.4. Energetické vstupy a výstupy

2.4.1 Energetické vstupy

2.4.1.1 Nakupované množství elektrické energie za roky 2002, 2003 a 2004

Elektřinu dodával na základě odběratelských smluv dodavatel Východočeská energetika, a.s Hradec Králové. Elektřina je dodávána do dvou odběrných míst – budova školy a budovy internátů (1 měření v R01 v internátu II.) se samostatným měřením. U odběrů nejsou stanovena žádná maxima.

Fakturované ceny za nakupovanou elektřinu v letech 2002 až 2004 odpovídaly ceníkům dodavatele. Uvedené ceny elektřiny a stálého platu jsou včetně DPH.

V následující tabulce jsou uvedeny absolutní hodnoty spotřeb elektřiny za jednotlivá období dle předložených faktur za roky 2002, 2003 a 2004.

Škola				
	Spotřeba	Spotřeba	Stálé platy	Σ
Období	(kWh)	(Kč)	(Kč)	Kč
01.01.02-27.06.02	30 872	107 743,28	3 180,00	110 923,28
27.06.02-01.01.03	37 219	129 894,31	3 180,00	133 074,31
Σ 2002	68 091	237 637,59	6 360,00	243 997,59
01.01.03-18.04.03	21 183	70 327,56	2 160,00	72 487,56
18.04.03-08.07.03	11 180	37 117,60	1 350,00	38 467,60
08.07.03-31.12.03	32 214	106 950,48	4 050,00	111 000,48
Σ 2003	64 577	214 395,64	7 560,00	221 955,64
01.01.04-01.05.04	22 022	75 095,02	3 240,00	78 335,02
01.05.04-28.06.04	10 556	35 151,48	1 464,00	36 615,48
29.06.04-31.12.04	34 799	115 881,34	4 392,00	120 273,34
Σ 2004	67 377	226 127,84	9 096,00	235 223,84

Internáty I. + II.				
	Spotřeba	Spotřeba	Stálé platy	Σ
Období	(kWh)	(Kč)	(Kč)	Kč
01.01.02-07.12.02	30 499	106 441,51	7 293,00	113 734,51
07.12.02-01.01.03	2 180	7 608,20	663,00	8 271,20
Σ 2002	32 679	114 049,71	7 956,00	122 005,71
01.01.03-31.03.03	7 759	25 759,88	2 025,00	27 784,88
31.03.03-01.04.03	87	288,84	0,00	288,84
01.04.03-05.12.03	107 209	355 933,88	16 000,00	371 933,88
05.12.03-01.01.04	13 385	44 438,20	2 000,00	46 438,20
Σ 2003	128 440	426 420,80	20 025,00	446 445,80
01.01.04-01.05.04	59 987	204 555,67	9 600,00	214 155,67
01.05.04-02.12.04	106 588	354 938,04	16 520,00	371 458,04
03.12.04-31.12.04	14 675	48 869,08	2 360,00	51 229,08
Σ 2004	181 250	608 362,79	28 480,00	636 842,79

Nárůst spotřeby elektřiny u budov internátů je způsoben tím, že v roce 2002 je vyčíslen pouze odběr elektřiny internátu I., internát II. byl ve výstavbě, v roce 2003 provozovatel provozoval internát až od května a v roce 2004 byl internát II. v plném provozu po celý rok.

2.4.1.2 Nakupované množství zemního plynu za roky 2002, 2003 a 2004

Zemní plyn je spalován v kotlích v kotelnách K1, K2 a K3, kde je vyráběna tepelná energie pro vytápění a větrání budov, ohřev TV a v budově internátu II. je zemní plyn spotřebováván i v kuchyni. Dodavatelem zemního plynu byla v období 2002 až 2004 Východočeská plynárenská, a.s., Pražská 702, Hradec Králové 4.

Výpočet platby za spotřebovaný plyn je prováděn na základě platné odběratelské smlouvy o dodávce zemního plynu a ceníku dodávky zemního plynu Východočeské plynárenské, a.s. Měření spotřeby zemního plynu není vybaveno přepočítávacím zařízením.

Fakturované ceny za zemní plyn za období 2002 až 2004 jsou v souladu s platnými ceníky dodavatele.

Škola 2003					
Období	Spotřeba (m ³ _N)	Spotřeba (kWh)	Cena za kWh (Kč)	Stálé platy (Kč)	Σ Kč
leden	13 904	146 409	0,62757	220,00	92 101,90
únor	12 814	134 801	0,62757	220,00	84 817,06
březen	7 913	83 334	0,62757	220,00	52 517,92
duben	5 074	53 406	0,68593	220,00	36 852,78
květen	632	6 655	0,68593	220,00	4 784,86
červen	466	4 911	0,68593	220,00	3 588,60
červenec	396	4 183	0,68593	220,00	3 089,25
srpen	348	3 672	0,68593	220,00	2 738,73
září	3 449	36 360	0,64536	4 119,77	27 585,06
říjen	7 379	77 833	0,66179	220,00	51 729,10
listopad	6 328	66 752	0,66179	220,00	44 395,81
prosinec	10 758	113 460	0,66179	220,00	75 306,69
Σ 2003	69 461	731 776		6 539,77	479 507,76

Škola 2002					
Období	Spotřeba (m ³ _N)	Spotřeba (kWh)	Cena za kWh (Kč)	Stálé platy (Kč)	Σ Kč
leden	11 512	120 884	0,67173	2 141,17	83 342,58
únor	6 622	69 508	0,67173	2 139,53	48 830,14
březen	5 550	58 265	0,67173	2 141,17	41 279,52
duben	5 025	52 838	0,60738	2 141,17	34 233,91
květen	414	4 355	0,60738	2 141,17	4 786,31
červen	406	4 279	0,60738	2 141,17	4 740,15
červenec	353	3 719	0,60738	2 141,17	4 400,02
srpen	441	4 649	0,60738	2 141,17	4 964,88
září	1 764	18 582	0,60738	2 141,17	13 427,51
říjen	5 322	56 029	0,54758	2 141,17	32 821,53
listopad	8 193	86 236	0,54758	2 141,17	49 362,28
prosinec	13 951	146 847	0,54758	2 141,17	82 551,65
Σ 2002	59 553	626 191		25 692,40	404 740,47

Škola 2004					
Období	Spotřeba (m ³ _N)	Spotřeba (kWh)	Cena za kWh (Kč)	Stálé platy (Kč)	Σ Kč
leden	15 142	159 781	0,58942	4 995,51	99 173,63
únor	9 730	102 622	0,58942	4 995,51	65 482,97
březen	8 641	91 180	0,58942	4 995,51	58 738,83
duben	4 859	51 295	0,56201	4 995,51	33 823,81
květen	971	10 238	0,54819	4 872,64	10 485,01
červen	464	4 892	0,54819	4 872,64	7 554,39
červenec	521	5 499	0,54819	4 872,64	7 887,14
srpen	295	3 114	0,54819	4 872,64	6 579,70
září	773	8 150	0,54819	4 872,64	9 340,39
říjen	4 219	44 532	0,62993	4 872,64	32 924,68
listopad	8 112	85 694	0,62993	4 872,64	58 853,86
prosinec	11 131	117 549	0,62993	4 872,64	78 920,28
Σ 2004	64 858	684 546		58 963,16	469 764,68

Internát I. - 2002					
Období	Spotřeba (m ³ _N)	Spotřeba (kWh)	Cena za kWh (Kč)	Stálé platy (Kč)	Σ Kč
01.01.02-31.03.02	15 685	164 799	0,72000	636,00	119 291,28
01.04.02-30.09.02	8 276	86 987	0,65000	1 272,00	57 813,55
01.10.02-31.10.02	8 503	89 373	0,59670	212,00	53 540,87
01.11.02-30.11.02	4 157	43 755	0,54758	0,00	23 959,36
01.12.02-31.12.02	17 963	189 077	0,54758	0,00	103 534,78
Σ 2002	54 584	573 991		2 120,00	358 139,85

Internáty I. + II. - 2003					
Období	Spotřeba (m ³ _N)	Spotřeba (kWh)	Cena za kWh (Kč)	Stálé platy (Kč)	Σ Kč
leden	21 240	223 657	0,58799	4 119,77	135 627,85
únor	17 953	188 862	0,58799	4 119,77	115 168,74
březen	11 462	120 710	0,58799	4 119,77	75 096,04
duben	8 828	92 919	0,64536	4 119,77	64 085,98
květen	3 110	32 747	0,64536	4 119,77	25 253,37
červen	2 487	26 212	0,64536	4 119,77	21 035,95
červenec	2 168	22 903	0,64536	4 119,77	18 900,45
srpen	2 330	24 588	0,64536	4 119,77	19 987,88
září	3 449	36 360	0,64536	4 119,77	27 585,06
říjen	12 371	130 488	0,62071	4 119,77	85 114,98
listopad	12 343	130 201	0,62071	4 119,77	84 936,83
prosinec	15 886	167 543	0,62071	4 119,77	108 115,39
Σ 2003	113 627	1 197 190		49 437,24	780 908,51

Internáty I. + II. - 2004					
Období	Spotřeba (m ³ _N)	Spotřeba (kWh)	Cena za kWh (Kč)	Stálé platy (Kč)	Σ Kč
leden	20 745	218 905	0,58942	6 843,87	135 870,86
únor	14 476	152 678	0,58942	6 843,87	96 835,34
březen	14 126	149 058	0,58942	6 843,87	94 701,64
duben	8 602	90 809	0,56201	6 843,87	57 879,44
květen	5 766	60 795	0,54819	6 675,54	40 002,75
červen	2 931	30 901	0,54819	6 675,54	23 615,16
červenec	2 602	27 462	0,54819	6 675,54	21 729,93
srpen	2 650	27 969	0,54819	6 675,44	22 007,77
září	4 031	42 500	0,54819	6 675,54	29 973,62
říjen	8 164	86 173	0,62993	6 675,54	60 958,50
listopad	12 441	131 425	0,62993	6 675,54	89 464,09
prosinec	13 103	138 374	0,62993	6 675,54	93 841,47
Σ 2004	109 637	1 157 049		80 779,70	766 880,55

Nárůst spotřeby zemního plynu u budov internátů je způsoben tím, že v roce 2002 je vyčíslen pouze odběr zemního plynu internátu I., internát II. byl ve výstavbě, v roce 2003 provozovatel již hradil zemní plyn za internát II. a v roce 2004 byl již internát II. v plném provozu po celý rok.

2.4.2 Přepočtená a průměrná výše energetických vstupů

Výpočet průměrné roční výše energetických vstupů vychází ze skutečnosti, že v budově školy VOŠ a SPGŠ Litomyšl je spálený zemní plyn využit k výrobě tepla pro vytápění a ohřev TV, v budovách internátů s 1 společným měřením byl využíván výrobě tepla pro vytápění a větrání, ohřev TV a k vaření v kuchyni internátu II. Jelikož není ani v jedné z budov instalováno žádné měření (ani vyrobeného tepla, ani ohřáté TV), je množství energie pro ohřev TV vyjádřeno na základě údajů dle ČSN 06 0320, množství energie spotřebované na vaření pokrmů na základě zjištěných průměrných hodnot na vaření pokrmů ve veřejném stravování.

Škola									
Potřeba energie na ohřev			počet osob			kWh/jedn	energie / a celkem (kWh)		
TV - zemní plyn	dny	m ² x100	2002	2003	2004	kWh/os.d.	2002	2003	2004
Školy - umývání	192	x	851	880	897	0,8	130714	135168	137779
Školy - úklid	192	51,04	x	x	x	0,8	7840	7840	7840
Celkem							138553	143008	145619

Internát I									
Potřeba energie na ohřev			počet osob			kWh/jedn	energie / a celkem (kWh)		
TV - zemní plyn	dny	m ² x100	2002	2003	2004	kWh/os.d.	2002	2003	2004
Internát - umývání	192	x	106	106	106	3	61056	61056	61056
Internát - úklid	252	22,13	x	x	x	0,8	4461	4461	4461
Celkem							65517	65517	65517

Internát II									
Potřeba energie na ohřev			počet osob			kWh/jedn	energie / a celkem (kWh)		
TV - zemní plyn	dny	m ² x100	2002	2003	2004	kWh/os.d.	2002	2003	2004
Internát - umývání	20/11/192	x	30	132	132	3	1800	43956	76032
Internát - úklid	20/150/252	37,32	x	x	x	0,8	597	4478	7524
Vaření a mytí nádobí - 1 jídlo/den		x	0	24960	70600	0,1	0	2496	7060
Vaření a mytí nádobí - 3 jídla/den		x	0	19440	32600	0,2	0	3888	6520
Ubytování - externisté	1	x	0	1150	1350	3	0	3450	4050
Celkem							2397	58268	101186

Internát II. - vaření							
Potřeba energie na vaření	počet jídel / a			kWh/jedn	energie/a celkem (kWh)		
zemní plyn	2002	2003	2004		2002	2003	2004
Kuchyň - snídaně	0	19940	32600	0,1	0	1994	3260
- obědy	0	44400	103200	0,55	0	24420	56760
- večeře	0	19940	32600	0,55	0	10967	17930
Celkem					0	37381	77950

Pro stanovení přepočtené výše energetických vstupů jsou ztráty na topných vložkách akumulčních zásobníků v budově školy i v budovách internátů ve výši 2,5 %, ztráty v rozvodech teplé vody 3 %, ztráty v kotlích při výrobě tepla pro ohřev teplé vody v kotelně K1 v budově školy 12 %, v kotelnách K2 a K3 v budovách internátů 11 %.

Elektřina není v budovách VOŠ a SPGŠ Litomyšl pro vytápění standardně využívána.

Na vaření v kuchyni je v budově internátu II. uvažován podle skladby spotřebičů poměr spotřeby energie 75 % - zemní plyn a 25 % elektřina.

Přehled spotřeby paliv na vytápění za předchozí 3 roky v přepočtu na průměrné provozní a klimatické podmínky (počet dnů vytápění budovy školy 195, budov internátu I. 202 a budovy internátu II. 202, střední teplota venkovního vzduchu + 3,05 °C) a uvažovanou účinnost kotlů v kotelně K1 ≈ 88 %, K2 a K3 ≈ 89 %.

Budova školy						
Upravené množství	2002	2002 upr.	2003	2003 upr.	2004	2004 upr.
paliva na vytápění						
D° / a	2828,8	3152,1	3117,8	3152,1	2965,1	3152,1
Palivo v GJ/a	1248,1	1390,7	1515,6	1532,3	1406,4	1495,1
GJ / D°	0,441	0,441	0,486	0,486	0,474	0,474

Budova internátu I.						
Upravené množství	2002	2002 upr.	2003	2003 upr.	2004	2004 upr.
paliva na vytápění						
D° / a	2772,9	3000,0	3054,9	3000,0	2959,6	3000,0
Palivo v GJ/a	1024,1	1108,0	1140,2	1119,7	1101,1	1116,1
GJ / D°	0,369	0,369	0,373	0,373	0,372	0,372

Budova internátu II.						
Upravené množství paliva na vytápění	2002	2002 upr.	2003	2003 upr.	2004	2004 upr.
D° / a	480,9	3239,8	3191,5	3239,8	3100,4	3239,8
Palivo v GJ/a	348,5	2348,2	1692,0	1717,6	1421,6	1485,5
GJ / D°	0,725	0,725	0,530	0,530	0,459	0,459

Na základě přepočtených hodnot spotřeby paliv pro vytápění za uplynulé období a spotřeb energie pro ostatní účely je sestaven soupis základních údajů o energetických vstupech za roky 2002, 2003 a 2004. Náklady na zemní plyn a elektrickou energii jsou vyčísleny podle platných ceníků pro uvedená období, jejich výše je vztažena k přepočtenému množství spotřebovaného zemního plynu.

V soupisu základních údajů o energetických vstupech jsou uvedeny spotřeby elektrické energie vyčíslené na základě faktur dodavatele.

Spotřeby zemního plynu budovy školy, budovy internátu I. a budovy internátu II. Vyšší odborné školy a Střední pedagogické školy v Litomyšli vycházejí z faktur dodavatelů.

Takto vyčíslené spotřeby zemního plynu jsou objektivizovány na místně průměrné – referenční podmínky, tzn. pro dobu vytápění budovy školy 195 dní za tzv. referenční rok a úroveň 3.152 D° za referenční rok, u budovy internátu I. na dobu vytápění 202 dnů za tzv. referenční rok a úroveň 3.000 D° za tzv. referenční rok a u budovy internátu II. na dobu vytápění 202 dní za tzv. referenční rok a úroveň 3.239,8 D° za tzv. referenční rok. .

Protože internát II. byl zprovozněn v květnu 2003 a nejsou tedy k dispozici srovnávací spotřeby energie z minulých let, byla objektivizace hodnot spotřeby energie provedena tím způsobem, že množství energie na vaření za rok 2002 a 2003 bylo stanoveno dle hodnoty vypočtené pro rok 2004. Stejným způsobem bylo postupováno i u energie na ohřev TV a u spotřeby elektřiny.

[illegible]

****Např. solární, vodní, větrná, geotermální energie**

2.4.3 Energetické výstupy

Jediným energetickým výstupem je teplo pro ÚT, vzduchotechniku v internátu II. a ohřev TV vyrobené v teplovodních kotelnách K1 v budově školy, K2 v budově internátu I. a K3 v budově internátu II. Množství vyrobeného tepla není měřeno, samostatně není měřen ani objem studené vody ohříváné v akumulacích zásobnících TV. Vyrobené teplo ani jiný druh energie není prodáván žádnému cizímu odběrateli.

2.5 Soupis významných spotřebičů energie

a) zemní plyn

označení spotřebiče	počet ks	jmenovitá spotřeba $\text{m}^3_{\text{N}} / \text{hod.}$	umístění (budova)
Kotel Viadrus G 100 E (I)	2	13,9	1.PP- škola
Kotel DAKON ECO 30	1	3,7	1.PP -škola
Kotel LUMEX	1	23,9	1.PP- škola
Kotel Vaillant VK 132/3-2EU	2	15,1	1.NP – Internát I.
Kotel Vaillant VK 156/7-2E	3	17,8	1:PP – internát II.
Plynový sporák VK –G-C4/9	2	2,19	1.NP – internát II.
Plynová fritéza G-F21/1x1x7	2	1,4	1.NP –internát II.
Plyn.gril deska G-GP4/0,3R	1	1,5	1.NP – internát II.
Plyn. výkl. pánev G-TBP-80	1	1,8	1. NP – internát II.

b) elektrická energie

označení spotřebiče	počet ks	instalovaný příkon celkem kW	umístění (budova)
EL. trouba	2	4,5	1.NP – internát II.
Konvektomat	1	38	1.NP – internát II.
El.kotel	2	12	1.NP – internát II.
Myčka nádobí	1	13,1	1.NP – internát II.
El.hnětač	1	5,8	1.NP – internát II.
VZD jednotka KLM 16	1	20	1.PP – internát II.
VZD jednotka KLM 6	1	6,5	1.PP – internát II

3. Zhodnocení výchozího stavu

3.1 Analýza energetického hospodářství

3.1.1 Potřeby tepelného výkonu

Potřeby tepelného výkonu pro vytápění a větrání připojených budov byly vypočteny podle ČSN EN 12 831 s využitím ČSN 73 0540. Pro výpočty byla využita obálková metoda, budovy byly pomyslně rozděleny na několik samostatných zón (ve protokolech uvedeny jako samostatné místnosti), které se od sebe významně odlišují z hlediska vytápění, resp. vnitřní návrhové teploty $\theta_{i,}$ a větrání (přírozené/ nucené). Ve výpočtech je již zahrnuta rekuperace tepla na vzduchotechnických jednotkách v budově internátu II., která se do výpočtů zahrnuje ve formě teploty přiváděného vzduchu. Výpočet teplot přiváděného vzduchu z venkovního prostředí (při $\theta_e = -15^\circ\text{C}$) je uveden v kapitole 2 tohoto energetického auditu.

Složení jednotlivých vnějších konstrukcí hodnocených budov bylo z části určeno na základě dostupné technické dokumentace, u částí budov, kde nebyla technická dokumentace k dispozici, byla skladba konstrukcí stanovena na základě místního šetření a dalších dostupných informací. Protokoly o podrobných výpočtech tepelně – technických vlastností jednotlivých budov školy a internátu, o plochách těchto konstrukcí a o výpočtech potřebného tepelného výkonu včetně vyhodnocení jsou přiloženy v odstavci č. 9 tohoto auditu.

<u>Označení budovy:</u>	<u>Potřebný tepelný výkon :</u>
Budova školy	399 kW
Budova internátu I	160 kW
Budova internátu II.	318 kW

3.1.2 Ztráty v rozvodech

Hlavní horizontální rozvody ÚT jsou v budově školy vedeny vytápěnými prostory, pod stropem 1. PP. Tyto rozvody jsou opatřeny izolacemi – obalem TUBEX tl. 10 až 20 mm. Vzhledem k poloze hlavních horizontálních rozvodů, které jsou v celé délce vedeny vytápěnými prostory, jsou ztráty tepla z těchto rozvodů započitatelné do bilance vytápění, protože teplo uniklé z těchto rozvodů je zužitkováno pro vytápění a ztráty z rozvodů ÚT za stávajícího stavu nejsou vyčíslovány.

Hlavní horizontální rozvody ÚT v budově internátu I. jsou vedeny v topných kanálech pod úrovní 1. PP – kromě části východní větve, která je vedena pod stropem 1.NP. Tyto rozvody jsou izolovány čedičovou vatou s ochranným obalem, ztráty tepla rozvodu pod stropem 1. NP jsou započitatelné do bilance vytápění, protože teplo uniklé z tohoto potrubí je zužitkováno pro vytápění a ztráty tepla z této části rozvodů nejsou za stávajícího stavu vyčíslovány.

Ztráty tepla z rozvodů vedených topnými kanály jsou vyčísleny v následujících tabulkách.

1) výpočet součinitele prostupu tepla izolovaným potrubím U_{Φ} (W/m_{potr..K})

DN	alfa 1	D1	D2	D3	lambda1	lambda2	alfa2	izolace			U _{fi}
(mm)	(W/m ² K)	(m)	(m)	(m)	(W/m.K)	(W/m.K)	(W/m ² K)	(mm)	D2/D1	D3/D2	(W/m.K)
50	1000	0,053	0,06	0,12	46	0,054	10	30	1,143	2,000	0,4320
65	1000	0,065	0,076	0,136	46	0,054	10	30	1,169	1,789	0,5116

2) ztráty tepelného výkonu z izolovaného potrubí (W)

	U _{fi}	l _{Rov.}	t _R	t _{Pr.}	TZ
	(W/m K)	(m)	(° C)	(° C)	(W)
DN 50 iz	0,4320	30	53	10	557
DN 65 iz	0,5116	31	53	10	682

3) ztráty tepla z izolovaných rozvodů v topném kanálu (GJ/a)

	U_{fi}	l_{Rov}	t_R	t_{Pr}	Tau 2002	$E_{roz\ 2002}$	Tau 2003	$E_{roz\ 2003}$	Tau 2004	$E_{roz\ 2004}$
	W/m ² K	m	° C	° C	(s)	GJ/a	(s)	GJ/a	(s)	GJ/a
DN 50 iz	0,4320	30	53	10	16286400	9,08	16286400	9,08	16286400	9,08
DN 65 iz	0,5116	31	53	10	16286400	11,11	16286400	11,11	16286400	11,11

Hlavní horizontální rozvody ÚT jsou v budově internátu II. vedeny především vytápěnými prostory. Tyto rozvody jsou opatřeny izolacemi – obalem TUBEX tl. 10, mimo vytápěné prostory obalem TUBEX 20 mm. Vzhledem k poloze hlavních horizontálních rozvodů jsou ztráty tepla z těchto rozvodů téměř plně započitatelné do bilance vytápění, protože teplo uniklé z těchto rozvodů je zužitkováno pro vytápění a ztráty z rozvodů ÚT za stávajícího stavu nejsou vyčíslovány.

Hlavní horizontální rozvody TV v budově školy i v budově internátu I. jsou vedeny většinou vedeny souběžně s hlavními rozvody ÚT vytápěnými prostory. Stoupací potrubí do 3. resp. 4. NP je však vedeno buď šachtou, většinou však zdí. Protože od rozvodů ZT není k dispozici projektová dokumentace, nebylo možné délky těchto rozvodů a jejich dimenze určit. Na základě zkušeností a výpočtů ztrát z rozvodů TV u obdobných objektů a s přihlédnutím k tomu, že je k dispozici pouze menší část dokumentace ZT obsahující podrobné údaje o délkách a dimenzích těchto rozvodů a místním šetřením nelze tyto údaje zjistit, odhaduji celkové ztráty z rozvodů TV u budovy $\leq 3,0$ % z celkového množství tepla pro ohřev TV, ztráty na topných vložkách v zásobnících odhaduji $\leq 2,5$ % z celkového množství tepla pro ohřev TV.

3.2 Aktualizovaná tepelná bilance

Aktualizovaná tepelná bilance je sestavena na základě vypočtených hodnot potřeb tepelného výkonu na vytápění a větrání připojených budov a hodnot ztrát tepelného výkonu v rozvodech.

Jednotlivé plochy ochlazovaných konstrukcí, jejich tepelně - izolační vlastnosti a druh konstrukce jsou uvedeny v přílohách k tomuto energetickému auditu.

Aktualizovaná tepelná bilance kotelny K1 – budova školy

<u>Potřeba tepelného výkonu pro vytápění a větrání :</u>	<u>kW</u>
Budova školy	399
Potřeba tepelného výkonu pro vytápění a větrání celkem :	399
Potřeba tepla na ohřev TV (pro dobu ohřevu 2 hod.)	46
Potřeba tepelného výkonu pro krytí ztrát v rozvodech celkem TV	1
<u>Maximální potřeba tepla (provozní špičky) :</u>	<u>kW</u>
1) potřeba tepla na vytápění	399
2) ohřev TUV + 0,8 * potřeba tepla na vytápění	366

Aktualizovaná tepelná bilance kotelny K2 – budova internátu I.

<u>Potřeba tepelného výkonu pro vytápění a větrání (včetně VZT):</u>	<u>kW</u>
Budova internátu	160
Potřeba tepla na krytí nevyužitelných ztrát v rozvodech ÚT	1
Potřeba tepelného výkonu pro vytápění a větrání celkem	161
Potřeba tepla na ohřev TV (pro dobu ohřevu 2 hod.)	107
Potřeba tepelného výkonu pro krytí ztrát v rozvodech T3	6
<u>Maximální potřeba tepla (provozní špičky) :</u>	<u>kW</u>
1) potřeba tepla na vytápění a větrání	161
2) ohřev TV + 0,8 * potřeba tepla na vytápění	242

Aktualizovaná tepelná bilance kotelny K3 – budova internátu II.

<u>Potřeba tepelného výkonu pro vytápění a větrání (včetně VZT):</u>	<u>kW</u>
Budova internátu (zahrnuta rekuperace tepla VZD)	318

Potřeba tepelného výkonu pro vytápění a větrání celkem	318
Potřeba tepla na ohřev TV	140
Potřeba tepelného výkonu pro krytí ztrát v rozvodech celkem	4

<u>Maximální potřeba tepla (provozní špičky) :</u>	<u>kW</u>
1) potřeba tepla na vytápění a větrání	318
2) ohřev TV + 0,8 * potřeba tepla na vytápění	398

V kotelně K1 jsou instalovány 2 kotle Viadrus 100 G E (I) o jmenovitém výkonu 2 x 120 kW, kotel LUMEX o jmenovitém výkonu 200 kW a kotel DAKON 30 ECO o jmenovitém výkonu 30 kW, celkový instalovaný tepelný výkon 470 kW, zatímco potřeba tepla na vytápění činí 399 kW. V kotelně je vzhledem k současným potřebám tepla instalován dostatečný tepelný výkon.

V kotelně K2 jsou instalovány 2 kotle Vaillant VK – 132/3-2EU o jmenovitém výkonu 130,5 kW, celkem 261 kW, zatímco maximální potřeba tepla podle 2. provozní špičky činí 242 kW. Celkový instalovaný tepelný výkon je dostatečný, avšak skladba kotlů není z hlediska provozu v přechodových obdobích (jaro, podzim) či letního provozu, kdy se pouze ohřívá TV, optimální.

V kotelně K3 jsou instalovány 3 kotle Vaillant VK – 156/7-2E o jmenovitém výkonu 3 x 154 kW, tj. 462 kW, maximální potřeba tepla podle 2. provozní špičky činí (se započítáním rekuperačního výkonu ve vzduchotechnice) 398 kW. Skladbu kotlů lze tak hodnotit jako vyhovující, neboť je zachována rezerva tepelného výkonu pro situaci, kdy by rekuperace tepla z odváděného vzduchu nemohla být realizována.

3.3 Stanovení účinnosti kotlů za roky 2002, 2003 a 2004 nepřímou metodou

Protože množství vyrobeného tepla není v kotelnách měřeno, je účinnost kotlů za období 2002 až 2004 stanovena nepřímou metodou, která vychází z následujícího vztahu:

$$\frac{E_{\text{vyt.}} + E_{\text{TV}} + E_{\text{ztr.vým.TV}} + E_{\text{roz..TV}} + E_{\text{roz.ÚT nevyuž}}}{\eta_k} * 100 = U_{\text{sk kotelna}} \Rightarrow$$

kde: $E_{\text{vyt.}}$ - vypočítaná potřeba tepelné energie potřebné pro vytápění a větrání celé budovy za dané období (GJ)

E_{TV} - potřeba tepelné energie pro ohřev TV, množství TV určeno dle ČSN 06 0320 za dané období (GJ)

$E_{\text{ztr.vým.TV}}$ – potřeba tepelné energie ztráty při ohřevu TV (ve výměníku) za dané období $\approx 0,025 * E_{\text{TV}}$ (GJ)

$E_{\text{roz.TV}}$ - tepelná energie uniklá z rozvodů tepla a TV (nevyužitelná) za dané období. $E_{\text{Ztr..rozv.TV}} \sim 0,03 * (E_{\text{TV}} + E_{\text{ztr.vým.TV}})$ (GJ)

$E_{\text{roz.ÚT nevyuž.}}$ – tepelná energie uniklá z rozvodů ÚT, nevyužitelná pro vytápění budovy (GJ), stanovena výpočtem

$U_{\text{sk kotelna}}$ - skutečná spotřeba paliva – zemního plynu za sledovaný rok - vyjádřená z množství zemního plynu a jeho výhřevnosti v GJ

η_k - vypočtená teoretická účinnost kotlů (%)

$$\Rightarrow \eta_k = \frac{E_{\text{vyt.}} + E_{\text{TV}} + E_{\text{ztr.vým.TV}} + E_{\text{roz..TV}} + E_{\text{roz.ÚT nevyuž}}}{U_{\text{sk kotelna}}} \cdot 100 (\%)$$

3.3.1 Spotřeba tepelné energie pro vytápění budov

Výpočet roční potřeby tepla na vytápění budov VOŠ a SPGŠ Litomyšl za roky 2002, 2003 a 2004 byl proveden dennostupňovou metodou podle následujícího vztahu :

$$E_{\text{c vyt.}} = \Sigma f_c \cdot \tau_{\text{vyt.}} \cdot Q_c \cdot \frac{(\theta_i - \theta_{es})}{\theta_i - \theta_e} \quad (\text{GJ})$$

kde : f_c - celkový opravný součinitel

$\tau_{\text{vyt.}}$ - doba vytápění (s)

Q_c - tepelná ztráta vytápěných budov (W)

θ_i - průměrná vnitřní teplota ($^{\circ}\text{C}$)

Průměrné vnitřní teploty θ_i jednotlivých zón (pomyslných místností) budov školy a internátu v době provozu plného vytápění vychází z návrhových teplot jednotlivých místností a výpočtu potřeby tepelného výkonu dle ČSN EN 12 831. Jejich hodnoty jsou uvedeny v protokolech o výpočtu tepelných ztrát a potřeby energie na vytápění v přílohách tohoto auditu.

θ_{es} - střední teplota venkovního vzduchu v hodnoceném období (2002, 2003 a 2004)

θ_e - výpočtová nejnižší teplota - Litomyšl : $t_e = -15^{\circ}\text{C}$

$$f_c = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

f_1 - součinitel vyjadřující nesoučasnost výpočetních hodnot uvažovaných při výpočtu tepelné ztráty

f_2 - součinitel změny vnitřní teploty (zvýšení vnitřní teploty)

f_3 - součinitel vlivu regulace

f_4 - součinitel vlivu režimu vytápění

Střední teploty venkovního vzduchu vycházejí z údajů ČHMÚ o klimatických podmínkách za roky 2002, 2003 a 2004.

Údaje o provozních dobách kotlen vycházejí z provozní evidence provozovatele zdroje a informací zástupce provozovatele.

Velikosti jednotlivých opravných součinitelů jsou uvedeny v tabulkách výpočtu teoretické potřeby tepla na vytápění.

Škola

Rok 2002 K1	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1PP	θi 1-3.NP		θes	θe	Dst	Qc 1.PP	f1-PP	f2-PP	f3-PP	f4-PP	Ec 1.PP	Qc 1-3.NP	f1- 1/3	f2-1/3	f3-1/3	f4-1/3	Ec 1.-3.NP	Ec suma
leden	31	18	2008800	13,2	18,4		-1,90	-15	609,2	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	33,79	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	268,83	302,62
únor	28	18	1814400	13,2	18,4		3,30	-15	404,6	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	20,01	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	180,61	200,62
březen	24	16	1382400	13,2	18,4		4,30	-15	322,8	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	13,71	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	128,50	142,20
duben	30	12	1296000	13,2	18,4		7,30	-15	313,5	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	8,52	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	94,83	103,35
květen	2	6	43200	13,2	18,4		15,00	-15	5,501	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	-0,09	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	0,97	0,88
září	8	7	201600	13,2	18,4		9,30	-15	67,61	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	0,88	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	12,09	12,97
říjen	23	12	993600	13,2	18,4		6,70	-15	254,2	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	7,19	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	76,64	83,83
listopad	30	16	1728000	13,2	18,4		5,10	-15	379,5	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	15,59	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	151,51	167,10
prosinec	22	18	1425600	13,2	18,4		-3,70	-15	471,9	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	26,84	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	207,70	234,54
Σ rok									2829						126,44						1121,67	1248,11

Internát I.

Rok 2002 K2	Tau-d	Ta -p	Tau	θi ob.č.	θi ho.č.		θes	θe	Dst	Qc ob.č.	f1o.č.	f2 o.č.	f3 o.č.	f4 o.č.	Ec ob.část	Qc hosp.č.	f1 h.č.	f2 h.č.	f3 h.č.	f4 h.č.	Ec ho.část	Ec suma
leden	31	24	2678400	18,55	13,10		-1,90	-15	600,4	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	192,61	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	41,76	234,38
únor	28	24	2419200	18,55	13,10		3,30	-15	396,7	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	129,74	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	24,65	154,38
březen	24	24	2073600	18,55	13,10		4,30	-15	316	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	103,91	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	18,97	122,88
duben	30	20	2160000	18,55	13,10		7,30	-15	305,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	85,45	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	13,02	98,48
květen	2	6	43200	18,55	13,10		15,00	-15	4,937	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	0,54	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	0,00	0,54
září	8	7	201600	18,55	13,10		9,30	-15	65,35	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	6,56	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	0,80	7,35
říjen	23	20	1656000	18,55	13,10		6,70	-15	247,7	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	69,01	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	11,02	80,02
listopad	30	24	2592000	18,55	13,10		5,10	-15	371,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	122,60	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	21,56	144,15
prosinec	22	24	1900800	18,55	13,10		-3,70	-15	465,7	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	148,72	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	33,20	181,92
Σ rok									2773						859,14						164,96	1024,10

Internát II.

Rok 2002 K3	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1PP	θi 1.NP	θi 2/3 NP		θes	θe	Dst	Qc 1.PP	f1-PP	f2-PP	f3-PP	f4-PP	Ec 1.PP	Qc 1.NP	f1-1NP	f2-1NP	f3-1NP	f4-1NP	Ec 1. NP	Qc 2.+3.NP	f1 2/3	f2- 2/3	f3-2/3	f4-2/3	Ec 2.+3.NP	Ec suma
prosinec	22	24	1900800	14,56	18,54	18,50		-3,70	-15	480,9	22609	1,10	1,00	1,00	1,00	29,20	106803	1,10	1,00	1,00	1,00	148,08	118218	1,15	1,00	1,00	1,00	171,25	348,53
Σ rok										480,9						29,20						148,08						171,25	348,53

Škola

Rok 2003 K1	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1PP	θi 1-3.NP		θes	θe	Dst	Qc 1.PP	f1-PP	f2-PP	f3-PP	f4-PP	Ec 1.PP	Qc 1-3.NP	f1- 1/3	f2-1/3	f3-1/3	f4-1/3	Ec 1.-3.NP	Ec suma
leden	31	20	2232000	13,2	18,4		-2,70	-15	634	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	39,53	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	310,47	350,00
únor	28	24	2419200	13,2	18,4		-5,00	-15	637	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	49,05	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	373,19	422,24
březen	24	16	1382400	13,2	18,4		2,80	-15	358,8	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	16,02	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	142,17	158,18
duben	30	12	1296000	13,2	18,4		5,40	-15	370,5	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	11,26	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	111,07	122,33
květen	2	6	43200	13,2	18,4		11,70	-15	12,1	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	0,07	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	1,91	1,98
září	9	6	194400	13,2	18,4		11,40	-15	57,16	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	0,39	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	8,97	9,36
říjen	23	12	993600	13,2	18,4		5,10	-15	291	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	8,97	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	87,12	96,08
listopad	30	16	1728000	13,2	18,4		5,60	-15	364,5	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	14,63	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	145,81	160,44
prosinec	22	18	1425600	13,2	18,4		-0,10	-15	392,7	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	21,12	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	173,86	194,99
Σ rok									3118						161,04						1354,56	1515,60

Internát I.

Rok 2003 K2	Tau-d	Ta -p	Tau	θi ob.č.	θi ho.č.			θes	θe	Dst	Qc ob.č.	f1o.č.	f2 o.č.	f3 o.č.	f4 o.č.	Ec ob.část	Qc hosp.č.	f1 h.č.	f2 h.č.	f3 h.č.	f4 h.č.	Ec ho.část	Ec suma
leden	31	24	2678400	18,55	13,10			-2,70	-15	625,2	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	200,15	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	43,99	244,14
únor	28	24	2419200	18,55	13,10			-5,00	-15	629,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	200,35	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	45,52	245,86
březen	24	24	2073600	18,55	13,10			2,80	-15	352	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	114,85	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	22,20	137,05
duben	30	20	2160000	18,55	13,10			5,40	-15	362,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	99,88	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	17,29	117,17
květen	4	6	86400	18,55	13,10			11,70	-15	23,07	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	2,08	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	0,13	2,21
září	6	6	129600	18,55	13,10			11,40	-15	36,41	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	3,26	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	0,23	3,49
říjen	23	22	1821600	18,55	13,10			5,10	-15	284,5	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	86,16	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	15,15	101,31
listopad	30	24	2592000	18,55	13,10			5,60	-15	356,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	118,04	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	20,21	138,25
prosinec	22	24	1900800	18,55	13,10			-0,10	-15	386,5	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	124,66	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	26,08	150,74
Σ rok										3055						949,42						190,79	1140,22

Internát II.

[illegible]

Škola

Rok 2004 K1	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1PP	θi 1-3.NP		θes	θe	Dst	Qc 1.PP	f1-PP	f2-PP	f3-PP	f4-PP	Ec 1.PP	Qc 1-3.NP	f1- 1/3	f2-1/3	f3-1/3	f4-1/3	Ec 1.-3.NP	Ec suma
leden	31	22	2455200	13,2	18,4		-4,26	-15	682,3	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	47,75	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	366,76	414,52
únor	29	18	1879200	13,2	18,4		0,10	-15	511,9	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	27,42	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	226,71	254,13
březen	24	16	1382400	13,2	18,4		2,90	-15	356,4	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	15,86	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	141,26	157,12
duben	30	14	1512000	13,2	18,4		9,10	-15	259,5	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	6,91	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	92,70	99,60
květen	4	6	86400	13,2	18,4		11,00	-15	27	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	0,21	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	4,21	4,43
září	6	6	129600	13,2	18,4		8,67	-15	54,48	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	0,65	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	8,31	8,97
říjen	22	13	1029600	13,2	18,4		8,81	-15	196,7	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	5,04	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	65,09	70,13
listopad	30	15	1620000	13,2	18,4		2,56	-15	455,7	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	19,20	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	169,16	188,37
prosinec	22	18	1425600	13,2	18,4		-1,39	-15	421,1	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	23,17	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	185,99	209,16
Σ rok									2965						146,22						1260,19	1406,41

Internát I.

Rok 2004 K2	Tau-d	Ta -p	Tau	θi ob.č.	θi ho.č.			θes	θe	Dst	Qc ob.č.	f1o.č.	f2 o.č.	f3 o.č.	f4 o.č.	Ec ob.část	Qc hosp.č.	f1 h.č.	f2 h.č.	f3 h.č.	f4 h.č.	Ec ho.část	Ec suma
leden	31	24	2678400	18,55	13,10			-4,26	-15	673,6	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	214,84	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	48,33	263,18
únor	29	24	2505600	18,55	13,10			0,10	-15	503,7	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	162,56	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	33,86	196,42
březen	24	24	2073600	18,55	13,10			2,90	-15	349,6	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	114,12	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	21,99	136,11
duben	30	20	2160000	18,55	13,10			9,10	-15	251,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	71,78	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	8,98	80,76
květen	5	6	108000	18,55	13,10			11,00	-15	32,34	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	2,87	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	0,24	3,10
září	10	6	216000	18,55	13,10			8,67	-15	87,98	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	7,50	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	0,99	8,50
říjen	23	24	1987200	18,55	13,10			8,81	-15	199,1	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	68,06	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	8,86	76,93
listopad	30	24	2592000	18,55	13,10			2,56	-15	447,3	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	145,75	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	28,40	174,15
prosinec	22	24	1900800	18,55	13,10			-1,39	-15	414,9	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	133,28	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	28,63	161,92
Σ rok										2960						920,77						180,28	1101,06

Internát II.

Rok 2004 K3	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1PP	θi 1.NP	θi 2/3 NP		θes	θe	Dst	Qc 1.PP	f1-PP	f2-PP	f3-PP	f4-PP	Ec 1.PP	Qc 1.NP	f1-1NP	f2-1NP	f3-1NP	f4-1NP	Ec 1. NP	Qc 2.+3.NP	f1 2/3	f2- 2/3	f3-2/3	f4-2/3	Ec 2.+3.NP	Ec suma
leden	31	24	2678400	14,56	18,54	18,50		-4,26	-15	695	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	28,99	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	180,32	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	125,07	334,39
únor	29	24	2505600	14,56	18,54	18,50		0,10	-15	523,7	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	20,84	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	136,43	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	94,59	251,86
březen	24	24	2073600	14,56	18,54	18,50		2,90	-15	366,2	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	13,91	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	95,76	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	66,37	176,04
duben	30	20	2160000	14,56	18,54	18,50		9,10	-15	271,8	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	6,78	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	60,21	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	41,66	108,65
květen	5	6	108000	14,56	18,54	18,50		11,00	-15	35,79	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	0,22	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	2,40	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	1,66	4,29
září	10	6	216000	14,56	18,54	18,50		8,67	-15	94,89	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	0,73	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	6,30	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	4,36	11,38
říjen	23	24	1987200	14,56	18,54	18,50		8,81	-15	215	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	6,57	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	57,09	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	39,51	103,17
listopad	30	24	2592000	14,56	18,54	18,50		2,56	-15	468	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	17,89	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	122,31	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	84,77	224,97
prosinec	22	24	1900800	14,56	18,54	18,50		-1,39	-15	430,1	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	17,44	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	111,86	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	77,57	206,87
Σ rok										3100						113,37						772,68						535,55	1421,61

Referenční rok	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1	θi 2	θi 3		θes	θe	Dst	Qc 1	f1 - 1	f2 - 1	f3 - 1	f4 - 1	Ec 1	Qc 2	f1 - 2	f2 - 2	f3 - 2	f4 - 2	Ec 2	Qc 3	f1 - 3	f2 - 3	f3 - 3	f4 - 4	Ec 3	Ec suma
Internát 1	215	24	18576000	18,02	13,10			3,09	-15	3000	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	990,93	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	193,29						0,00	1184,23
Internát 2	215	24	18576000	14,56	18,54	18,50		3,09	-15	3240	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	122,55	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	847,46	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	587,31	1557,32
Škola	215	15	11617200	13,20	18,40			3,09	-15	3152	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	130,84	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	1172,51						0,00	1303,35
Celkem																1244,32						2213,26						587,31	4044,89

3.3.2 Výpočet účinnosti kotlů v kotelnách K1, K2 a K3

Dosažením hodnot vypočtených v předchozích kapitolách tohoto energetického auditu do vztahu

$$\eta_k = \frac{E_{\text{vyt.}} + E_{\text{TV}} + E_{\text{ztr.vým.TV}} + E_{\text{roz..TV}} + E_{\text{roz.ÚT nevyuž}}}{U_{\text{sk kotelna}}} \cdot 100 (\%)$$

byly nepřímou metou zjištěny tyto provozní účinnosti kotlen (zdrojů) za jednotlivé roky (%).

U kotlen K2 a K3 byla tato hodnota vypočtena jako průměrná pro oba zdroje, neboť hodnoty skutečné spotřeby zemního plynu jsou stanoveny taktéž pouze jako celkové pro obě budovy internátu. (%) :

Rok:	2002	2003	2004
Kotelna K1 (budova školy)	87,6 %	87,1 %	88,8 %
Kotelny K2 + K3 (budovy internátů)	88,8 %	88,2 %	90,2 %

Vypočtené hodnoty účinnosti zdrojů - K1 a K2 + K3 za sledovaná období vycházejí z předpokladu, že jednotlivé místnosti budovy školy a budovy internátů SOŠ a SPGŠ Litomyšl byly vytápěny na stanovené vnitřní teploty θ_i , že útlumy vytápění a provozní doby kotlen, které provozovatel uvedl jako podklad k energetickému auditu, odpovídají skutečnosti a spotřeba energie na ohřev TV odpovídá hodnotám dle ČSN 06 0320.

Průměrná provozní účinnost zdrojů K1 a K2 zjištěná nepřímou metodou činí u kotelny K1 za období 2002 až 2004 87,83 % , u kotlen K2+K3 89,07 %.

3.3.3 Energetické bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Na základě získaných údajů o spotřebách zemního plynu v kotelnách K1, K2 a K3 a vypočtené účinnosti kotlů v jednotlivých letech sledovaného období je možné sestavit bilance výroby energie z vlastních zdrojů za roky 2002, 2003 a 2004:

VOŠ a SPGŠ Litomyšl - K1		Hodnota za rok			
ř.	Ukazatel	Jednotka	2002	2003	2004
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW			
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW tep.	0,47	0,47	0,47
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW			
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MWh			
5	Výroba elektřiny	MWh			
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh			
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	7,4	8,6	8,0
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ			
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	1847	2134	2036
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ			
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	2110	2450	2293
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8 + ř.11)	GJ	2110	2450	2293

VOŠ a SPGŠ Litomyšl - K2		Hodnota za rok			
ř.	Ukazatel	Jednotka	2002	2003	2004
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW			
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW tep.	0,261	0,261	0,261
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW			
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MWh			
5	Výroba elektřiny	MWh			
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh			
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	5,1	5,6	5,4
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ			
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	1304	1420	1381
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ			
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	1469	1610	1531
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8 + ř.11)	GJ	1469	1610	1531

VOŠ a SPGŠ Litomyšl - K3		Hodnota za rok			
ř.	Ukazatel	Jednotka	2002	2003	2004
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW			
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW tep.	0,462	0,462	0,462
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW			
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MWh			
5	Výroba elektřiny	MWh			
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh			
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	1,4	14,5	13,0
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ			
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	359	3659	3340
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ			
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	404	4148	3703
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8 + ř.11)	GJ	404	4148	3703

3.3.4 Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů

Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů za roky 2002, 2003 a 2004 jsou uvedeny v následujících tabulkách:

VOŠ a SPGŠ Litomyšl - K1		Vypočtené hodnoty za rok		
Název ukazatele	hodnoty	2002	2003	2004
Roční energetická účinnost zdroje	(ř.5x3,6+ř.9).ř.12	0,876	0,871	0,888
Roční energetická účinnost výroby el. energie	ř.5x3,6 : ř.8			
Roční energetická účinnost výroby tepla	ř.9 : ř.11	0,876	0,871	0,888
Spec. spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	ř.8 : ř.5			
Spec.spotř.tepla v palivu na výrobu dodáv. tepla	ř. 11 : ř.9	1,142	1,148	1,126
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	ř.5:ř.1			
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	ř.5:ř.3			
Roční využití pohotového elektrického výkonu	ř.5:ř.4			
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	ř.9:3,6:ř.2	1092	1261	1203

VOŠ a SPGŠ Litomyšl - K2		Vypočtené hodnoty za rok		
Název ukazatele	hodnoty	2002	2003	2004
Roční energetická účinnost zdroje	(ř.5x3,6+ř.9).ř.12	0,888	0,882	0,902
Roční energetická účinnost výroby el. energie	ř.5x3,6 : ř.8			
Roční energetická účinnost výroby tepla	ř.9 : ř.11	0,888	0,882	0,902
Spec. spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	ř.8 : ř.5			
Spec.spotř.tepla v palivu na výrobu dodáv. tepla	ř. 11 : ř.9	1,126	1,134	1,109
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	ř.5:ř.1			
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	ř.5:ř.3			
Roční využití pohotového elektrického výkonu	ř.5:ř.4			
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	ř.9:3,6:ř.2	1388	1512	1470

VOŠ a SPGŠ Litomyšl - K3		Vypočtené hodnoty za rok		
Název ukazatele	hodnoty	2002	2003	2004
Roční energetická účinnost zdroje	(ř.5x3,6+ř.9).ř.12	0,888	0,882	0,902
Roční energetická účinnost výroby el. energie	ř.5x3,6 : ř.8			
Roční energetická účinnost výroby tepla	ř.9 : ř.11	0,888	0,882	0,902
Spec. spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	ř.8 : ř.5			
Spec.spotř.tepla v palivu na výrobu dodáv. tepla	ř. 11 : ř.9	1,126	1,134	1,109
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	ř.5:ř.1			
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	ř.5:ř.3			
Roční využití pohotového elektrického výkonu	ř.5:ř.4			
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	ř.9:3,6:ř.2	216	2200	2008

3.3.5 Energetická náročnost budov SOŠ a SPGŠ Litomyšl

V návaznosti na výpočet tepelných ztrát budovy školy a budov internátů I. a II. SZŠ byla prověřována i jejich energetická náročnost podle kritérií stanovených vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. a ČSN 73 0540.

U budov byly zjištěny ochlazované plochy jednotlivých konstrukcí, součinitelé prostupu tepla konstrukcí venkovních plášťů budov, obestavěné prostory V_n , započitatelné tepelné zisky a vypočteny potřeby energie pro vytápění E_R . Na základě těchto údajů byly provedeny příslušné výpočty, které jsou přiloženy v přílohách a bylo provedeno vyhodnocení energetické náročnosti budov.

U vytápěcích systémů budovy školy a budovy internátu II. je instalována měřicí a regulační technika zabezpečující dynamickou regulaci vytápění v jednotlivých prostorech, která je schopna identifikovat a realizovat vnější i vnitřní tepelné zisky a tyto jsou za stávajícího stavu započitatelné do bilance vytápění obou budov, efekt regulace je u budovy školy snížen nefunkčností M+R na zdroji.

U vytápěcího systému budovy internátu I. je instalována měřicí a regulační technika na zdroji, M+R technika zabezpečující dynamickou regulaci vytápění v jednotlivých prostorech instalována není, takže vnější ani vnitřní tepelné zisky nejsou za stávajícího stavu započitatelné do bilance vytápění budovy.

Hodnocení budov dle vyhlášky č. 291/2001 Sb. :

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Budova školy	29,6	28,6	Požadavek nesplněn
Budova internátu I.	36,8	30,7	Požadavek nesplněn
Budova internátu II.	25,7	31,4	Požadavek splněn

Hodnocení budovy dle ČSN 73 0540 :

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Budova školy	1,09	0,79	138
Budova internátu I.	1,08	0,69	157
Budova internátu II.	0,65	0,66	98

3.3.6 Potřeba energie na vytápění budov za průměrných podmínek definovaných vyhláškou 291/2001 Sb., za místně průměrných vnitřních a vnějších - tzv. referenčních - podmínek, MODEL energetické potřeby

a) Potřeby tepla na vytápění budov za průměrných podmínek území České republiky (střední teplota venkovního vzduchu v průběhu topného období +3,8 °C, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den) jsou uvedeny u výpočtů tepelných ztrát a jsou vypočteny ze vztahu:

$$E_r = E_v - 0,9 \cdot (E_{zs} + E_{vz}) \quad (\text{kWh})$$

$$\text{kde: } E_v = E_{vp} + E_w \quad (\text{kWh})$$

E_{vp} - spotřeba tepla pro vytápění ke krytí tepelných ztrát prostupem (kWh)

E_w - spotřeba tepla pro vytápění ke krytí tepelných ztrát větráním (kWh)

E_{zs} - tepelné zisky ze slunečního záření (kWh)

E_{vz} - tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla (kWh)

V současném technickém stavu vytápěcího zařízení jsou tepelné zisky u SOŠ a SPGŠ Litomyšl započitatelné pro budovu školy a internátu II., u budovy internátu I. nejsou započitatelné.

<u>Vypočtená hodnota E_r na vytápění budov</u>		<u>stávající stav:</u>	
Budova školy	682.926 kWh/a	~	2.459 GJ
Budova internátu I	354.035 kWh/a	~	1.275 GJ
Budova internátu II	314.216 kWh/a	~	1.131 GJ

b) Potřeby tepla na vytápění budov SOŠ a SPGŠ Litomyšl za místně průměrných vnitřních a vnějších - tzv. referenčních - podmínek

Na základě poznatků o provozu kotelen, informací provozovatele, skutečných spotřeb zemního plynu a elektrické energie, výpočtů obsažených v tomto auditu a poznatků z místního šetření lze konstatovat, že skutečné spotřeby energie

na vytápění jsou výrazně odlišné od spotřeb energií vypočtených podle metodiky vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. (střední teplota venkovního vzduchu v průběhu topného období $+3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dnů vytápění 242). Skutečnou spotřebu energie pro vytápění nejvýznamněji ovlivňuje způsob provozování vytápěcích systémů, tj. zejména využívání temperování v nočních hodinách, popř. přerušování vytápění ve dnech volna a regulace délky období vytápění. V důsledku toho dochází oproti vyhlášce 291/2001 Sb. k významnému zkrácení skutečné doby vytápění a snižování spotřeby paliva. Pro ověření tohoto stavu byly provedeny výpočty měsíčních spotřeb energií za jednotlivé měsíce topného období. Výpočty jsou uvedeny v tabulkách uvedených v kapitole "spotřeba tepelné energie pro vytápění budov".

Vnější průměrné (referenční) podmínky:

Místo - Pardubický kraj: Litomyšl

Průměrný počet dní vytápění včetně temperování: budova školy 195 dnů/ a_{ref} .

budovy internátů 202 dní dnů/ a_{ref} .

Střední teplota venkovního vzduchu skut. vytápěcího období $\theta_{es} : +3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$

Výpočtová venkovní teplota $\theta_e : -15\text{ }^{\circ}\text{C}$

Převládající vnitřní teploty θ_i : jsou uvedeny pro jednotlivé budovy ve výpočtech tepelných ztrát budov

c) MODEL energetické potřeby za tzv. referenční rok

Na základě vypočtené roční potřeby tepla na vytápění jednotlivých budov SOŠ a SPGŠ Litomyšl za tzv. referenčních podmínek, na ohřev TV, spotřeby elektrické energie pro ostatní účely (zářivkové osvětlení, kuchyň, malé spotřebiče atd.) a dalších hodnot je na následující straně sestaven MODEL energetické potřeby. Referenčním rokem je označen rok se střední teplotou venkovního vzduchu ve vytápěcím období $+3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ při stávajícím způsobu provozování vytápěcích systémů a počtem dnů vytápění budovy školy a internátů 215. Střední teplota venkovního vzduchu byla určena na základě hodnot dlouhodobých průměrných měsíčních teplot. V MODELU je na základě předchozích výpočtů a na základě technických údajů výrobce uvažováno s průměrnou účinností zdrojů K1 88%, K2 a K3 89 %.

Potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za tzv. referenční rok - stávající stav - v GJ/a.ref.

Referenční rok	Tau-d	Ta-p	Tau	θi 1	θi 2	θi 3		θes	θe	Dst	Qc 1	f1 - 1	f2 - 1	f3 - 1	f4 - 1	Ec 1	Qc 2	f1 - 2	f2 - 2	f3 - 2	f4 - 2	Ec 2		Qc 3	f1 - 3	f2 - 3	f3 - 3	f4 - 4	Ec 3	Ec suma
Internát 1	215	24	18576000	18,02	13,10			3,09	-15	3000	129720	1,00	1,00	1,00	0,91	990,93	32117	1,00	1,00	1,00	0,91	193,29							0,00	1184,23
Internát 2	215	24	18576000	14,56	18,54	18,50		3,09	-15	3240	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	122,55	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	847,46	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	587,31	1557,32	
Škola	215	15	11617200	13,20	18,40			3,09	-15	3152	49865	1,00	0,70	1,00	0,90	130,84	349498	1,00	0,70	1,00	0,90	1172,51							0,00	1303,35
Celkem																1244,32						2213,26							587,31	4044,89

Model energetické potřeby

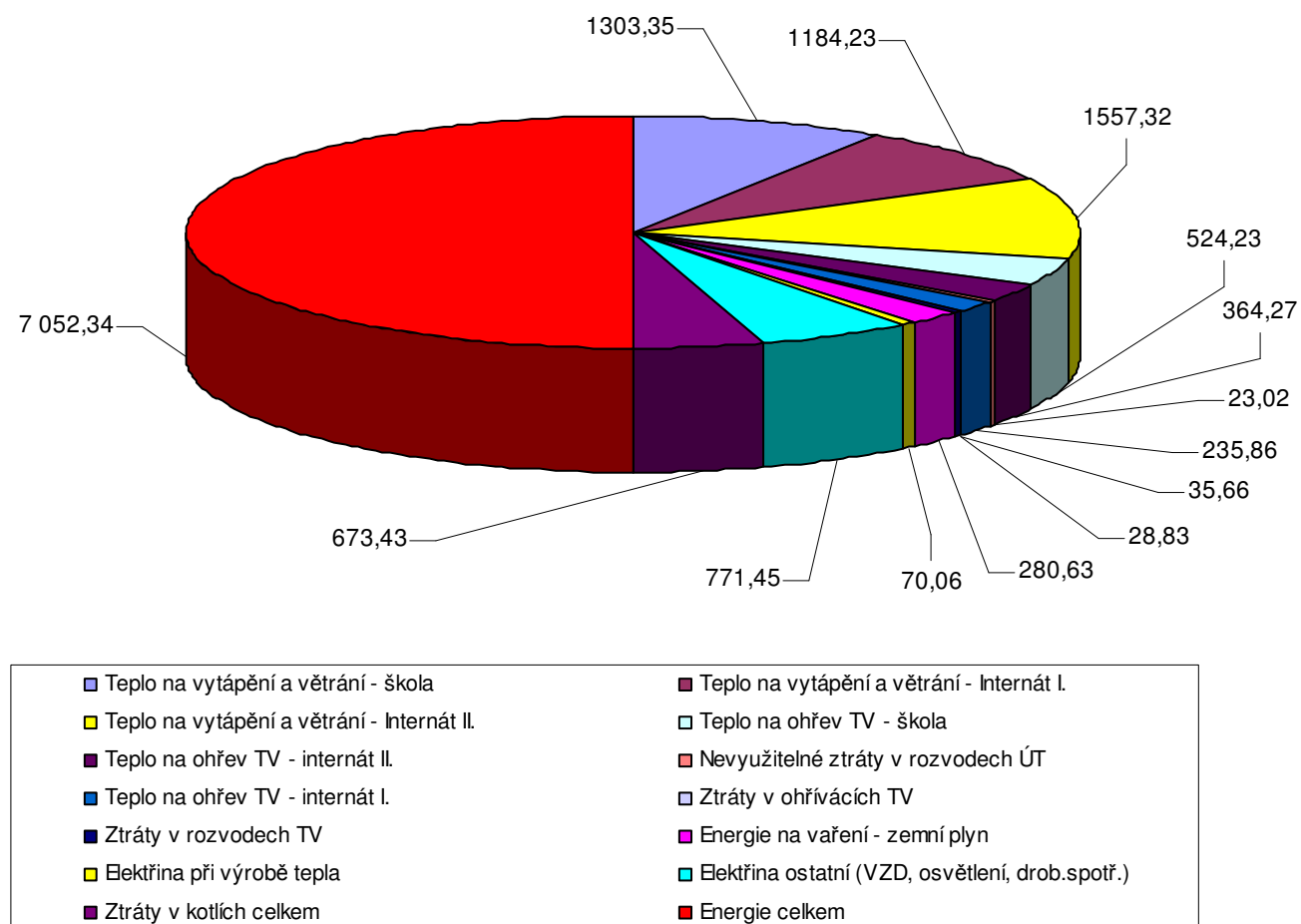
Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy Litomyšl

Stávající stav

(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov, obvyklý počet dní vytápění budovy školy a internátů 215, počet studentů a zaměstnanců v budově školy ≤ 900 , celkový počet ubytovaných studentů a zaměstnanců internátů ≤ 240 a počet jídel uvařených v kuchyni za tzv. referenční rok ≤ 169.000)

MODEL	Internát I.	Internát II.	Budova	VOŠP a SPGŠ
ENERGETICKÉ	(starý)	(nový)	školy	Litomyšl
POTŘEBY	(kotelna K2)	(kotelna K3)	(kotelna K1)	Celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	1 184,23	1 557,32	1 303,35	4 044,90
Nevyužitelné ztráty v rozvodech ÚT	23,02			23,02
Teplo na ohřev teplé vody (TV)	235,86	364,27	524,23	1 124,36
Ztráty v ohřívacích TV	6,05	9,34	13,44	28,83
Ztráty v rozvodech TV	7,48	11,55	16,63	35,67
Energie na vaření - zemní plyn	0,00	210,47	0,00	210,47
- elektřina	0,00	70,16	0,00	70,16
Elektřina při výrobě tepla	20,62	25,08	24,36	70,06
Elektřina ostatní (VZD, osvětlení, drob.spotř.)	99,97	441,23	215,53	756,73
Elektřina ATS	14,72	0,00	0,00	14,72
Ztráty v kotlích při výrobě tepla pro ÚT	149,21	192,48	177,73	519,42
Ztráty v kotlích při výrobě tepla při ohř. TV	30,82	47,60	75,59	154,01
Ztráty v kotlích celkem	180,03	240,08	253,32	673,43
Energie celkem	1 771,99	2 929,50	2 350,86	7 052,34

MODEL energetické potřeby VOŠP a SPŠ Litomyšl za tzv. referenční rok v GJ/a,ref - stávající stav



3.4 Základní tvar energetické bilance:

Ř	Ukazatel	Stávající stav	
		Energie GJ/a, ref.	Náklady Kč/a, ref.
1	Vstupy paliv a energie	7052,34	2 859 602
2	Změna zásob paliva	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	7052,34	2 859 602
4	Prodej energie cizím	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	7052,34	2 859 602
	z toho: elektřina	911,67	1 063 350
	zemní plyn	6140,68	1 796 252
6	Ztráty v kotlích	673,43	197 193
	z toho: ztráty v kotlích kot. K2	180,03	52 088
	z toho: ztráty v kotlích kot. K3	240,08	69 461
	z toho: ztráty v kotlích kot. K1	253,32	75 645
7	Ztráty pro ohřev TV	87,52	25 600
	z toho: ztráty v ohřívacích TV	28,83	8 466
	ztráty v rozvodech TV+ neuž. UT	58,69	17 134
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	5169,26	1 512 566
	z toho: spotřeba energie na vytápění z K2	1184,23	342 623
	spotřeba energie na vytápění z K3	1557,32	450 565
	spotřeba energie na vytápění z K1	1303,35	389 204
	spotř. energie na ohřev TV z K2	235,86	68 239
	spotř. energie na ohřev TV z K3	364,27	105 391
	spotř. energie na ohřev TV z K1	524,23	156 544
9	Spotř. energie na ostatní procesy (včetně paušálů)	1122,14	1 124 243
	z. toho: elektřina při výrobě tepla	70,06	81 569
	elektřina ostatní (osvětlení, drob. spotř.)	756,73	881 243
	zemní plyn pro technologii kuchyně	210,47	60 893
	elektřina pro technologii kuchyně	70,16	81 769
	elektřina pro ATS	14,72	18 769

Na základě MODELU energetické potřeby a energetické bilance v základním tvaru vyjadřujícím stávající stav energetické potřeby předmětu energetického auditu na úrovni primárních vstupů energie na vstupu do budov lze konstatovat, že celková potřeba zemního plynu za tzv. referenční rok činí $180.340 \text{ m}^3_{\text{N}}$, celková spotřeba elektřiny činí 253,2 MWh.

Protože v průběhu 4. čtvrtletí 2005 došlo k významným posunům cen za energie a další posun je předpokládán k 1.1. 2006, jsou ceny za energie v základním tvaru energetické bilance uvedeny v předpokládaných cenách platných k 1.1. 2006. Tímto způsobem budou objektivizovány přínosy z navržených energeticky úsporných opatření, jejichž ekonomické vyhodnocení vychází z energetické bilance v základním tvaru a současně podávají zadavateli informaci o předpokládaných výdajích za energie po 1.1. 2006.

3.5 Závěr celkové analýzy a zhodnocení energetického hospodářství

Z celkové analýzy jednotlivých potřeb budov Vyšší odborné školy a Střední pedagogické školy Litomyšl vyplývá, že hlavní podíl na spotřebě energie tvoří výroba a spotřeba tepla pro vytápění a větrání budov.

Na základě provedených výpočtů lze konstatovat, že zdroj tepla K1 ve vyhodnocovaném období 2002 – 2004 pracoval s průměrnou účinností 87,8 %, zdroje K2 a K3, pro které byla vzhledem ke společnému měření spotřeby zemního plynu zjištěna 1 hodnota, s průměrnou účinností 89,1 % .

Kotel LUMEX, instalovaný v K1, je podle sdělení provozovatele poruchový, ostatní instalované kotle ve všech 3 zdrojích jsou spolehlivé.

Vybavení zdrojů měřicí a regulační technikou je na nedostatečné úrovni, ekvitermní regulace na zdroji K1 není provozuschopná a bude třeba její kompletní obnovy, na zdroji K2 je třeba doplnit M+R techniku pro zónovou regulaci a pro časové programování, zdroj K3 je vybaven M+R technikou v dostatečném rozsahu.

Dynamická regulace vytápění, např. prostřednictvím ventilů s termostatickými hlavicemi, je instalována na vytápěcích systémech v budově školy a budově internátu II., na vytápěcí systém budovy internátu I. ji je třeba doplnit.

Provozovatel musí u budovy školy uvažovat nejdéle ve střednědobém horizontu s postupnou obnovou kotlů v K1, což platí i o K2 v budově internátu I. U

budovy internátu I. je třeba v horizontu 10-ti let uvažovat také s kompletní obměnou vytápěcího systému jako celku, tzn. s výměnou dosud nevyměněných vytápěcích těles i rozvodů tepla, s výměnou rozvodů a TV po budově včetně instalovaného boileru.

Izolace na rozvodech ÚT i TV v kotelnách K1 i K2 i na hlavních horizontálních rozvodech budovy školy i budovy internátu I. jsou v nedostatečných tloušťkách.

Vzduchotechniky zabezpečující větrání kuchyně, jídelny a fitness v budově internátu II. využívají odpadní teplo z odsávaného vzduchu, v kuchyni s podílem vzduchu ohřátého od tepelných spotřebičů, čímž dochází k významným úsporám.

Vzduchotechnické jednotky jsou dostatečně vybaveny vlastní M+R technikou.

Tepelně – technické vlastnosti budovy školy i budovy internátu I. SOŠ a SPGŠL Litomyšl jsou nevyhovující, což vyplývá z provedeného hodnocení energetické náročnosti budov dle vyhlášky MPO č 291/2001 Sb. a ČSN 73 0540. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny ve vyhodnocení energetické náročnosti objektů v přílohách. Možnost návrhů realizovatelných opatření je u budovy školy výrazně omezena památkovou ochranou budovy.

Rekapitulace vyhodnocení energetické náročnosti budov SOŠ a SPGŠL Litomyšl :

Hodnocení budov dle vyhlášky č. 291/2001 Sb. :

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Budova školy	29,6	28,6	Požadavek nesplněn
Budova internátu I.	36,8	30,7	Požadavek nesplněn
Budova internátu II.	25,7	31,4	Požadavek splněn

Hodnocení budovy dle ČSN 73 0540 :

Budova:	$U_{em}(W/m^2.K)$	$U_{em,N}(kWh/m^3.a)$	Klasifikace SEV
Budova školy	1,09	0,79	138
Budova internátu I.	1,08	0,69	157
Budova internátu II.	0,65	0,66	98

Celkově lze stav energetického hospodářství SOŠ a SPGŠ Litomyšl hodnotit jako neuspokojivý s tím, že výjimku tvoří nová budova internátu II. včetně jejích energetických zařízení.

Neuspokojivý je také stav průsvitných i neprůsvitných stavebních konstrukcí venkovních plášťů budov školy i internátu I. i jejich vytápěcích systémů včetně zdrojů, v důsledku toho je neuspokojivá i výše energetické potřeby na vytápění obou budov a výdajů za spotřebované energie.

Pro zefektivnění provozu energetického hospodářství a docílení úspor energie a nákladů souvisejících s vytápěním navrhuji následná energeticky úsporná opatření.

4. Návrh energeticky úsporných opatření

4.1 Opatření beznákladová

Finanční zainteresování obsluh zdrojů tepla a M+R pro vytápění na energetických úsporách, zpracování organizačního opatření k zabezpečení drobných energetických úspor

Beznákladová energeticky úsporná opatření jsou navržena na základě poznatků celkové analýzy energetického hospodářství předmětu energetického auditu, v rámci které byly objektivizovány spotřeby paliva na vytápění a větrání budov a výrobu teplé vody přepočtem na srovnávací úroveň venkovního prostředí charakterizovanou u budovy internátu I. $3.000 D^0/a_{ref.}$, internátu II. $3240 D^0/a_{ref.}$ a budovy školy $3.152 D^0/a_{ref.}$. Uvedeným výpočtem bylo zjištěno, že rozdíl ve spotřebě paliva na vytápění a větrání pro stejnou srovnávací úroveň je mezi rokem s nejvíce a nejméně hospodárným provozem zdrojů nezanedbatelný, u kotelny K1 v budově školy 9,24 % (1390,7 GJ za rok 2002 a 1532,3 rok 2004), u kotelny K2 (internát I.) činí pouze 0,98 % (1.119,7 GJ za rok 2003 a 1.108 GJ rok 2002) a u kotelny K3 (internát II.) činí 13,51 % (1717,6 GJ za rok 2003 a 1485,5 rok 2004).

Část tohoto rozdílu u kotelny K3 je zapříčiněna vlivem uvádění vytápěcího zařízení i celé budovy internátu II. v 1. pololetí 2003 do provozu, u kotelny K1 však zejména neuspokojivým technickým stavem kotlů a vlivem vyřazení nefungující regulační techniky na zdroji.

Za stávajícího stavu proto navrhuji do realizace navržených opatření na zdroji K1 realizovat nadále manuální regulaci vytápění s maximálním využíváním nočních a víkendových přerušování vytápění nebo útlumů vytápění dle venkovních klimatických podmínek.

Po realizaci navržených opatření na K1 navrhuji provádět na všech zdrojích – kotelnách K1, K2 i K3 – pravidelnou, nejlépe denní aktualizaci nastavení M+R techniky řídící vytápění, včetně snižování teplot v jednotlivých místnostech v dobách, kdy již nejsou využívány - např. v budově školy po skončení výuky prostřednictvím přestavení TRV, v internátech využívat i dopolední útlumy vytápění (po dobu trvání školní výuky, kdy žáci jsou ve škole) a docílit tak bez snižování teplot vnitřního vzduchu ve vytápěných místnostech v době jejich využití energetické úspory a zejména podle provozních možností využívat noční a víkendové přerušování vytápění nebo jeho útlumy.

Efektivním využíváním regulační techniky zabezpečit, aby vytápěné místnosti byly po dobu vyučování (provozu) racionálně vytápěny, tzn. učebny na $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, chodby a tělocvičnu na $\theta_i = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, pokoje na internátech na $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Např. snížení průměrné vnitřní teploty během topné sezony o 1 °C znamená v klimatických podmínkách města Litomyšl úsporu až 6 % energie na vytápění.

Navrhuji provádět pravidelné (např. měsíční) vyhodnocování spotřeby paliva na vytápění (např. GJ / D°) v kotelnách školy i internátů v závislosti na venkovní teplotě pomocí dennostupňové metody a obsluhu zdrojů, jejich regulační techniky (na zdrojích i vytápěcího řídicího systému) a vzduchotechnického zařízení internátu 2 na dosažených úsporách finančně zainteresovat.

Současně navrhuji pravidelně (např. měsíčně) vyhodnocovat spotřeby energie v kuchyni v závislosti na počtu uvařených pokrmů a personál kuchyně finančně zainteresovat na úsporách energie při vaření, neboť i drobnými změnami v technologických postupech při vaření lze docílit citelných úspor energie.

Pro zabezpečení drobných úspor energie zpracovat organizační směrnici obsahující tyto body:

- 1) pravidelné provádění intenzivního krátkodobého větrání učeben v budově školy v topném období
- 2) provádění pravidelného čištění krytů osvětlovacích těles
- 3) provádění pravidelného čištění oken a prosklených stěn internátu II.
- 4) hospodárné využívání osvětlovacích soustav, dle technických možností stávajícího zařízení využívat v učebnách např. dělené osvětlení dle jednotlivých řad
- 5) racionalizace technologických postupů při vaření pokrmů v kuchyni

Realizací výše uvedených beznákladových opatření lze v krátkodobém časovém horizontu předpokládat docílení úspor ve spotřebě energií $\geq 1,5 \%$.

Na následující straně je uveden MODEL energetické potřeby po realizaci beznákladových opatření v GJ za tzv. referenční rok.

<u>Model energetické potřeby</u>				
<u>Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy Litomyšl</u>				
<u>Stav po realizaci beznákladových energeticky úsporných opatřeních (bEUÓ)</u>				
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} = 3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov, obvyklý počet dní vytápění budovy školy 195 a budov internátů 202, počet studentů a zaměstnanců v budově školy ≤ 900 , celkový počet ubytovaných studentů a zaměstnanců internátů ≤ 240 a počet jídel uvařených v kuchyni za tzv. refrenční rok ≤ 169.000)				
MODEL	Internát I.	Internát II.	Budova	VOŠP a SPGŠ
ENERGETICKÉ	(starý)	(nový)	školy	Litomyšl
POTŘEBY	(kotelna K2)	(kotelna K3)	(kotelna K1)	Celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	1 166,47	1 533,96	1 283,80	3 984,23
Nevyužitelné ztráty v rozvodech ÚT	23,02			23,02
Teplo na ohřev teplé vody (TV)	235,86	364,27	524,23	1 124,36
Ztráty v ohřívacích TV	6,05	9,34	13,44	28,83
Ztráty v rozvodech TV	7,48	11,55	16,63	35,67
Energie na vaření - zemní plyn	0,00	207,31	0,00	207,31
- elektřina	0,00	69,11	0,00	69,11
Elektřina při výrobě tepla	20,37	24,78	24,11	69,26
Elektřina ostatní (VZD, osvětlení, drob.spotř.)	98,47	434,61	212,30	745,38
Elektřina ATS	14,72	0,00	0,00	14,72
Ztráty v kotlích při výrobě tepla pro ÚT	147,02	189,59	175,06	511,67
Ztráty v kotlích při výrobě tepla při ohř. TV	30,82	47,60	75,59	154,01
Ztráty v kotlích celkem	177,84	237,20	250,65	665,68
Energie celkem	1 750,28	2 892,13	2 325,16	6 967,57

**Upravená energetická bilance – stávající stav a stav po realizaci
beznákladových energeticky úsporných opatření:**

Ř	Ukazatel	Stávající stav		Po realizaci bEUO	
		Energie GJ/a, ref.	Náklady Kč/a, ref.	Energie GJ/a, ref.	Náklady Kč/a, ref.
1	Vstupy paliv a energie	7052,34	2 859 602	6967,57	2 825 771
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	7052,34	2 859 602	6967,57	2 825 771
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	7052,34	2 859 602	6967,57	2 825 771
	z toho: elektřina	911,67	1 063 350	898,47	1 048 398
	zemní plyn	6140,68	1 796 252	6069,10	1 777 373
6	Ztráty v kotlích	673,43	197 193	665,68	195 151
	z toho: ztráty v kotlích kot. K2	180,03	52 088	177,84	51 509
	z toho: ztráty v kotlích kot. K3	240,08	69 461	237,20	68 701
	z toho: ztráty v kotlích kot. K1	253,32	75 645	250,65	74 942
7	Ztráty pro ohřev TV	87,52	25 600	87,52	25 629
	z toho: ztráty v ohřívácích TV	28,83	8 466	28,83	8 476
	ztráty v rozvodech TV+ neuž. UT	58,69	17 134	58,69	17 153
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	5169,26	1 512 566	5108,59	1 496 548
	z toho: spotřeba energie na vytápění z K2	1184,23	342 623	1166,47	337 853
	spotřeba energie na vytápění z K3	1557,32	450 565	1533,96	444 293
	spotřeba energie na vytápění z K1	1303,35	389 204	1283,80	383 842
	spotř. energie na ohřev TV z K2	235,86	68 239	235,86	68 314
	spotř. energie na ohřev TV z K3	364,27	105 391	364,27	105 506
	spotř. energie na ohřev TV z K1	524,23	156 544	524,23	156 739
9	Spotř. energie na ostatní procesy (včetně paušálů)	1122,14	1 124 243	1105,78	1 108 443
	z. toho: elektřina při výrobě tepla	70,06	81 569	69,26	80 678
	elektřina ostatní (osvětlení, drob. spotř.)	756,73	881 243	745,38	868 372
	zemní plyn pro technologii kuchyně	210,47	60 893	207,31	60 045
	elektřina pro technologii kuchyně	70,16	81 769	69,11	80 579
	elektřina pro ATS	14,72	18 769	14,72	18 769

4.2 Opatření nákladová

Energeticky úsporná opatření na osvětlovacím zařízení v budově internátu I. - náhrada klasických zdrojů světla za nízkoenergetické, opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budovy internátu I., II. a budovy školy, opatření na zdroji tepla – kotelně K1 – náhrada stávajících kotlů kondenzačními , M + R technika - (regulace na zdrojích K1 a K2, dynamická regulace vytápění v budově internátu I.), opatření na izolacích rozvodů tepla a TV, obnovitelné zdroje

Varianta č. 1)

Opatření na osvětlovacích zařízeních v budově internátu I.,
náhrada klasických zdrojů světla nízkoenergetickými

V budově internátu I. je osvětlení ubytovacích kapacit, tzn. pokojů, jejich předsíní a sociálních zařízení, stejně jako kuchyněk, klubovny, posilovny, pokojů vychovatelů a dalších místností řešeno osvětlovacími tělesy s klasickými žárovkovými zdroji světla. Pro dosažení energetických úspor proto navrhuji ve všech svítidlech, kromě místností s pouze občasným pobytem osob (sklad prádla, komora, archiv apod.) nahradit klasické žárovky kompaktními nízkoenergetickým zářivkami.

Obvyklá doba provozu osvětlovacích soustav je podle jednotlivých měsíců vypočtena v následující tabulce, přičemž výpočet doby vychází z předpokladu, že osvětlení je obvykle uváděno do provozu 1 hodinu před západem slunce do 22:00 hodin.

Měsíc	Předpokl.	Západ slunce (hodin)			Prům.doba prov. osvětlení za den	Doba prov. osvětlení / měsíc (hod.)
	počet dní	začátek	konec	hodnota		
	s osvětlením	měsíce	měsíce	střed		
leden	22	16:09	16:59	16:34	6,50	143
únor	20	16:59	17:40	17:20	5,66	113
březen	16	17:42	18:30	18:06	5,00	80
duben	22	18:32	19:17	18:55	4,00	88
květen	14	19:19	19:59	19:39	3,00	42
září	20	18:54	17:41	18:17	0,51	10
říjen	22	17:38	16:39	17:08	5,00	110
listopad	21	16:37	16:02	16:20	6,66	140
prosinec	15	16:01	16:08	16:02	7,00	105
celkem	172					831

Sp.elektřiny klas. zdroji - internát I. VOŠP a SPGŠ Litomyšl				
Příkon	Součinitel		Prům.doba	Spotřeba elektřiny
žárovky	doby využití	Počet	prov. osv./a	za ref. rok
(W)	z vyp.doby	ks	(hod.)	(kWh)
100	1	95	831	7895
60	0,5	24	831	598
2x40	0,3	43	831	858
60	0,1	36	831	179
40	0,5	102	831	1695
celkem		300		9350

Sp.elektřiny klas. zdroji - internát I. VOŠP a SPGŠ Litomyšl				
Příkon	Součinitel		Prům.doba	Spotřeba elektřiny
komp.zářivky	doby využití	Počet	prov. osv./a	za ref. rok
(W)	z vyp.doby	ks	(hod.)	(kWh)
20	1	95	831	1579
11	0,5	24	831	110
2x9	0,3	43	831	858
11	0,1	36	831	33
9	0,5	102	831	381
celkem		300		2546

Opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budov

V rámci energeticky úsporného opatření – var. 1) - jsou navržena opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov (na systémové hranici budov).

U **budovy internátu I.** - ubytovací část - navrhuji stávající průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy, které jsou tvořeny dřevěnými zdvojenými okny a dřevěnými balkónovými dveřmi, nahradit novými, plastovými, kde u oken je $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, u dveří $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Celková plocha oken 145 m^2 , balkónových dveří 96 m^2 .

Svislé neprůsvitné konstrukce ubytovací části budovy internátu I. opatřit z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ≥ 100 mm, $\lambda \leq 0,034$ W/m * K , (případně jiný tepelně-izolační materiál ekvivalentních vlastností a tloušťky vrstvy) a vrstvou vnější omítky tl. ~ 15 mm ($\lambda \leq 0,80$ W/m*K), celková plocha zateplení 465,15 m². Kontaktní zateplovací systém provést tím způsobem, aby v 2. až 4. NP byly eliminovány vertikální tepelné mosty vznikající na každém z balkónů na styku dodatečně izolované zdi z dutých cihel tl. 150 mm a mezibalkonové zdi a horizontální tepelné mosty mezi dodatečně izolovanými zdmi z dutých cihel tl. 150 mm a stropem vyššího podlaží. Například tak, že mezibalkonové zdi z obou stran a stropy balkónů ze spodní strany budou dodatečně izolovány polystyrenem ($\lambda \leq 0,034$ W/m * K) tl. ≥ 30 mm.

Strop nad 4. NP opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034$ W/m * K) tl. ≥ 100 mm a vrstvu vnitřní omítky (např. štukové) tl. ~ 15 mm ($\lambda \leq 0,80$ W/m*K), celková plocha dodatečně izolovaných stropů z vnitřní strany 520 m². Dále části stropu nad 1. NP, které tvoří podlahu balkónů, vůči exteriéru opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034$ W/m * K) tl. ≥ 100 mm a vrstvu termoizolační omítky, tl. vrstvy ≥ 20 mm, ($\lambda \leq 0,06$ W/m*K). Vnitřní izolace na stropě 1. NP provést tím způsobem, aby byl eliminován horizontální tepelný most vznikající na styku svislé stěny 2. NP na balkónech a stropu nad 1. NP, například tak, že izolovaná plocha stropu nad 1. NP bude směrem do prostoru 1. NP rozšířena o min. 300 mm před vertikální úroveň (z pohledu zevnitř) obvodové zdi. Celková plocha vnitřní izolace stropu 1. NP: 58,7 m² (plocha pod balkóny) + 15,5 m² (rozšíření plochy), celkem 72,4 m².

Stávající průsvitné konstrukce venkovního pláště hospodářské části budovy nahradit novými, plastovými, kde u oken a prosklené stěny je $U_w \leq 1,4$ W/m² .K, u dveří $U_w \leq 1,6$ W/m² .K. Celková plocha oken 3,6 m², domovních dveří 6,88 m² a prosklené stěny 13,82 m².

U částí hospodářské budovy vytápěných na teploty $\theta_i \geq 15$ °C (hlavní vchod, vestibul u hlavního vchodu, vrátnice) navrhuji stávající svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy opatřit z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ≥ 100 mm, $\lambda \leq 0,034$ W/m

* K , (případně jiný tepelně-izolační materiál ekvivalentních vlastností a tloušťky vrstvy) a vrstvou vnější omítky tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$), celková plocha zateplení $21,0 \text{ m}^2$. Strop nad vytápěnými prostory hospodářské části budovy opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$) tl. $\geq 50 \text{ mm}$ a vrstvu vnitřní omítky (např. štukové) tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$), celková plocha dodatečně izolovaných stropů z vnitřní strany $82,72 \text{ m}^2$.

Vnitřní prosklenou stěnu ve vestibulu u hlavního vchodu včetně dvojích dveří nahradit novou, plastovou s dvojími plastovým dveřmi, plocha prosklených stěn ($U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) $13,82 \text{ m}^2$, plastových dveří ($U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) $6,88 \text{ m}^2$.

U **budovy školy** vzhledem k památkové ochraně a po konzultaci s kompetentními pracovníky Oddělení památkové péče MÚ Litomyšl nejsou na svislých neprůsvitných konstrukcích navržena opatření. Na podlahu půdy - stropu nad 3. NP budovy školy – položit desky z minerální plsti ($\lambda \leq 0,044 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$) tl. vrstvy $\geq 160 \text{ mm}$, celková plocha dodatečně izolovaného stropu $1320,22 \text{ m}^2$.

U průsvitných konstrukcí venkovního pláště budovy školy navrhuji ponechat stávající dřevěná dvojitá okna, která jsou v poměrně zachovalém stavu, provést celkovou repasi těchto oken (uzavírací mechanismy, dosedací plochy) a do spár osadit silikonové těsnění do drážky (tloušťka těsnění musí být zvolena montážní firmou tak, aby okna šla zavírat), čímž se součinitel spárové průvzdušnosti $i_{iv} \cdot 10^{-4}$ sníží na hodnotu $0,00008 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-n}$, celková délka spár oken budovy školy 3.960 m . V rámci repase oken nahradit jejich vnitřní skla za energeticky úsporná 4 mm SG skla (čirá), součinitel prostupu tepla okny tak snížit na hodnotu $U_w = 2,00 \text{ W.m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha oken u budovy internátu $817,52 \text{ m}^2$.

Z tabulek na následujících stranách je patrné, že po realizaci energeticky úsporného opatření – var. 1) - část konstrukcí venkovního pláště budov nesplňuje požadavky ČSN 73 0540 (2005) na jednotlivé stavební konstrukce.

Přesto, jak vyplývá z následujících vyhodnocení, budova internátu I. i budova internátu II. splňují po realizaci EÚO – var. 1) - požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb. i ČSN 73 0540 (změna 2005), budova školy splňuje pouze požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb., neboť možnost provádění úprav stavebních konstrukcí pro vylepšení jejich tepelně-technických vlastností vzhledem k památkové ochraně budovy je velmi omezená.

V protokolech o výpočtech tepelných ztrát budov, resp. výpočtu tepelného výkonu dle ČSN EN 12 831 je provedeno vyhodnocení potřeby energie na vytápění podle Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. s tímto výsledkem:

Označení budovy:	e_v (kWh/ m ³ *a)	e_{vN} (kWh/ m ³ *a)	Vyhodnocení:
Škola	26,3	28,6	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Internát I.	18,4	30,7	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Internát II.	25,7	31,4	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje

Hodnocení dle požadavků dle ČSN 73 0540-2/Z1 (2005), čl 9.

Označení budovy:	U_{em} (W/m ² *K)	$U_{em,N}$ (W/m ² *K)	Vyhodnocení:
Škola	0,95	0,79	$U_{em} \leq U_{em,N}$, nevyhovuje
Internát I.	0,49	0,69	$U_{em} \leq U_{em,N}$, vyhovuje
Internát II.	0,65	0,66	$U_{em} \leq U_{em,N}$, vyhovuje

V tabulkách na následujících stranách je provedeno porovnání hodnot součinitelů tepla stávajících konstrukcí na systémové hranici budovy a konstrukcí upravených dle návrhu obsaženém v energeticky úsporném opatření – var. 1) - včetně porovnání s požadavky ČSN 73 0540 (Změna 1: 2005)

Stávající stav		Plocha m ²	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po r. EÚO-V1)	Plocha m ²	EÚO - var. 1)		Vyhovuje
Škola	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.PP	ZdCP1000/ext.	310.6	0.68	0.38	Nevyhovuje	ZdCP1000/ext.	310.6	0.68	0.38	Nevyhovuje
	ZdPC800/ext.	307.9	0.82	0.38	Nevyhovuje	ZdPC800/ext.	307.9	0.82	0.38	Nevyhovuje
	Okno dvojité se	31.3	2.30	2,00	Nevyhovuje	Okno dvojité se	31.3	2.00	2,00	Vyhovuje
	Dveře domovní d	1.6	2.60	2,00	Nevyhovuje	Dveře domovní d	1.6	2.60	2,00	Nevyhovuje
	ZdCP1000/zem	170.3	0.62	0,60	Nevyhovuje	ZdCP1000/zem	170.3	0.62	0,60	Nevyhovuje
	ZdPC800/zem	161.5	0.74	0,60	Nevyhovuje	ZdPC800/zem	161.5	0.74	0,60	Nevyhovuje
	Podl.PP/k.d.	763.4	0.47	0,60	Vyhovuje	Podl.PP/k.d.	763.4	0.47	0,60	Vyhovuje
	Podl.PP/b.maz.	379.9	0.47	0,60	Vyhovuje	Podl.PP/b.maz.	379.9	0.47	0,60	Vyhovuje
	Str.PP/1.NP Ter	235.1	0.92	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NP Ter	235.1	0.92	2,20	Vyhovuje
	Str.PP/1.NPpar	908.2	0.83	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NPpar	908.2	0.83	2,20	Vyhovuje
1.-3.NP	ZdPC600/etx.	2611.4	1.03	0,38	Nevyhovuje	ZdPC600/etx.	2611.4	1.03	0,38	Nevyhovuje
	Okno dvojité se	786.2	2.30	2,00	Nevyhovuje	Okno dvojité se	786.2	2.00	2,00	Vyhovuje
	Dveře domovní d	10.5	2.60	2,00	Nevyhovuje	Dveře domovní d	10.5	2.60	2,00	Nevyhovuje
	Podl. ter/zem	36.4	0.49	0,60	Vyhovuje	Podl. ter/zem	36.4	0.49	0,60	Vyhovuje
	Podl. park/zem	140.5	0.46	0,60	Vyhovuje	Podl. park/zem	140.5	0.46	0,60	Vyhovuje
	Str.3.NP	1320.2	0.91	0,30	Nevyhovuje	Str.3.NP	1320.2	0.21	0,30	Vyhovuje
	Str.PP/1.NP Ter	271.5	0.92	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NP Ter	271.5	0.92	2,20	Vyhovuje
	Str.PP/1.NPpar	1048.7	0.83	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NPpar	1048.7	0.83	2,20	Vyhovuje

Stávající stav		Plocha m ²	Stávající stav		Vyhovuje Nevyhovuje	Stav po r. EÚO-V1)		Plocha m ²	EÚO - var. 1)		Vyhovuje Nevyhovuje
Int. 1	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)		Konstrukce	U (W/m ² .K)		U _N (W/m ² .K)		
Ob.č.	Zd.plynos.400	96.4	0.45	0.38	N	Zd.plynos.400 i	96.4	0.19	0.38	V	
	Zd.pan.štít.s o	368.8	1.19	0.38	N	Zd.pan.štít.s o	368.8	0.26	0.38	V	
	Výpl.zdi.DC150	149.8	1.86	0.38	N	Výpl.zdi.DC150	149.8	0.29	0.38	V	
	Okno dř.zdvoj 2	145.0	2.90	2.00	N	Ok.plast.iz2sk	145.0	1.40	2.00	V	
	Dv.bal.dř.zdvoj	96.4	4.65	2.00	N	Dveře plastové	96.4	1.60	2.00	V	
	Str. int.1/bal	58.7	1.19	0.24	N	Str. int.1/bal	58.7	0.24	0.24	V	
	Nadpr.panel vyb	19.3	1.30	0.38	N	Nadpr.panel izp	19.3	0.27	0.38	V	
	Parapet.panel	46.5	1.30	0.38	N	Parapet.panel i	46.5	0.27	0.38	V	
	Podl.KD	208.6	0.47	0.60	V	Podl.KD	208.6	0.47	0.60	V	
	Podl.PVC	354.3	0.43	0.60	V	Podl.PVC	354.3	0.43	0.60	V	
	Podl.bet	15.7	0.79	0.60	N	Podl.bet	15.7	0.79	0.60	N	
	Str.int.1	519.8	0.30	0.24	N	Str.int.1 izpol	519.8	0.16	0.24	V	
	Zd.š íť/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	Zd.š íť/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	
	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	
Hos.č.	ZdCDm240	191.7	1.79	0,38	N	ZdCDm240	88.1	1.79	0,38	N	
	Okno dř.zdvoj 2	3.6	2.90	2,00	N	Ok.plast.iz2sk	3.6	1.40	2,00	V	
	Str.hosp.bud.	300.7	0.31	0,24	N	Str.hosp.bud.	300.7	0.31	0,24	N	
	Podl.KD	59.2	0.47	0,60	V	ZdCDm240izpoly	36.8	0.28	0,38	V	
	Zd.bet.	84.0	0.95	0,60	N	Str.hosp.bud.do	66.7	0.21	0,24	V	
	Podl.kotelny	93.4	0.97	0,60	N	Podl.KD	59.2	0.47	0,60	V	
	Podl.bet.maz.	148.1	0.81	0,60	N	Zd.bet.	84.0	0.95	0,60	N	
	Dveře domovní k	6.9	6.50	3,50	N	Podl.kotelny	93.4	0.97	0,60	N	
	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	3,50	N	Podl.bet.maz.	148.1	0.81	0,60	N	
	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	Dveře plastové	6.9	1.60	2,20	V	
	Zd.š íť/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,20	V	
Vstup	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	3,50	N	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	
	Dveře domovní k	6.9	6.50	3,50	N	Zd.š íť/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	
	ZdCDm240	16.8	1.79	0,38	N	Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,20	V	
	Str.hosp.bud.	16.0	0.31	0,24	N	Dveře plastové	6.9	1.60	2,20	V	
	Podl.KD	16.0	0.47	0,60	V	ZdCDm240 izpoly	16.8	0.28	0,38	V	
	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	2,00	N	Str.hosp.bud.do	16.0	0.21	0,24	V	
	Dveře domovní k	6.9	6.50	2,00	N	Podl.KD	16.0	0.47	0,60	V	
						Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,00	V	
						Dveře plastové	6.9	1.60	2,00	V	

Stávající stav		Plocha	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po r. EÚO-V1)	Plocha	EÚO - var. 1)		Vyhovuje
Int. II.	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.PP	Zd.Poro45s.o./e	5.0	1.04	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro45s.o./e	5.0	1.04	0,38	Nevyhovuje
	ZdCP450/zem	9.6	0.44	0,60	Vyhovuje	ZdCP450/zem	9.6	0.44	0,60	Vyhovuje
	Zd.Poro44P+D/ze	2.4	0.21	0,60	Vyhovuje	Zd.Poro44P+D/ze	2.4	0.21	0,60	Vyhovuje
	Podl.výsky1	70.5	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.výsky1	70.5	0.51	0,60	Vyhovuje
	Zd.Poro44P+D/ze	5.3	0.21	0,60	Vyhovuje	Zd.Poro44P+D/ze	5.3	0.21	0,60	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	2.0	2.40	2,60	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	2.0	2.40	2,60	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	70.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	70.5	0.90	2,20	Vyhovuje
	ZdPoro125vni	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro125vni	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro250_ext.	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_ext.	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje
	Zd.Poro45s.o./e	27.1	1.04	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro45s.o./e	27.1	1.04	0,38	Nevyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	0.8	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	0.8	1.85	2,00	Vyhovuje
	ZdCP450/zem	121.8	0.44	0,60	Vyhovuje	ZdCP450/zem	121.8	0.44	0,60	Vyhovuje
	Zd.Poro44P+D/ze	39.8	0.21	0,60	Vyhovuje	Zd.Poro44P+D/ze	39.8	0.21	0,60	Vyhovuje
	Zd250/zem	18.3	0.50	0,60	Vyhovuje	Zd250/zem	18.3	0.50	0,60	Vyhovuje
	Zdbet.300/zem	114.5	0.50	0,60	Vyhovuje	Zdbet.300/zem	114.5	0.50	0,60	Vyhovuje
	Zd.bet325/zem	22.8	0.49	0,60	Vyhovuje	Zd.bet325/zem	22.8	0.49	0,60	Vyhovuje
	Podl.PVC	94.6	0.50	0,60	Vyhovuje	Podl.PVC	94.6	0.50	0,60	Vyhovuje
	Podl.T.dl.	151.9	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.T.dl.	151.9	0.54	0,60	Vyhovuje
	Podl.bet	210.4	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.bet	210.4	0.54	0,60	Vyhovuje
	Podl.výsky1	24.1	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.výsky1	24.1	0.51	0,60	Vyhovuje
	Podl.výsky2	71.9	0.68	0,60	Nevyhovuje	Podl.výsky2	71.9	0.68	0,60	Nevyhovuje
	ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	2,00	Nevyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	2,00	Nevyhovuje
	ZdPoro125	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro125	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje
	ZdPoro 250	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje	ZdPoro 250	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	2,20	Vyhovuje
	po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	2,20	Vyhovuje	po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	2,20	Vyhovuje
	Str.intr.2-B	88.9	1.53	2,20	Vyhovuje	Str.intr.2-B	88.9	1.53	2,20	Vyhovuje

Stávající stav		Plocha	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po r. EÚO-V1)	Plocha	EÚO - var. 1)		Vyhovuje
Int. II.	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.NP	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje
	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje
	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje
	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje
	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje
	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje
	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.85	2,00	Vyhovuje
	Po marm./zem	211.4	0.50	0,60	Vyhovuje	Po marm./zem	211.4	0.50	0,60	Vyhovuje
	Str.Jídelna	211.4	0.26	0,24	Nevyhovuje	Str.Jídelna	211.4	0.26	0,24	Nevyhovuje
	Zd.send.vni	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vni	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vni	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vni	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje
	Dých.stěna	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Dých.stěna	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje
	ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	0,38	Vyhovuje
	Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	0,38	Nevyhovuje
	Zd.slož.ext.	14.8	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	14.8	0.26	0,38	Vyhovuje
	Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	2,00	Vyhovuje	Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	2,00	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.85	2,00	Vyhovuje

	Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.85	2,00	Vyhovuje
	Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	0,24	Vyhovuje
	Po marm./zem	533.1	0.50	0,60	Vyhovuje	Po marm./zem	533.1	0.50	0,60	Vyhovuje
	Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	0,60	Vyhovuje
	Podl.výsky1/ze	22.5	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.výsky1/ze	22.5	0.51	0,60	Vyhovuje
	Dveře plastové	4.1	1.60	2,00	Vyhovuje	Dveře plastové	4.1	1.60	2,00	Vyhovuje
	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje
	ZdPoro115vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro115vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.žel.B	26.7	2.56	2,20	Vyhovuje	Zd.žel.B	26.7	2.56	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje
	Str.ko s výsy	113.3	0.81	2,20	Vyhovuje	Str.ko s výsy	113.3	0.81	2,20	Vyhovuje
	Str. ko s marm.	845.2	0.65	2,20	Vyhovuje	Str. ko s marm.	845.2	0.65	2,20	Vyhovuje
	Str.ko.s-KD	332.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Str.ko.s-KD	332.5	0.90	2,20	Vyhovuje
2.-3.NP	ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.85	2,00	Vyhovuje
	Proskl.fas.	304.2	1.85	2,00	Vyhovuje	Proskl.fas.	304.2	1.85	2,00	Vyhovuje
	Zd.slož.ext.	53.7	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	53.7	0.26	0,38	Vyhovuje
	Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	0,24	Vyhovuje
	Str.3.NP 2	229.9	0.23	0,24	Vyhovuje	Str.3.NP 2	229.9	0.23	0,24	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	2,20	Vyhovuje
	po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	2,20	Vyhovuje	po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	2,20	Vyhovuje

Opatření na zdroji tepla – kotelně K 1, náhrada stávajících kotlů kondenzačními

Vzhledem k opotřebení kotlů v kotelně K1 a jejich poruchovosti navrhuji instalovat nové. Pro vytápění navrhuji stávající 3 kotle nahradit kondenzačními stacionárními kotli na zemní plyn o jmenovitém výkonu $3 \cdot 130 \text{ kW}$. Kotle instalovat na místa stávajících s maximálním využitím stávajících rozvodů ÚT v kotelně i odtahů spalin.

Prostřednictvím nové M+R techniky nové kotle automaticky kaskádově přiřazovat do provozu podle momentální potřeby tepla na vytápění a větrání.

Pro řádné využití kondenzačního efektu nových kotlů je nutné uzpůsobit i rozvody ve stávající kotelně. Do vytápěcího systému neinstalovat prvky zvyšující teplotu na zpátečky (např. čtyřcestné směšovací ventily, vyřadit ze systému stávající anuloid), ekvitermní regulaci realizovat pouze trojcestnými ventily) a z téhož důvodu po celou dobu provozu ÚT oddělit od systému ÚT a systém ohřevu teplé vody, který je realizován v 2 boilerech OVS 21 – 1000 l. Systém v kotelně je již v současné době tímto způsobem provozován. Boiler je vytápěn topnou vodou o teplotě 90°C , vratná voda o teplotě 70°C vracející se z boileru by propojení systému ÚT a systému ohřevu TV nežádoucím způsobem zvyšovala teplotu zpáteček do kondenzačních kotlů, což by v důsledku znamenalo omezení efektu kondenzace a snížení jejich účinnosti (normovaného stupně využitelnosti).

Ohřev TV proto navrhuji provádět stávajícím způsobem, jako zdroj tepla pro ohřev TV nadále používat samostatně kotel DAKON 30 EKO, instalovaný do kotelny v roce 2005, pro případ jeho poruchy ponechat v systému kotelny potrubí propojující systém ÚT a ohřevu TV (při standardním provozu jsou armatury na těchto potrubích uzavřeny).

Max. potřeba tepla pro vytápění a větrání (prov. špičky) – kondenzační kotle – (kW):

- | | |
|---|-----|
| 1) potřeba tepla na vytápění (při přerušovaném provozu ÚT) | 367 |
| 2) ohřev TUV + $0,8 \cdot$ potřeba tepla na vytápění | - |

Záloha na kondenzačních kotlových jednotkách při výpadku největšího kotle (%):

$$\frac{3 \cdot 130 - 130}{367} \cdot 100 = 70,8 \% \quad - \quad \text{vyhovuje}$$

Měřicí a regulační technika

Kotelna K2 – internát I.

Za stávajícího stavu není kotelna K2 vybavena v dostatečné míře M+R technikou na zdroji, neboť ekvitermní regulací teploty topné vody je vybavena pouze východní větev, západní větev (a více osluněná strana budovy) je regulována pouze nastavením teploty topné vody na výstupu z kotle. Totéž platí o topné větvi pro hospodářskou část budovy.

Vytápěcí systém obytné části internátu I. je rozdělen na 2 hlavní vytápěcí větve – východní a západní – a je tak dobře uzpůsoben pro instalaci zónové ekvitermní regulace vytápění. Navrhuji proto na vytápěcí větve pro západní stranu obytné části budovy a na vytápěcí větev pro hospodářskou část budovy instalovat třícestné směšovací ventily, prostřednictvím nichž bude přimíchávána ochlazená zpětná voda z ÚT do topné vody. Provozní nastavení směšovacích ventilů, včetně stávajícího na východní větvi, realizovat nadřazeným regulátorem, popř. regulátory, s možností programování doby vytápění v alespoň týdenním cyklu tak, aby bylo možné v maximální možné míře využívat útlumy vytápění, popř. jeho přerušování a tak optimalizovat dobu vytápění bez potřeby častých manuálních zásahů obsluhy kotelny. Čidla teploty venkovního vzduchu, spojená s regulátorem (regulátory), instalovat na východní a západní stranu obytné části budovy.

Regulaci teploty teplé vody v ohříváku realizovat prostřednictvím M+R techniky obsahující regulátor, teplotní čidlo teplé vody u výstupu z ohříváku a

uzavírací ventil se servopohonem na potrubí přivádějícím topnou vodu do vytápěcího tělesa v ohříváku.

Kotelna K1 – budova školy

Současně s výměnou kotlů pro ÚT obnovit stávající regulační techniku instalovanou v kotelně K1, tzn. nahradit stávající trojcestné směšovací ventily na jednotlivých vytápěcích větvích novými, regulátory Komexterm nahradit novými s možností programování v nejméně týdenním cyklu tak, aby doba provozu ÚT byla denně řízena podle skutečného časového využití budovy a bylo maximalizováno využívání útlumů či přerušování vytápění v odpoledních, večerních a nočních hodinách včetně víkendových útlumů.

Regulaci teploty teplé vody v ohřívácích realizovat prostřednictvím nové M+R techniky obsahující regulátor, teplotní čidlo teplé vody u výstupu TV z ohříváků a uzavírací ventily se servopohonem na potrubí přivádějícím topnou vodu do vytápěcího tělesa v ohříváku.

Budova internátu I. – dynamická regulace vytápění

Pro identifikaci a využití vnějších a vnitřních tepelných zisků vytápěné budovy I. navrhuji instalovat na všechna topná tělesa termostatické ventily. K termostatickým ventilům použít hlavice v provedení s odolností proti neoprávněné manipulaci a jiným vnějším zásahům.

Izolace na rozvodech ÚT a TV

Po provedených úpravách budou v kotelnách K1 i K2 rozvody ÚT, ohřevu TV a TV opatřeny dodatečnými izolacemi potrubí včetně nových izolací armatur, aby tloušťka izolační vrstvy odpovídala požadavkům Vyhlášky MPO č. 151/2001 Sb. (celková tloušťka izolační vrstvy u potrubí a armatur s $40 \geq DN \geq 100$ byla $\geq DN$,

armatury izolovat rozebíratelným způsobem. Izolace provést izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,040 \text{ W/m.K}$).

Stejným způsobem navrhuji doizolovat i hlavní horizontální, volně přístupné rozvody ÚT i TV v budově školy.

Potřeby tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli vypočtené dennostupňovou metodou po realizaci navrženého energeticky úsporného opatření – var. 1) - za rok za průměrných podmínek území České republiky definovaných vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. (střední teplota venkovního vzduchu v průběhu topného období $+3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dnů vytápění 242, 24 hodin/den)

Škola	2.180 GJ	~	605.534 kWh
Internát I.	523 GJ	~	145.286 kWh
Internát II.	1.131 GJ	~	314.216 kWh

Potřeby tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli po realizaci energeticky úsporného opatření – var. 1) - za tzv. referenční rok (rok s místně průměrnými vnitřními a vnějšími klimatickými podmínkami a s místně obvyklým provozním režimem):

V tabulce na následující straně je dennostupňovou metodou vypočtena potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za místně průměrných podmínek – tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dní vytápění budovy školy a budov internátu 215 a obvyklém provozním režimu vytápění:

Škola	1.081 GJ	~	300.278 kWh
Internát I.	702 GJ	~	195.000 kWh
Internát II.	1.557 GJ	~	432.500 kWh

Potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za tzv. referenční rok po realizaci EÚO - varianta 1) - v GJ/a,ref.																														
Referenční rok	Tau-d	Ta-p	Tau	θi 1	θi 2	θi 3		θes	θe	Dst	Qc 1	f1 - 1	f2 - 1	f3 - 1	f4 - 1	Ec 1	Qc 2	f1 - 2	f2 - 2	f3 - 2	f4 - 2	Ec 2	Qc 3	f1 - 3	f2 - 3	f3 - 3	f4 - 4	Ec 3	Ec suma	
Internát 1	215	24	18576000	18,02	13,10			3,09	-15	2997	81515	1,00	1,00	1,00	0,85	581,96	21312	1,00	1,00	1,00	0,85	119,87						0,00	701,83	
Internát 2	215	24	18576000	14,56	18,54	18,50		3,09	-15	3240	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	122,55	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	847,46	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	587,31	1557,32	
Škola	215	15	11617200	13,20	18,40			3,09	-15	3152	49561	1,00	0,67	1,00	0,85	117,55	317559	1,00	0,67	1,00	0,85	963,05						0,00	1080,60	
Celkem																822,06						1930,38						587,31	3339,75	

Model energetické potřeby

Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy Litomyšl

Stav po realizaci bEÚO a energeticky úsporných opatření - varianta č.1)

(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov, obvyklý počet dní vytápění budovy školy a budov internátů 215, počet studentů a zaměstnanců v budově školy ≤ 900 , celkový počet ubytovaných studentů a zaměstnanců internátů ≤ 240 a počet jídel uvařených v kuchyni za tzv. referenční rok ≤ 169.000)

MODEL	Internát I.	Internát II.	Budova	VOŠP a SPGŠ
ENERGETICKÉ	(starý)	(nový)	školy	Litomyšl
POTŘEBY	(kotelna K2)	(kotelna K3)	(kotelna K1)	Celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	691,30	1 533,96	1 064,39	3 289,65
Nevyužitelné ztráty v rozvodech ÚT	23,02			23,02
Teplo na ohřev teplé vody (TV)	235,86	364,27	524,23	1 124,36
Ztráty v ohřívacích TV	6,05	9,34	13,44	28,83
Ztráty v rozvodech TV	7,48	11,55	16,63	35,67
Energie na vaření - zemní plyn	0,00	207,31	0,00	207,31
- elektřina	0,00	69,11	0,00	69,11
Elektřina při výrobě tepla	13,64	24,78	21,35	59,77
Elektřina ostatní (VZD, osvětlení, drob.spotř.)	73,97	434,61	212,30	720,88
Elektřina ATS	14,72	0,00	0,00	14,72
Ztráty v kotlích při výrobě tepla pro ÚT	88,29	189,59	32,92	310,80
Ztráty v kotlích při výrobě tepla při ohř. TV	30,82	47,60	75,59	154,01
Ztráty v kotlích celkem	119,11	237,20	108,51	464,81
Energie celkem	1 185,16	2 892,13	1 960,85	6 038,13

Upravená energetická bilance vyjadřující spotřebu energie po realizaci beznákladových energeticky úsporných opatření a po realizaci nákladových energeticky úsporných opatření – var. č. 1):

Ř	Ukazatel	Po realizaci bEUO		Po realizaci EUO - v.1)	
		Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.	Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	6967,57	2 825 771	6038,13	2 551 074
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	6967,57	2 825 771	6038,13	2 551 074
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	6967,57	2 825 771	6038,13	2 551 074
	z toho: elektřina	898,47	1 048 398	864,48	1 009 871
	zemní plyn	6069,10	1 777 373	5173,65	1 541 202
6	Ztráty v kotlích	665,68	195 151	464,81	137 871
	z toho: ztráty v kotlích kot. K2	177,84	51 509	119,11	34 977
	z toho: ztráty v kotlích kot. K3	237,20	68 701	237,20	69 652
	z toho: ztráty v kotlích kot. K1	250,65	74 942	108,51	33 242
7	Ztráty při ohřevu TV	87,52	25 629	87,52	26 081
	z toho: ztráty v ohřívácích TV	28,83	8 476	28,83	8 637
	ztráty v rozvodech TV+ neuž.ÚT	58,69	17 153	58,69	17 444
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	5108,59	1 496 548	4414,01	1 316 373
	z toho: spotřeba energie na vytápění z K2	1166,47	337 853	691,30	203 000
	spotřeba energie na vytápění z K3	1533,96	444 293	1533,96	450 446
	spotřeba energie na vytápění z K1	1283,80	383 842	1064,39	326 093
	spotř.energie na ohřev TV z K2	235,86	68 314	235,86	69 260
	spotř.energie na ohřev TV z K3	364,27	105 506	364,27	106 968
	spotř.energie na ohřev TV z K1	524,23	156 739	524,23	160 606
9	Spotř.energie na ostatní procesy (včetně paušálů)	1105,78	1 108 443	1071,79	1 070 748
	z. toho: elektřina při výrobě tepla	69,26	80 678	59,77	69 692
	elektřina ostatní (osvětlení, drob.spotř.)	745,38	868 372	720,88	840 719
	zemní plyn pro technologii kuchyně	207,31	60 045	207,31	60 876
	elektřina pro technologii kuchyně	69,11	80 579	69,11	80 693
	elektřina pro ATS	14,72	18 769	14,72	18 769

Předpokládané celkové výdaje na realizaci EÚO – varianta č.1) :

Škola - zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....449.000 Kč
 - výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG)646.000 Kč
 - silikonové těsnění do drážky do spár oken.....218.000 Kč
 - výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže1,250.000 Kč
 - dodatečné izolace na rozvodech25.000 Kč
 - M+R technika na zdroji (K1)120.000 Kč

Internát I. - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- plastová okna – obytl. část	580.000 Kč
- balkónové dveře - plastové	624.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- plastové domovní dveře v průhledných stěnách	89.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....	110.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
<hr/>	
Celkové výdaje na realizaci EÚO – varianta č.1):.....	5,236.000 Kč

Varianta č. 2)

Opatření na osvětlovacích zařízeních v budově internátu I.,
náhrada klasických zdrojů světla nízkoenergetickými

V budově internátu I. je osvětlení ubytovacích kapacit, tzn. pokojů, jejich předsíní a sociálních zařízení, stejně jako kuchyněk, klubovny, posilovny, pokojů vychovatelů a dalších místností řešeno osvětlovacími tělesy s klasickými žárovkovými zdroji světla. Pro dosažení energetických úspor proto navrhuji ve všech svítidlech, kromě místností s pouze občasným pobytem osob (sklad prádla, komora, archiv apod.) nahradit klasické žárovky kompaktními nízkoenergetickými zářivkami.

Obvyklá doba provozu osvětlovacích soustav je podle jednotlivých měsíců vypočtena v následující tabulce, přičemž výpočet doby vychází z předpokladu, že osvětlení je obvykle uváděno do provozu 1 hodinu před západem slunce do 22:00 hodin.

Měsíc	Předpokl.	Západ slunce (hodin)			Prům.doba	Doba prov.
	počet dní	začátek	konec	hodnota	prov. osvětlení	osvětlení /
	s osvětlením	měsíce	měsíce	střed	za den	měsíc (hod.)
leden	22	16:09	16:59	16:34	6,50	143
únor	20	16:59	17:40	17:20	5,66	113
březen	16	17:42	18:30	18:06	5,00	80
duben	22	18:32	19:17	18:55	4,00	88
květen	14	19:19	19:59	19:39	3,00	42
září	20	18:54	17:41	18:17	0,51	10
říjen	22	17:38	16:39	17:08	5,00	110
listopad	21	16:37	16:02	16:20	6,66	140
prosinec	15	16:01	16:08	16:02	7,00	105
celkem	172					831

Sp.elektřiny klas. zdroji - internát 1 VOŠP a SPGŠ Litomyšl				
Příkon	Součinitel		Prům.doba	Spotřeba elektřiny
žárovky	doby využití	Počet	prov. osv./a	za ref. rok
(W)	z vyp.doby	ks	(hod.)	(kWh)
100	1	95	831	7895
60	0,5	24	831	598
2x40	0,3	43	831	858
60	0,1	36	831	179
40	0,5	102	831	1695
celkem		300		9350

Sp.elektřiny klas. zdroji - internát 1 VOŠP a SPGŠ Litomyšl				
Příkon	Součinitel		Prům.doba	Spotřeba elektřiny
komp.žárovky	doby využití	Počet	prov. osv./a	za ref. rok
(W)	z vyp.doby	ks	(hod.)	(kWh)
20	1	95	831	1579
11	0,5	24	831	110
2x9	0,3	43	831	858
11	0,1	36	831	33
9	0,5	102	831	381
celkem		300		2546

Opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budov

V rámci varianty č. 2) jsou navržena opatření na průsvitných a neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov (na systémové hranici budov).

U budovy **internátu I.** - ubytovací část - navrhuji stávající průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy, které jsou tvořeny dřevěnými zdvojenými okny a dřevěnými balkónovými dveřmi, nahradit novými, plastovými, kde je u oken $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ a u dveří $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Celková plocha oken 145 m^2 , balkónových dveří 96 m^2 .

Svislé neprůsvitné konstrukce ubytovací části budovy internátu I. opatřit z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu $\geq 100 \text{ mm}$, $\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (případně jiný tepelně-izolační materiál ekvivalentních vlastností a tloušťky vrstvy) a vrstvou vnější omítky tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m} \cdot \text{K}$), celková plocha zateplení $465,15 \text{ m}^2$. Kontaktní zateplovací systém provést tím způsobem, aby v 2. až 4. NP byly eliminovány vertikální tepelné mosty vznikající na každém z balkónů na styku dodatečně izolované zdi z dutých cihel tl. 150 mm a mezibalkonové zdi a horizontální tepelné mosty mezi dodatečně izolované zdi z dutých cihel tl. 150 mm a stropem vyššího podlaží. Například tak, že mezibalkonové zdi z obou stran a stropy balkónů ze spodní strany budou dodatečně izolovány polystyrenem ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) tl. $\geq 30 \text{ mm}$.

Strop nad 4.NP opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) tl. $\geq 100 \text{ mm}$ a vrstvu vnitřní omítky (např. štukové) tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m} \cdot \text{K}$), celková plocha dodatečně izolovaných stropů z vnitřní strany 520 m^2 . Části stropu nad 1. NP, které tvoří podlahu balkónů vůči exteriéru, opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) tl. $\geq 100 \text{ mm}$ a vrstvu termoizolační omítky, tl. vrstvy $\geq 20 \text{ mm}$, ($\lambda \leq 0,06 \text{ W/m} \cdot \text{K}$). Vnitřní izolace na stropě 1. NP provést tím způsobem, aby byl eliminován horizontální tepelný most vznikající na styku svislé stěny 2. NP na balkónech a stropu nad 1. NP, například tak, že izolovaná plocha stropu nad 1. NP bude směrem

do prostoru 1. NP rozšířena o min. 300 mm před vertikální úroveň (z pohledu zevnitř) obvodové zdi. Celková plocha vnitřní izolace stropu 1. NP: $58,7 \text{ m}^2$ (plocha pod balkóny) + $15,5 \text{ m}^2$ (rozšíření plochy), celkem $72,4 \text{ m}^2$.

Stávající průsvitné konstrukce venkovního pláště hospodářské části budovy nahradit novými, plastovými, kde je u oken $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ a u dveří $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Celková plocha oken $3,6 \text{ m}^2$, domovních dveří $6,88 \text{ m}^2$ a prosklené stěny $13,82 \text{ m}^2$.

U částí hospodářské budovy vytápěných na teploty $\theta_i \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$ (hlavní vchod, vestibul u hlavního vchodu, vrátnice) navrhuji stávající svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy opatřit z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu $\geq 100 \text{ mm}$, $\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ (případně jiný tepelně-izolační materiál ekvivalentních vlastností a tloušťky vrstvy) a vrstvou vnější omítky tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m} \cdot \text{K}$), celková plocha zateplení $21,0 \text{ m}^2$. Strop nad vytápěnými prostory hospodářské části budovy opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) tl. $\geq 50 \text{ mm}$ a vrstvou vnitřní omítky (např. štukové) tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m} \cdot \text{K}$), celková plocha dodatečně izolovaných stropů z vnitřní strany $82,72 \text{ m}^2$.

Vnitřní prosklenou stěnu ve vestibulu u hlavního vchodu včetně dvojích dveří nahradit novou, plastovou s dvojími plastovými dveřmi, plocha prosklených stěn ($U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) $13,82 \text{ m}^2$, plastových dveří ($U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) $6,88 \text{ m}^2$.

U budovy internátu II. s velkými prosklenými plochami navrhuji vnitřní skla oken a prosklených stěn na systémové hranici budovy vůči exteriéru opatřit z vnitřní strany vnitřního skla certifikovanou termoizolační (tepelně - izolační) folií, se světelnou propustností $\geq 60 \%$.

V materiálech výrobců a dodavatelů termoizolačních folií na výplně otvorů se uvádí, že tyto folie snižují součinitel prostupu tepla U_g prosklenou plochou u certifikovaných termoizolačních folií o $\geq 20 \%$. Jelikož se však tato úprava netýká rámců, byl podle zjednodušené metody dle ČSN EN ISO 10077-1 proveden výpočet nového součinitele prostupu tepla U_w podle vzorce:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f} \quad (W/m^2 \cdot K)$$

Kde: A_g - zasklená plocha výplně (m^2)

U_g - součinitel prostupu tepla zasklením ($W/m^2 \cdot K$)

A_f - plocha rámu (m^2)

U_f - součinitel prostupu tepla rámem ($W/m^2 \cdot K$)

l_g - celkový viditelný obvod zasklení (m)

Ψ_g - lineární součinitel prostupu teple způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu ($W/m \cdot K$)

Na základě výpočtů U_w podle tohoto vzorce je patrné, že se změnou vlastností zasklení okna se hodnota U_w mění i v závislosti na velikosti okna a jeho rámu. Protože do výpočtů tepelných ztrát nebylo možné zahrnout velký počet otvorových výplní různých rozměrů, byla podle typických velikostí použitých průsvitných konstrukcí na budově internátu II. a jejich počtu vypočtena střední hodnota součinitele prostupu tepla okny $U_w = 1,55 W/m^2 \cdot K$.

U **budovy školy** vzhledem k její památkové ochraně a po konzultaci s kompetentními pracovníky Oddělení památkové péče MÚ Litomyšl nejsou na svislých neprůsvitných konstrukcích navržena opatření. Na podlahu půdy - stropu nad 3. NP budovy školy – navrhuji položit desky z minerální plsti ($\lambda \leq 0,044 W/m \cdot K$) tl. vrstvy ≥ 160 mm, celková plocha dodatečně izolovaného stropu $1320,22 m^2$.

U průsvitných konstrukcí venkovního pláště budovy školy navrhuji ponechat stávající dřevěná dvojítá okna, která jsou v poměrně zachovalém stavu, provést celkovou repasi těchto oken (uzavírací mechanismy, dosedací plochy) a do spár osadit silikonové těsnění do drážky (tloušťka těsnění musí být zvolena montážní firmou tak, aby okna šla zavírat), čímž se součinitel spárové průvzdušnosti $i_{iv} \cdot 10^{-4}$ sníží na hodnotu $0,00008 m^2 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-n}$, celková délka spár oken budovy školy 3.960 m. V rámci repase oken nahradit jejich vnitřní skla za energeticky úsporná 4

mm SG skla (čirá), součinitel prostupu tepla okny tak snížit na hodnotu $U_W = 2,00 \text{ W.m}^2.\text{K}$, celková plocha oken u budovy internátu $817,52 \text{ m}^2$.

Z tabulek na následujících stranách je patrné, že po realizaci energeticky úsporného opatření – var. 2) - část konstrukcí venkovního pláště budov nesplňuje požadavky ČSN 73 0540 (2005) na jednotlivé stavební konstrukce.

Přesto, jak vyplývá z následujících vyhodnocení, budova internátu I. i budova internátu II. splňují po realizaci EÚO – var. 2) - požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb. i ČSN 73 0540 (změna 2005), budova školy splňuje pouze požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb., neboť možnost provádění úprav stavebních konstrukcí pro vylepšení jejich tepelně technických vlastností je vzhledem k památkové ochraně budovy velmi omezená.

V protokolech o výpočtech tepelných ztrát budov, resp. výpočtu tepelného výkonu dle ČSN EN 12 831 je provedeno vyhodnocení potřeby energie na vytápění podle Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. s tímto výsledkem:

Označení budovy:	$e_v \text{ (kWh/ m}^3\text{a)}$	$e_{vN} \text{ (kWh/ m}^3\text{a)}$	Vyhodnocení:
Škola	26,3	28,6	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Internát I.	18,4	30,7	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Internát II.	23,8	31,4	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje

Hodnocení dle požadavků dle ČSN 73 0540-2/Z1 (2005), čl 9.

Označení budovy:	$U_{em} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$U_{em,N} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	Vyhodnocení:
Škola	0,95	0,79	$U_{em} \leq U_{em,N}$, nevyhovuje
Internát I.	0,49	0,69	$U_{em} \leq U_{em,N}$, vyhovuje
Internát II.	0,60	0,66	$U_{em} \leq U_{em,N}$, vyhovuje

V tabulkách na následujících stranách je provedeno porovnání hodnot součinitelů tepla stávajících konstrukcí na systémové hranici budovy a konstrukcí upravených dle návrhu obsaženém v energeticky úsporném opatření – var. 2) - včetně porovnání s požadavky ČSN 73 0540 (změna 1: 2005)

Stávající stav		Plocha m ²	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po r. EÚO-V2) Konstrukce	Plocha m ²	EÚO - var. 2)		Vyhovuje
Škola	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje			U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.PP	ZdCP1000/ext.	310.6	0.68	0.38	Nevyhovuje	ZdCP1000/ext.	310.6	0.68	0.38	Nevyhovuje
	ZdPC800/ext.	307.9	0.82	0.38	Nevyhovuje	ZdPC800/ext.	307.9	0.82	0.38	Nevyhovuje
	Okno dvojité se	31.3	2.30	2,00	Nevyhovuje	Okno dvojité se	31.3	2.00	2,00	Vyhovuje
	Dveře domovní d	1.6	2.60	2,00	Nevyhovuje	Dveře domovní d	1.6	2.60	2,00	Nevyhovuje
	ZdCP1000/zem	170.3	0.62	0,60	Nevyhovuje	ZdCP1000/zem	170.3	0.62	0,60	Nevyhovuje
	ZdPC800/zem	161.5	0.74	0,60	Nevyhovuje	ZdPC800/zem	161.5	0.74	0,60	Nevyhovuje
	Podl.PP/k.d.	763.4	0.47	0,60	Vyhovuje	Podl.PP/k.d.	763.4	0.47	0,60	Vyhovuje
	Podl.PP/b.maz.	379.9	0.47	0,60	Vyhovuje	Podl.PP/b.maz.	379.9	0.47	0,60	Vyhovuje
	Str.PP/1.NP Ter	235.1	0.92	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NP Ter	235.1	0.92	2,20	Vyhovuje
	Str.PP/1.NPpar	908.2	0.83	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NPpar	908.2	0.83	2,20	Vyhovuje
1.-3.NP	ZdPC600/etx.	2611.4	1.03	0,38	Nevyhovuje	ZdPC600/etx.	2611.4	1.03	0,38	Nevyhovuje
	Okno dvojité se	786.2	2.30	2,00	Nevyhovuje	Okno dvojité se	786.2	2.00	2,00	Vyhovuje
	Dveře domovní d	10.5	2.60	2,00	Nevyhovuje	Dveře domovní d	10.5	2.60	2,00	Nevyhovuje
	Podl. ter/zem	36.4	0.49	0,60	Vyhovuje	Podl. ter/zem	36.4	0.49	0,60	Vyhovuje
	Podl. park/zem	140.5	0.46	0,60	Vyhovuje	Podl. park/zem	140.5	0.46	0,60	Vyhovuje
	Str.3.NP	1320.2	0.91	0,30	Nevyhovuje	Str.3.NP	1320.2	0.21	0,30	Vyhovuje
	Str.PP/1.NP Ter	271.5	0.92	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NP Ter	271.5	0.92	2,20	Vyhovuje
	Str.PP/1.NPpar	1048.7	0.83	2,20	Vyhovuje	Str.PP/1.NPpar	1048.7	0.83	0,38	Vyhovuje

Stávající stav		Plocha m ²	Stávající stav		Vyhovuje Nevyhovuje	Stav po r. EÚO-V2)		Plocha m ²	EÚO - var. 2)		Vyhovuje Nevyhovuje
Int.l.	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)		Konstrukce	U (W/m ² .K)		U _N (W/m ² .K)		
Ob.č.	Zd.plynos.400	96.4	0.45	0.38	N	Zd.plynos.400 i	96.4	0.19	0.38	V	
	Zd.pan.štit.s o	368.8	1.19	0.38	N	Zd.pan.štit.s o	368.8	0.26	0.38	V	
	Výpl.zdi.DC150	149.8	1.86	0.38	N	Výpl.zdi.DC150	149.8	0.29	0.38	V	
	Okno dř.zdvoj 2	145.0	2.90	2.00	N	Ok.plast.iz2sk	145.0	1.40	2.00	V	
	Dv.bal.dř.zdvoj	96.4	4.65	2.00	N	Dveře plastové	96.4	1.60	2.00	V	
	Str. int.1/bal	58.7	1.19	0.24	N	Str. int.1/bal	58.7	0.24	0.24	V	
	Nadpr.panel vyb	19.3	1.30	0.38	N	Nadpr.panel izp	19.3	0.27	0.38	V	
	Parapet.panel	46.5	1.30	0.38	N	Parapet.panel i	46.5	0.27	0.38	V	
	Podl.KD	208.6	0.47	0.60	V	Podl.KD	208.6	0.47	0.60	V	
	Podl.PVC	354.3	0.43	0.60	V	Podl.PVC	354.3	0.43	0.60	V	
	Podl.bet	15.7	0.79	0.60	N	Podl.bet	15.7	0.79	0.60	N	
	Str.int.1	519.8	0.30	0.24	N	Str.int.1 izpol	519.8	0.16	0.24	V	
	Zd.š ít/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	Zd.š ít/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	
	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	
Hos.č.	ZdCDm240	191.7	1.79	0,38	N	ZdCDm240	88.1	1.79	0,38	N	
	Okno dř.zdvoj 2	3.6	2.90	2,00	N	Ok.plast.iz2sk	3.6	1.40	2,00	V	
	Str.hosp.bud.	300.7	0.31	0,24	N	Str.hosp.bud.	300.7	0.31	0,24	N	
	Podl.KD	59.2	0.47	0,60	V	ZdCDm240izpoly	36.8	0.28	0,38	V	
	Zd.bet.	84.0	0.95	0,60	N	Str.hosp.bud.do	66.7	0.21	0,24	V	
	Podl.kotelny	93.4	0.97	0,60	N	Podl.KD	59.2	0.47	0,60	V	
	Podl.bet.maz.	148.1	0.81	0,60	N	Zd.bet.	84.0	0.95	0,60	N	
	Dveře domovní k	6.9	6.50	3,50	N	Podl.kotelny	93.4	0.97	0,60	N	
	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	3,50	N	Podl.bet.maz.	148.1	0.81	0,60	N	
	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	Dveře plastové	6.9	1.60	2,20	V	
	Zd.š ít/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,20	V	
Vstup	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	3,50	N	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	
	Dveře domovní k	6.9	6.50	3,50	N	Zd.š ít/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	
	ZdCDm240	16.8	1.79	0,38	N	Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,20	V	
	Str.hosp.bud.	16.0	0.31	0,24	N	Dveře plastové	6.9	1.60	2,20	V	
	Podl.KD	16.0	0.47	0,60	V	ZdCDm240 izpoly	16.8	0.28	0,38	V	
	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	2,00	N	Str.hosp.bud.do	16.0	0.21	0,24	V	
	Dveře domovní k	6.9	6.50	2,00	N	Podl.KD	16.0	0.47	0,60	V	
						Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,00	V	
						Dveře plastové	6.9	1.60	2,00	V	

Stávající stav		Plocha m ²	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po r. EÚO-V2)	Plocha m ²	EÚO - var. 2)		Vyhovuje
Int. II.	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.PP	Zd.Poro45s.o./e	5.0	1.04	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro45s.o./e	5.0	1.04	0,38	N
	ZdCP450/zem	9.6	0.44	0,60	Vyhovuje	ZdCP450/zem	9.6	0.44	0,60	V
	Zd.Poro44P+D/ze	2.4	0.21	0,60	Vyhovuje	Zd.Poro44P+D/ze	2.4	0.21	0,60	N
	Podl.výsky1	70.5	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.výsky1	70.5	0.51	0,60	N
	Zd.Poro44P+D/ze	5.3	0.21	0,60	Vyhovuje	Zd.Poro44P+D/ze	5.3	0.21	0,60	N
	Okno dř.zdvoj 2	2.0	2.40	2,60	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	2.0	2.40	2,60	V
	Po1.NP/PP-KD	70.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	70.5	0.90	2,20	N
	ZdPoro125vni	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro125vni	19.0	1.79	2,20	V
	Zd.Poro250_ext.	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_ext.	62.4	1.19	2,20	V
	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	N
	Zd.Poro45s.o./e	27.1	1.04	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro45s.o./e	27.1	1.04	0,38	N
	Okno dř.zdvoj 2	0.8	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	0.8	1.55	2,00	N
	ZdCP450/zem	121.8	0.44	0,60	Vyhovuje	ZdCP450/zem	121.8	0.44	0,60	N
	Zd.Poro44P+D/ze	39.8	0.21	0,60	Vyhovuje	Zd.Poro44P+D/ze	39.8	0.21	0,60	N
	Zd250/zem	18.3	0.50	0,60	Vyhovuje	Zd250/zem	18.3	0.50	0,60	N
	Zdbet.300/zem	114.5	0.50	0,60	Vyhovuje	Zdbet.300/zem	114.5	0.50	0,60	V
	Zd.bet325/zem	22.8	0.49	0,60	Vyhovuje	Zd.bet325/zem	22.8	0.49	0,60	N
	Podl.PVC	94.6	0.50	0,60	Vyhovuje	Podl.PVC	94.6	0.50	0,38	N
	Podl.T.dl.	151.9	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.T.dl.	151.9	0.54	0,38	N
	Podl.bet	210.4	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.bet	210.4	0.54	0,60	N
	Podl.výsky1	24.1	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.výsky1	24.1	0.51	0,60	N
	Podl.výsky2	71.9	0.68	0,60	Nevyhovuje	Podl.výsky2	71.9	0.68	0,60	N
	ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	0,38	N
	Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	2,00	Nevyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	2,00	N
	ZdPoro125	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro125	19.0	1.79	2,20	N
	ZdPoro 250	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje	ZdPoro 250	62.4	1.19	2,20	N
	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	N
	Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	2,20	N
	Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	2,20	N
	po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	2,20	Vyhovuje	po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	2,20	N
	Str.intr.2-B	88.9	1.53	2,20	Vyhovuje	Str.intr.2-B	88.9	1.53	2,20	N

Stávající stav		Plocha	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po r. EÚO-V2)	Plocha	EÚO - var. 2)		Vyhovuje
Int. II.	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.NP	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje
	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.55	2,00	Vyhovuje
	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje
	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje
	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje
	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje
	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.55	2,00	Vyhovuje
	Po marm./zem	211.4	0.50	0,60	Vyhovuje	Po marm./zem	211.4	0.50	0,60	Vyhovuje
	Str.Jídelna	211.4	0.26	0,24	Nevyhovuje	Str.Jídelna	211.4	0.26	0,24	Nevyhovuje
	Zd.send.vni	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vni	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vni	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vni	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje
	Dýh.stěna	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Dýh.stěna	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje
	ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	0,38	Vyhovuje
	Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	0,38	Nevyhovuje
	Zd.slož.ext.	14.8	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	14.8	0.26	0,38	Vyhovuje
	Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	2,00	Vyhovuje	Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	2,00	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.55	2,00	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.55	2,00	Vyhovuje
	Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	0,24	Vyhovuje
	Po marm./zem	533.1	0.50	0,60	Vyhovuje	Po marm./zem	533.1	0.50	0,60	Vyhovuje
	Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	0,60	Vyhovuje
	Podl.výsky1/ze	22.5	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.výsky1/ze	22.5	0.51	0,60	Vyhovuje

	Dveře plastové	4.1	1.60	2,00	Vyhovuje	Dveře plastové	4.1	1.60	2,00	Vyhovuje
	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje
	ZdPoro115vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro115vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.žel.B	26.7	2.56	2,20	Vyhovuje	Zd.žel.B	26.7	2.56	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje
	Str.ko s vlysy	113.3	0.81	2,20	Vyhovuje	Str.ko s vlysy	113.3	0.81	2,20	Vyhovuje
	Str. ko s marm.	845.2	0.65	2,20	Vyhovuje	Str. ko s marm.	845.2	0.65	2,20	Vyhovuje
	Str.ko.s-KD	332.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Str.ko.s-KD	332.5	0.90	2,20	Vyhovuje
2.-3.NP	ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.55	2,00	Vyhovuje
	Proskl.fas.	304.2	1.85	2,00	Vyhovuje	Proskl.fas.	304.2	1.55	2,00	Vyhovuje
	Zd.slož.ext.	53.7	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	53.7	0.26	0,38	Vyhovuje
	Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	0,24	Vyhovuje
	Str.3.NP 2	229.9	0.23	0,24	Vyhovuje	Str.3.NP 2	229.9	0.23	0,24	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	2,20	Vyhovuje
	po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	2,20	Vyhovuje	po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	2,20	Vyhovuje

Potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za tzv. referenční rok po realizaci EÚO - varianta 2) - v GJ/a,ref.																													
Referenční rok	Tau-d	Ta -p	Tau	θi 1	θi 2	θi 3		θes	θe	Dst	Qc 1	f1 - 1	f2 - 1	f3 - 1	f4 - 1	Ec 1	Qc 2	f1 - 2	f2 - 2	f3 - 2	f4 - 2	Ec 2	Qc 3	f1 - 3	f2 - 3	f3 - 3	f4 - 4	Ec 3	Ec suma
Internát 1	215	24	18576000	18,02	13,10			3,09	-15	2997	81515	1,00	1,00	1,00	0,85	581,96	21312	1,00	1,00	1,00	0,85	119,87						0,00	701,83
Internát 2	215	24	18576000	14,56	18,54	18,50		3,09	-15	3240	29235	0,95	0,72	1,00	0,85	122,52	166941	0,95	0,72	1,00	0,85	830,53	112282	0,95	0,72	1,00	0,85	557,82	1510,87
Škola	215	15	11617200	13,20	18,40			3,09	-15	3152	49561	1,00	0,67	1,00	0,85	117,55	317559	1,00	0,67	1,00	0,85	963,05						0,00	1080,60
Celkem																822,03						1913,45						557,82	3293,30

Potřeby tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli vypočtené dennostupňovou metodou po realizaci navrženého energeticky úsporného opatření – var. 2) - za rok za průměrných podmínek území České republiky definovaných vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. (střední teplota venkovního vzduchu v průběhu topného období $+3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den)

Škola	2.180 GJ	~	605.534 kWh
Internát I.	523 GJ	~	145.286 kWh
Internát II.	1.048 GJ	~	291.211 kWh

Potřeby tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli po realizaci energeticky úsporného opatření – var. 2) - za tzv. referenční rok (rok s místně průměrnými vnitřními a vnějšími klimatickými podmínkami a s místně obvyklým provozním režimem):

V tabulce na předchozí straně je dennostupňovou metodou vypočtena potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za místně průměrných podmínek – tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dní vytápění budovy školy a budov internátu 215 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů:

Škola	1.080,60 GJ	~	300.167 kWh
Internát I.	701,83 GJ	~	194.953 kWh
Internát II.	1.510,87 GJ	~	419.686 kWh

Opatření na zdroji tepla – kotelně K 1, náhrada stávajících kotlů kondenzačními

Vzhledem k opotřebením kotlů v kotelně K1 a jejich poruchovosti navrhuji instalovat nové. Pro vytápění navrhuji stávající 3 kotle nahradit kondenzačními stacionárními kotli na zemní plyn o jmenovitém výkonu $3 * 130\text{ kW}$. Kotle instalovat

na místa stávajících s maximálním využitím stávajících rozvodů ÚT v kotelně i odtahů spalin.

Prostřednictvím nové M+R techniky nové kotle automaticky kaskádově přiřazovat do provozu podle momentální potřeby tepla na vytápění a větrání.

Pro řádné využití kondenzačního efektu nových kotlů je nutné uzpůsobit i rozvody ve stávající kotelně. Do vytápěcího systému neinstalovat prvky zvyšující teplotu na zpátečce (např. čtyřcestné směšovací ventily, vyřadit ze systému stávající anuloid), ekvitermní regulaci realizovat pouze trojcestnými ventily) a z téhož důvodu po celou dobu provozu ÚT oddělit od systému ÚT systém ohřevu teplé vody, který je realizován v 2 boilerech OVS 21 – 1000 l. Systém v kotelně je již v současné době tímto způsobem provozován. Boiler je vytápěn topnou vodou o teplotě 90 °C, vratná voda o teplotě 70 °C vracející se z boileru by propojení systému ÚT a systému ohřevu TV nežádoucím způsobem zvyšovala teplotu zpáteček do kondenzačních kotlů, což by v důsledku znamenalo omezení efektu kondenzace a snížení jejich účinnosti (normovaného stupně využitelnosti).

Ohřev TV proto navrhuji provádět stávajícím způsobem, jako zdroj tepla pro ohřev TV nadále používat samostatně kotel DAKON 30 EKO, instalovaný do kotelny v roce 2005, pro případ jeho poruchy ponechat v systému kotelny potrubí propojující systém ÚT a ohřevu TV (při standardním provozu jsou armatury na těchto potrubích uzavřeny).

Max. potřeba tepla pro vytápění a větrání (prov. špičky) – kondenzační kotle – (kW):

- | | |
|---|-----|
| 1) potřeba tepla na vytápění (při přerušovaném provozu ÚT) | 367 |
| 2) ohřev TUV + 0,8 * potřeba tepla na vytápění | - |

Záloha na kondenzačních kotlových jednotkách při výpadku největšího kotle (%):

$$\frac{3 * 130 - 130}{367} * 100 = 70,8 \% \quad - \quad \text{vyhovuje}$$

Měřicí a regulační technika

Kotelna K2 – internát I.

Za stávajícího stavu není kotelna K2 vybavena v dostatečné míře M+R technikou na zdroji, neboť ekvitermní regulací teploty topné vody je vybavena pouze východní větev, západní větev (a více osluněná strana budovy) je regulována pouze nastavením teploty topné vody na výstupu z kotle. Totéž platí o topné větvi pro hospodářskou část budovy.

Vytápěcí systém obytné části internátu I. je rozdělen na 2 hlavní vytápěcí větve – východní a západní – a je tak dobře uzpůsoben pro instalaci zónové ekvitermní regulace vytápění. Navrhují proto na vytápěcí větve pro západní stranu obytné části budovy a na vytápěcí větev pro hospodářskou část budovy instalovat třícestné směšovací ventily, prostřednictvím nichž bude přimíchávána ochlazená zpětná voda z ÚT do topné vody. Provozní nastavení směšovacích ventilů, včetně stávajícího na východní větvi, realizovat nadřazeným regulátorem, popř. regulátory, s možností programování doby vytápění v alespoň týdenním cyklu tak, aby bylo možné v maximální možné míře využívat útlumy vytápění, popř. jeho přerušování a tak optimalizovat dobu vytápění bez potřeby častých manuálních zásahů obsluhy kotelny. Čidla teploty venkovního vzduchu, spojená s regulátorem (regulátory), instalovat na východní a západní stranu obytné části budovy.

Regulaci teploty teplé vody v ohříváku realizovat prostřednictvím M+R techniky obsahující regulátor, teplotní čidlo teplé vody u výstupu z ohříváku a uzavírací ventil se servopohonem na potrubí přivádějícím topnou vodu do vytápěcího tělesa v ohříváku.

Kotelna K1 – budova školy

Současně s výměnou kotlů pro ÚT obnovit stávající regulační techniku instalovanou v kotelně K1, tzn. nahradit stávající trojcestné směšovací ventily na jednotlivých vytápěcích větvích novými, regulátory Komexterm nahradit novými s možností programování v nejméně týdenním cyklu tak, aby doba provozu ÚT byla denně řízena podle skutečného časového využití budovy a bylo maximalizováno

využívání útlumů či přerušování vytápění v odpoledních, večerních a nočních hodinách včetně víkendových útlumů.

Regulaci teploty teplé vody v ohřívácích realizovat prostřednictvím nové M+R techniky obsahující regulátor, teplotní čidlo teplé vody u výstupu TV z ohříváků a uzavírací ventily se servopohonem na potrubí přivádějícím topnou vodu do vytápěcího tělesa v ohříváku.

Budova internátu I. – dynamická regulace vytápění

Pro identifikaci a využití vnějších a vnitřních tepelných zisků vytápěné budovy internátu I. navrhuji instalovat na všechna topná tělesa termostatické ventily. K termostatickým ventilům použít hlavice v provedení s odolností proti neoprávněné manipulaci a jiným vnějším zásahům.

Izolace na rozvodech ÚT a TV

Po provedených úpravách budou v kotelnách K1 i K2 rozvody ÚT, ohřevu TV a TV opatřeny dodatečnými izolacemi potrubí včetně nových izolací armatur tak, aby tloušťka izolační vrstvy odpovídala požadavkům Vyhlášky MPO č. 151/2001 Sb. (celková tloušťka izolační vrstvy u potrubí a armatur s $40 \leq DN \leq 100$ byla $\geq DN$, armatury izolovat rozebíratelným způsobem, izolace provést izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,040 \text{ W/m.K}$).

Stejným způsobem navrhuji doizolovat i hlavní horizontální, volně přístupné rozvody ÚT i TV v budově školy.

Obnovitelné zdroje

Stávající vzduchotechniku v budově internátu II. navrhuji doplnit obnovitelným zdrojem tepla, tepelným čerpadlem vzduch – voda. Ve vzduchu vyfukovaného ze vzduchotechniky je obsaženo zbytkové teplo, které nebylo využito

při rekuperaci k předehřevu studeného vzduchu nasávaného vzduchotechnikou z venkovního prostředí.

Při předpokládané účinnosti rekuperace tepla na rekuperačním výměníku vzduchotechniky $\geq 65 \%$ je při teplotě venkovního vzduchu -15°C teplota vyfukovaného vzduchu ze vzduchotechniky pro větrání kuchyně a jídelny $\geq -2,75^\circ\text{C}$, při teplotě venkovního vzduchu -10°C je teplota vyfukovaného vzduchu $\geq +0,5^\circ\text{C}$, při teplotě venkovního vzduchu -5°C je teplota vyfukovaného vzduchu $\geq +3,75^\circ\text{C}$, při teplotě venkovního vzduchu 0°C je teplota vyfukovaného vzduchu $\geq +7,0^\circ$, při teplotě venkovního vzduchu $+5^\circ\text{C}$ je teplota vyfukovaného vzduchu $\geq +10,25^\circ$ a při teplotě venkov. vzduchu $+10^\circ\text{C}$ je teplota vyfukovaného vzduchu $\geq +13,50^\circ\text{C}$.

Z uvedených hodnot je patrné, že teplota vyfukovaného (odpadního) vzduchu ze vzduchotechniky vytváří vhodné podmínky pro využití tepelného čerpadla systému vzduch/voda pro předehřev vzduchu za rekuperačním výměníkem a před ohřívákem vzduchu ve vzduchotechnické jednotce.

Navrhuji u výfuku vzduchotechniky instalovat tepelné čerpadlo vzduch/voda tak, aby do čerpadla byl nasáván vzduch vyfukovaný ze vzduchotechniky se zbytkovým obsahem tepla. Do vzduchotechniky, mezi rekuperační výměník a stávající ohříváč vzduchu (protiproudý výměník tepla voda/vzduch) instalovat pro 2. stupeň předehřevu vzduchu výměník voda/vzduch (bude-li z prostorového hlediska možné, taktéž protiproudý), výměník připojit do topného okruhu s instalovaným tepelným čerpadlem. Potrubí spojující TČ a výměník řádně zaizolovat dle požadavků vyhl. 151/2001 Sb.

Teplota vzduchu za rekuperačním výměníkem při teplotě nasávaného vzduchu z venkovního prostředí -15°C je

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = -15 + 0,65 * (20 - (-15)) = \mathbf{7,75^\circ\text{C}},$$

přičemž požadovaná teplota vzduchu na výstupu ze vzduchotechniky je 20°C . Pro dohřátí předehřátého vzduchu na požadovanou teplotu by výměník musel do předehřátého vzduchu předat tepelný výkon:

$$E_{\text{vým.}} = 15.000/3600 * 1200 * (20 - 7,75) = \mathbf{61.250\text{ W}}$$

Vzhledem k pořizovací ceně tepelného čerpadla v návaznosti na jeho topný výkon a vzhledem ke klimatickým podmínkám města Litomyšl, tj. počtu dní, kdy teplota venkovního vzduchu $\leq -5\text{ }^{\circ}\text{C}$, bude topný výkon tepelného čerpadla dimenzován tak, aby při teplotě venkovního vzduchu vyšší než $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ teplo vyrobené tepelným čerpadlem zabezpečilo dohřev předeřátého vzduchu na teplotu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, při teplotě pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bude část dohřevu zabezpečována stávajícím ohřívačem, který je součástí vzduchotechnické jednotky.

Teplota nasávaného vzduchu za rekuperačním výměníkem při teplotě nasávaného vzduchu z venkovního prostředí $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ je určena ze vztahu:

$$\theta_{\text{rek}} (-5\text{ }^{\circ}\text{C}) = \theta_{\text{e}} (-5\text{ }^{\circ}\text{C}) + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_{(-5\text{ }^{\circ}\text{C})}) = -5 + 0,65 * (20 - (-5)) = \mathbf{11,25\text{ }^{\circ}\text{C}},$$

Potřeba tepelného výkonu pro dohřátí vzduchu z teploty $11,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $20\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$E_{\text{vým. TČ}} = 15.000/3600 * 1200 * (20 - 11,25) = \mathbf{43.750\text{ W}}$$

Na základě předchozích výpočtů s využitím uvedených vztahů lze konstatovat, že při průměrné teplotě venkovního (nasávaného) vzduchu za celé vytápěcí období $+3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$ je teplota vzduchu za rekuperačním výměníkem $14,08\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplota vzduchotechnikou vyfukovaného vzduchu $\sim +9,01\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je teplota pro provoz TČ vzduch/voda vhodná.

Z hlediska ekonomické výhodnosti a návratnosti je při realizaci proto třeba použít tepelné čerpadlo (popř. čerpadla v kaskádě) topného výkonu 44 kW při teplotě vzduchu $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, pro teplotu výstupní vody $45\text{ až }50\text{ }^{\circ}\text{C}$ s topným faktorem ε :

Teplota venkovního vzduchu: Teplota vzduchu na výfuku VZD: Min.topný faktor:

$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+3,75\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varepsilon \geq 3,2 - 3,0$
$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+7,00\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varepsilon \geq 3,5 - 3,2$
$+5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+10,25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\varepsilon \geq 3,8 - 3,5$

<u>Model energetické potřeby</u>				
<u>Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy Litomyšl</u>				
<u>Stav po realizaci bEÚO a energeticky úsporných opatření - varianta č.2)</u>				
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov, obvyklý počet dní vytápění budovy školy a budov internátů 215, počet studentů a zaměstnanců v budově školy ≤ 900 , celkový počet ubytovaných studentů a zaměstnanců internátů ≤ 240 a počet jídel uvařených v kuchyni za tzv. refrenční rok ≤ 169.000)				
MODEL	Internát I.	Internát II.	Budova	VOŠP a SPGŠ
ENERGETICKÉ	(starý)	(nový)	školy	Litomyšl
POTŘEBY	(kotelna K2)	(kotelna K3)	(kotelna K1)	Celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	691,30	1 137,48	1 064,39	2 893,17
Nevyužitelné ztráty v rozvodech ÚT	23,02			23,02
Teplo na ohřev teplé vody (TV)	235,86	364,27	524,23	1 124,36
Ztráty v ohřívacích TV	6,05	9,34	13,44	28,83
Ztráty v rozvodech TV	7,48	11,55	16,63	35,67
Energie na vaření - zemní plyn	0,00	207,31	0,00	207,31
- elektřina	0,00	69,11	0,00	69,11
Elektřina při výrobě tepla	12,27	125,43	21,35	159,04
Elektřina ostatní (VZD, osvětlení, drob.spotř.)	73,97	434,61	212,30	720,88
Elektřina ATS	14,72	0,00	0,00	14,72
Ztráty v kotlích při výrobě tepla pro ÚT	7,22	140,59	32,92	180,72
Ztráty v kotlích při výrobě tepla při ohř. TV	2,52	47,60	75,59	125,71
Ztráty v kotlích celkem	9,73	188,19	108,51	306,43
Energie celkem	1 074,40	2 547,29	1 960,85	5 582,54

Upravená energetická bilance vyjadřující spotřebu energie po realizaci beznákladových energeticky úsporných opatření a po realizaci nákladových energeticky úsporných opatření – var. č. 2):

Ř	Ukazatel	Po realizaci bEUO		Po realizaci EUO - v.2)	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ/a.ref.	Kč/a.ref.	GJ/a.ref.	Kč/a.ref.
1	Vstupy paliv a energie	6967,57	2 825 771	5582,54	2 507 475
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	6967,57	2 825 771	5582,54	2 507 475
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	6967,57	2 825 771	5582,54	2 507 475
	z toho: elektřina	898,47	1 048 398	963,75	1 112 615
	zemní plyn	6069,10	1 777 373	4618,79	1 394 859
6	Ztráty v kotlích	665,68	195 151	306,43	92 499
	z toho: ztráty v kotlích kot. K2	177,84	51 509	9,73	2 914
	z toho: ztráty v kotlích kot. K3	237,20	68 701	188,19	56 342
	z toho: ztráty v kotlích kot. K1	250,65	74 942	108,51	33 242
7	Ztráty při ohřevu TV	87,52	25 629	87,52	26 411
	z toho: ztráty v ohřívacích TV	28,83	8 476	28,83	8 725
	ztráty v rozvodech TV+ neuz.UT	58,69	17 153	58,69	17 686
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	5108,59	1 496 548	4017,53	1 213 884
	z toho: spotřeba energie na vytápění z K2	1166,47	337 853	691,30	206 967
	spotřeba energie na vytápění z K3	1533,96	444 293	1137,48	340 546
	spotřeba energie na vytápění z K1	1283,80	383 842	1064,39	326 093
	spotř. energie na ohřev TV z K2	235,86	68 314	235,86	70 613
	spotř. energie na ohřev TV z K3	364,27	105 506	364,27	109 058
	spotř. energie na ohřev TV z K1	524,23	156 739	524,23	160 606
9	Spotř. energie na ostatní procesy (včetně paušálů)	1105,78	1 108 443	1171,06	1 174 681
	z. toho: elektřina při výrobě tepla	69,26	80 678	159,04	175 176
	elektřina ostatní (osvětlení, drob.spotř.)	745,38	868 372	720,88	838 306
	zemní plyn pro technologii kuchyně	207,31	60 045	207,31	62 066
	elektřina pro technologii kuchyně	69,11	80 579	69,11	80 365
	elektřina pro ATS	14,72	18 769	14,72	18 769

Předpokládané celkové výdaje na realizaci EÚO – varianta č.2) :

Škola	- zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
	- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG)	646.000 Kč
	- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....	218.000 Kč
	- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	1,250.000 Kč
	- dodatečné izolace na rozvodech	25.000 Kč
	- M+R technika na zdroji (K1)	120.000 Kč
Internát I.	- kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
	- plastová okna – obytl. část	580.000 Kč

- balkónové dveře - plastové	624.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- plastové domovní dveře v průhledných stěnách	89.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....	110.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Internát II. - termoizolační fólie na okna a prosklené stěny.....	690.000 Kč
- TČ vzduch/voda pro předohřev přívod. vzduchu +montáž	726.000 Kč
Celkové výdaje na realizaci EÚO – varianta č.2):.....	6,652.000 Kč

5. Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant navrhovaných opatření je provedeno podle 4 kritérií:

- 1) prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN}
- 2) reálná doba návratnosti při uvažování diskont. sazby 2,50 %
- 3) čistá současná hodnota navrženého opatření - $NPV_{Tž}$
- 4) vnitřní výnosové procento $IRR_{Tž}$

Ve smyslu § 7, odst. (3) Vyhlášky MPO ČR č. 213/2001 Sb. ve znění Vyhlášky MPO ČR č. 425/2004 Sb. se do ekonomického hodnocení nezahrnují náklady (výdaje) na opatření k odstranění zanedbané údržby. Na základě toho jsou pro ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant EÚO celkové výdaje opraveny na výdaje zabezpečující energetické úspory bez výdajů na zanedbanou údržbu.

Varianta č. 1)

a) výdaje zahrnuté ve výši 100 %

Internát 1 - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Škola - zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG).....	646.000 Kč
- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....	218.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	1,250.000 Kč

Opatření zahrnutá ve skupině a) jsou charakterizována tím, že bez jejich realizace budou budovy nadále funkční.

b) výdaje zahrnuté ve výši 80 %

- plastové domovní dveře v průhledných stěnách89.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....110.000 Kč

Opatření, které řeší výměnu stávajících a funkčních, ale již částečně opotřeбенých domovních dveří a prosklených stěn za nové s výrazně lepšími tepelně izolačními vlastnostmi.

c) výdaje zahrnuté ve výši 40 %

- plastová okna – obyt. část580.000 Kč
- balkónové dveře - plastové624.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže1,250.000 Kč
- M+R technika na zdroji (K1)48.000 Kč

Opatření, které řeší především tzv. zanedbanou údržbu – výměnu zkroucených a netěsných oken a balkónových dveří, náhradu částečně opotřeбенých kotlů v kotelně K1 a instalované, ale již zcela nefunkční M+R na zdroji v K1

Redukované výdaje na realizaci navrženého EÚO – varianta č. 1):

- Internát 1 - kompaktní zářivky (300 ks).....30.000 Kč
- plastová okna – obyt. část232.000 Kč
 - balkónové dveře - plastové250.000 Kč
 - venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....430.000 Kč
 - vnitřní zateplení stropu 4. NP370.000 Kč
 - vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP62.000 Kč
 - venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....21.000 Kč
 - vnitřní zateplení stropu – hospodářská část62.000 Kč
 - plastové domovní dveře v průhledných stěnách71.000 Kč
 - průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....88.000 Kč

	- M+R technika na zdroji + TRV	125.000 Kč
	- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně	25.000 Kč
Škola	- zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky)	449.000 Kč
	- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG)	646.000 Kč
	- silikonové těsnění do drážky do spár oken	218.000 Kč
	- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	500.000 Kč
	- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně	25.000 Kč
	- M+R technika na zdroji (K1)	48.000 Kč

Redukované výdaje na realizaci EÚO – varianta č.1): 3,652.000 Kč

Varianta č. 2)

a) výdaje zahrnuté ve výši 100 %

Internát 1 - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Škola	
- zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG).....	646.000 Kč
- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....	218.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	1,250.000 Kč
Internát II. - termoizolační fólie na okna a prosklené stěny.....	690.000 Kč

- TČ vzduch/voda pro předohřev přívod. vzduchu +montáž726.000 Kč

Opatření zahrnutá ve skupině a) jsou charakterizována tím, že bez jejich realizace budou budovy nadále funkční.

b) výdaje zahrnuté ve výši 80 %

- plastové domovní dveře v průhledných stěnách89.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....110.000 Kč

Opatření, které řeší výměnu stávajících a funkčních, ale již částečně opotřeбенých domovních dveří a prosklených stěn za nové s výrazně lepšími tepelně izolačními vlastnostmi.

c) výdaje zahrnuté ve výši 40 %

- plastová okna – obytl. část580.000 Kč
- balkónové dveře - plastové624.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže1,250.000 Kč
- M+R technika na zdroji (K1)48.000 Kč

Opatření, které řeší především tzv. zanedbanou údržbu – výměnu zkroucených a netěsných oken a balkónových dveří, náhradu částečně opotřeбенých kotlů v kotelně K1 a instalované, ale již zcela nefunkční M+R na zdroji v K1.

Redukované výdaje na realizaci navrženého EÚO – varianta č. 2):

Internát 1 - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- plastová okna – obytl. část	232.000 Kč
- balkónové dveře - plastové	250.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- plastové domovní dveře v průhledných stěnách	71.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....	88.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Škola - zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG).....	646.000 Kč
- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....	218.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	500.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
- M+R technika na zdroji (K3)	48.000 Kč
Internát II. - termoizolační fólie na okna a prosklené stěny.....	690.000 Kč
- TČ vzduch/voda pro předohřev přívod. vzduchu +montáž	726.000 Kč

Redukované výdaje na realizaci EÚO – varianta č.2): **5,068.000 Kč**

5.1 Prostá doba návratnosti navržených energeticky úsporných opatření

$T_{PN\ EÚP}$ (počet roků)

Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN} je vypočítána podle vztahu:

$$T_{PN} = \frac{IN}{CF_t} = \frac{IN}{CHV + DO} = \frac{IN}{(V - N - DO) \cdot (1 - DS) + DO}$$

Kde: IN investiční a jiné jednorázové výdaje související s realizací EÚO

CF_t cash - flow projektu v roce t

CHV čistý hospodářský výsledek za rok

DO daňové odpisy související s realizací navrženého EÚO

V výnosy opatření za rok

N nově vzniklé provozní náklady související s EÚO za rok

DS daňová sazba daně z příjmů právnických osob

Uvažované fyzické životnosti :

- měřicí a regulační technika + termostatické ventily	12 let
- tepelné čerpadlo	12 let
- úpravy na rozvodech ÚT a TUV	> 20 let
- kotle	> 20 let
- opatření na venk. pláštích budov (okna, dveře, izolace, zateplení)	> 20 let
- termoizolační fólie	10 let

Redukované výdaje na realizaci EÚO – varianta č.1): 3,652.000 Kč

Redukované výdaje na realizaci EÚO – varianta č. 2): 5,068.000 Kč

Dále jsou uvažovány roční provozní náklady na údržbu M+R techniky ÚT v průměru 3.000 Kč / rok, u tepelného čerpadla a související techniky dalších 3.000 Kč/rok. Ve výpočtu je uvažováno, že po uplynutí fyzické životnosti jednotlivých částí

navrženého opatření bude vždy provedena plná obnova. Výpočet prosté doby návratnosti je proveden pro období 20 let .

Vyhodnocení prosté doby návratnosti navrženého energeticky úsporného opatření (EÚO) - varianta č.1) a varianta č. 2) :

CF v jedm. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	V Kč	N Kč	Dod. IN Kč
IN	-3 652 000	-3 652 000			
CF ₁	-3 346 472	305 528	308 528	3 000	
CF ₂	-3 040 944	305 528	308 528	3 000	
CF ₃	-2 735 416	305 528	308 528	3 000	
CF ₄	-2 429 888	305 528	308 528	3 000	
CF ₅	-2 124 360	305 528	308 528	3 000	
CF ₆	-1 818 832	305 528	308 528	3 000	
CF ₇	-1 513 304	275 528	308 528	3 000	30 000
CF ₈	-1 207 776	305 528	308 528	3 000	
CF ₉	-902 248	87 528	308 528	3 000	218 000
CF ₁₀	-596 720	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₁	-291 192	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₂	14 336	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₃	148 136	85 528	308 528	3 000	220 000
CF ₁₄	157 392	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₅	462 920	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₆	768 448	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₇	855 976	87 528	308 528	3 000	218 000
CF ₁₈	1 161 504	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₉	1 437 032	275 528	308 528	3 000	30 000
CF ₂₀	1 742 560	305 528	308 528	3 000	

CF v jedm. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	V Kč	N Kč	Dod. IN Kč
IN	-5 068 000	-5 068 000			
CF ₁	-4 721 873	346 127	352 127	6 000	
CF ₂	-4 375 746	346 127	352 127	6 000	
CF ₃	-4 029 619	346 127	352 127	6 000	
CF ₄	-3 683 492	346 127	352 127	6 000	
CF ₅	-3 337 365	346 127	352 127	6 000	
CF ₆	-2 991 238	346 127	352 127	6 000	
CF ₇	-2 645 111	316 127	352 127	6 000	30 000
CF ₈	-2 328 984	346 127	352 127	6 000	
CF ₉	-2 000 857	128 127	352 127	6 000	218 000
CF ₁₀	-1 684 730	346 127	352 127	6 000	
CF ₁₁	-1 368 603	-343 873	352 127	6 000	690 000
CF ₁₂	-1 052 476	346 127	352 127	6 000	
CF ₁₃	-736 349	-236 873	352 127	6 000	583 000
CF ₁₄	-420 222	346 127	352 127	6 000	
CF ₁₅	-104 095	346 127	352 127	6 000	
CF ₁₆	100 968	346 127	352 127	6 000	
CF ₁₇	420 841	128 127	352 127	6 000	218 000
CF ₁₈	736 714	346 127	352 127	6 000	
CF ₁₉	1 052 587	316 127	352 127	6 000	30 000
CF ₂₀	85 540	346 127	352 127	6 000	

Prostá doba návratnosti u navrženého EÚO – varianta č. 1) = 14 let, podle varianty č. 2) = 20 let.

5.2 Reálná doba návratnosti

Reálná doba návratnosti vynaložených finančních prostředků na realizaci navržených energeticky úsporných opatření při uvažování diskontní sazby 2,50 % je vypočtena ze vztahu:

$$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN = 0$$

kde: CF_t - cash-flow opatření v roce t
 r - uvažovaná diskontní sazba (2,50 %)
 IN - investiční náklady na realizaci opatření

Dosazováním hodnot CF_t a IN při uvažované diskontní sazbě je podmínka, že:

$$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} = IN \quad \text{splněna pro } i:$$

Vypočtená doba reálné návratnosti pro jednotlivé varianty energeticky úsporných opatření je uvedena v následující tabulce:

Energeticky úsporné opatření	$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN = 0 \quad \text{pro } :$	
	počet roků	
EÚO varianta 1	návratné pro $i=20$	NPV pro $i=20$: 589 502 Kč
EÚO varianta 2	nenávratné pro $i \leq 20$	NPV pro $i=20$: -982 801 Kč

5.3 Čistá současná hodnota navrženého opatření - NPV (Kč)

Čistá současná hodnota navržených variant energeticky úsporného opatření je vypočtena pro 20 let po realizaci projektu a při diskontní sazbě 2,50 %:

$$T_{\Sigma 20}$$

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

Hodnoty NPV pro i-tý rok po realizaci EÚO jsou uvedeny v následující tabulce, v níž je také vypočítáno CF_t pro jednotlivé roky po realizaci opatření, a to včetně dodatečných investic vyvolaných opotřebením DHM.

Na základě ΣCF_t je od roku realizace varianty č. 1) EÚO do roku $i = 20$ provedeno vyhodnocení ztrátovosti či ziskovosti varianty č.1) EÚO v jednotlivých letech po realizaci z hlediska NPV.

	i - tý rok po realizaci opatření	CF_{ti} (Kč)	NPV _{CF} pro i-tý rok po realizaci opatření (Kč)	NPV _{EÚO} Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč
EÚO varianta 1)	1	305 528	298 076	-3 353 924
	2	305 528	588 882	-3 063 118
	3	305 528	872 595	-2 779 405
	4	305 528	1 149 388	-2 502 612
	5	305 528	1 419 431	-2 232 569
	6	305 528	1 682 887	-1 969 113
	7	275 528	1 914 679	-1 737 321
	8	305 528	2 165 440	-1 486 560
	9	87 528	2 235 526	-1 416 474
	10	305 528	2 474 204	-1 177 796
	11	305 528	2 707 060	-944 940
	12	305 528	2 934 238	-717 762
	13	85 528	2 996 281	-655 719
	14	305 528	3 212 512	-439 488
	15	305 528	3 423 468	-228 532
	16	305 528	3 629 280	-22 720
	17	87 528	3 686 803	34 803
	18	305 528	3 882 697	230 697
	19	275 528	4 055 047	403 047
	20	305 528	4 241 502	589 502

Z tabulky lze vyhodnotit čistou současnou hodnotu navrženého energeticky úsporného opatření – varianta č. 1) v kterémkoliv roce jeho uvažované životnosti (pro $i = 1$ až 20 let).

Čistá současná hodnota (NPV $i=20$) efektů spojených s navrhovaným energeticky úsporným opatřením – varianta č. 1) činí 589.502 Kč.

V tabulce na následující straně je na základě ΣCF_t od roku realizace varianty č. 2) EÚO do roku $i = 20$ také provedeno vyhodnocení ztrátovosti či ziskovosti varianty č. 2) EÚO v jednotlivých letech po realizaci z hlediska NPV.

	i - tý rok po realizaci opatření	CF_{ti} (Kč)	NPV _{CF} pro i-tý rok po realizaci opatření (Kč)	NPV _{EÚO} Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč
EÚO varianta 2)	1	346 127	337 685	-4 730 315
	2	346 127	667 134	-4 400 866
	3	346 127	988 547	-4 079 453
	4	346 127	1 302 121	-3 765 879
	5	346 127	1 608 047	-3 459 953
	6	346 127	1 906 511	-3 161 489
	7	316 127	2 172 458	-2 895 542
	8	346 127	2 456 540	-2 611 460
	9	128 127	2 559 135	-2 508 865
	10	346 127	2 829 529	-2 238 471
	11	-343 873	2 567 448	-2 500 552
	12	346 127	2 824 813	-2 243 187
	13	-236 873	2 652 980	-2 415 020
	14	346 127	2 897 944	-2 170 056
	15	346 127	3 136 932	-1 931 068
	16	346 127	3 370 092	-1 697 908
	17	128 127	3 454 297	-1 613 703
	18	346 127	3 676 221	-1 391 779
	19	316 127	3 873 968	-1 194 032
	20	346 127	4 085 199	-982 801

Čistá současná hodnota (NPV $i=20$) efektů spojených s navrhovaným energeticky úsporným opatřením – varianta č. 2) činí - 982.801 Kč.

5.4 Vnitřní výnosové procento IRR (%):

Vnitřní výnosové procento navržených energeticky úsporných opatření je vypočteno ze vztahu:

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

Vnitřní výnosové procento udává, jaká je výnosová míra efektů sledované varianty navrženého energeticky úsporného opatření za dané období. Tato výnosová míra se pak porovnává zejména se stanovenou požadovanou minimální výnosností (tj. diskontní míra 2,50 %).

Při uvažované životnosti navržených energeticky úsporných opatření 20 let činí dle provedeného výpočtu hodnota vnitřního výnosového procenta (IRR):

pro variantu č.1 + 4,21 %

pro variantu č.2 + 0,17 %

5.5 Rekapitulace ekonomického vyhodnocení

Reduk. výdaje na realizaci EÚO	EÚO - var. 1)	3,652.000 Kč
	EÚO - var. 2)	5,068.000 Kč

1) Prostá doba návratnosti T_{Pn} :	EÚ opatření var. 1)	14 let
	EÚ opatření var. 2)	20 let

2) Reálná doba návratnosti :

(pro $T_z = 20$ let)

EÚ opatření var. 1) 17 let

EÚ opatření var. 2) > 20 let

3) Čistá současná hodnota NPV:

pro NPV_{10 let}

EÚO - var. 1) - 1,177.796 Kč

EÚO - var. 2) - 2,238.471 Kč

pro NPV_{20 let}

EÚO - var. 1) + 589.502 Kč

EÚO - var. 2) - 982.801 Kč

4) Vnitřní výnosové procento IRR

EÚO - var. 1) + 4,21 %

EÚO - var. 2) + 0,17 %

6. Vyhodnocení navržených energeticky úsporných opatření z hlediska ochrany životního prostředí

Energetické úspory vyplývající z realizace jednotlivých opatření se pozitivně odrazí na zlepšení kvality životního prostředí, nespálením zemního plynu dojde ke snížení emisí jednotlivých škodlivin uvedených v následujících tabulkách. Produkce (resp. zmenšení množství) těchto látek byla stanovena u CO₂ podle přílohy č.8 k Vyhlášce MPO č. 213/2001 Sb. ve znění Vyhlášky MPO č. 425/2004 Sb., u ostatních vyhodnocovaných látek podle přílohy č. 5 k nařízení vlády č.352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

Vyhodnocení je provedeno na lokální úrovni, není zahrnuto hodnocení na úrovni přeměn primárních zdrojů energie.

Vyhodnocení navrženého EÚO - varianta 1) z hlediska ochrany ŽP			
	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	(kg / rok)	(kg / rok)	(kg/ rok)
Tuhé látky	3,607	3,039	0,568
SO ₂	1,731	1,459	0,273
No _x	288,549	243,109	45,440
CO	57,710	48,622	9,088
CO ₂	379080,986	319384,186	59696,800
C _x H _y	11,542	9,724	1,818

Vyhodnocení navrženého EÚO - varianta 2) z hlediska ochrany ŽP			
	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	(kg / rok)	(kg / rok)	(kg/ rok)
Tuhé látky	3,607	2,713	0,894
SO ₂	1,731	1,302	0,429
No _x	288,549	217,036	71,513
CO	57,710	43,407	14,303
CO ₂	379081,038	285130,590	93950,449
C _x H _y	11,542	8,681	2,861

7. Závazné výstupy energetického auditu

7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Nejvýznamnější část energetické spotřeby budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli tvoří spotřeba energie na vytápění a větrání budov a na ohřev teplé vody. Pro vytápění slouží 3 samostatné zdroje – teplovodní kotelny na zemní plyn. V kotelně pro vytápění internátu I. (K2) byly v rámci plynofikace realizované v roce 1996 nahrazeny 2 původní kotle VSB IV na pevná paliva 2 kotli Vaillant VK-132/3-2EU, v kotelně internátu II. (K3) jsou instalovány 3 kotle Vaillant VK – 156/7-2E. Na obou zdrojích je instalována M+R

technika zabezpečující ekvitermní regulaci teploty topné vody v závislosti na teplotě venkovního vzduchu, v kotelně K2 však pouze pro část budovy a v nedostatečném rozsahu.

Pro vytápění budovy školy jsou v jejím 1. PP v teplovodní kotelně na zemní plyn (K1) instalovány pro vytápění kotle 1 x Viadrus G 100E (1998), 1 x Viadrus G 100 I (1998), 1 x kotel LUMEX – 200 (1993) a kotel DAKON 30 EKO. Na zdroji je taktéž instalována M+R technika, která by měla zabezpečovat ekvitermní regulaci teploty topné vody v závislosti na venkovní teplotě jednotlivě pro každý z vytápěcích okruhů, avšak tato technika je nefunkční. Provozovatel konstatuje častou poruchovost kotlů, zejména kotle LUMEX.

Vytápěcí systémy v budovách školy a internátu II. jsou vybaveny regulační technikou zabezpečující dynamickou regulaci vytápění (TRV) , takže jsou schopny identifikovat i využít vnitřní i vnější tepelné zisky, budova internátu I. touto technikou zatím vybavena není, takže vnitřní a vnější tepelné zisky nelze identifikovat ani využít.

V 1. PP budovy internátu II. jsou instalovány 2 vzduchotechnické jednotky, a to KLM 16 – Janka a.s., Radotín, pro větrání kuchyně (max. průtok vzduchu 4,167 m³/s) a jednotka KLM 6 téhož výrobce pro větrání jídelny nebo fitness (max. průtok vzduchu 1,667 m³/s). Vzduchotechnické jednotky jsou vybaveny rekuperací tepla (účinnost rekuperace ≥ 65 %) z odsávaného vzduchu a jejich chod je samostatně řízen řídicím systémem Johnson Controls, který byl součástí dodávky VZD techniky.

Ohřev teplé vody je prováděn ve všech zdrojích centrálně. V kotelně v budově internátu I. je instalován akumulární zásobníkový ohřívák – boiler OVS 21 4000 l s měděnou topnou vložkou 10 m² , v budově internátu II. jsou instalovány 2 ohříváky vody Vaillant VIH 500 (2 x 500 l), v 1. PP budovy školy jsou instalovány 2 akumulární zásobníkové ohříváky vody – boiler OVS 1000 l s topnou vložkou 2 m² .

Osvětlení je v budově internátu I. řešeno ve společných prostorách zářivkovými svítidly, avšak v jednotlivých pokojích jsou instalována svítidla s klasickými žárovkovými zdroji světla. V budově internátu II. jsou instalována svítidla s nízkoenergetickými zdroji světla, jejich počet je však zejména ve společných prostorech, jako např. na chodbách či vestibulech, neobvykle velký. V budově školy jsou pro osvětlení využita tělesa s trubicovými zářivkami, pouze v místnostech s méně častým pobytem osob (např. sklady) je osvětlení

realizováno klasickými žárovkami. Dle orientačního měření neautorizovanou osobou je intenzita osvětlení v úrovni pracovních stolků vyhovující.

V kuchyni jsou instalovány sporáky na zemní plyn, ostatní spotřebiče jsou elektrické.

Nevyhovující jsou tepelně technické vlastnosti panelové budovy internátu I. a budovy školy, konstrukce venkovních plášťů těchto budov nesplňují ani požadavky ČSN 73 0540 Z1 – 2005, resp. požadované součinitele prostupu tepla U_N , ani požadavky dle Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. Budova internátu II., kolaudovaná v roce 2003, dle provedených výpočtů těsně požadavky ČSN 73 0540 Z 1 – 2005 splňuje a vyhovuje i dle požadavkům Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých stávajících konstrukcí včetně požadovaných normou jsou uvedeny v tabulkách jednotlivých variant navrženého energeticky úsporného opatření.

Fyzické opotřebení oken budovy internátu I. je velké, okna jsou většinou zkroucená a velmi netěsná. Taktéž hlavní domovní dveře s kovovými rámy a na ně navazující prosklené stěny jsou z hlediska tepelně izolačních vlastností velmi nevyhovující. Ani neprůsvitné svíslé a vodorovné konstrukce venkovního pláště budovy internátu I. nemají dostatečné a požadované tepelně izolační vlastnosti.

V rámci variant energeticky úsporného opatření je navržen způsob vylepšení tak, aby průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} \leq U_{em,N}$ a byly tak splněny požadavky ČSN 73 0540 Z – 2005 a současně aby $e_v \leq e_{v,N}$ a byly tak splněny požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

U internátu II. jsou v konstrukcích venkovního pláště budov použity materiály či prvky s dobrými tepelně – izolačními vlastnostmi, hodnota průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} je však významně negativně ovlivněna velkým podílem prosklených ploch, např. fasádních stěn (prosklení budov je však do 50-ti % celkové plochy venkovních konstrukcí), v důsledku čehož platí u budov internátu jen těsně podmínka, že $U_{em} \leq U_{em,N}$, ačkoliv jednotlivé konstrukce venkovního pláště budov internátu II. splňují, až na jednotlivé výjimky, požadavky ČSN 73 0540 Z1–2005.

U budovy školy je třeba konstatovat, že možnost návrhů na vylepšení tepelně-izolačních vlastností venkovního pláště budovy je velice omezená, neboť

budova je památkově chráněna a na základě konzultace s pracovníky Oddělení památkové péče MÚ Litomyšl by ani například k realizaci zateplení svislých stěn venkovního pláště budovy kontaktním systémem z vnitřní strany nebyl vydán souhlas (jakýkoliv zásah z vnější strany nepřipadá v úvahu, viz fotografie budovy školy). Obdobně to platí i pro dřevěná dvojítá okna a dřevěné domovní dveře, vše atypických rozměrů.

Tepelně izolační vlastnosti jednotlivých konstrukcí venkovních plášťů budov jsou uvedeny v přílohách v protokolech o výpočtu tepelných ztrát budovy a na ně navazujícího vyhodnocení podle vyhlášky č. 291/2001Sb a ČSN 73 0540.

Energetická náročnost budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli podle vyhlášky 291/2001 Sb. :

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Internát 1	36,8	30,7	Požadavek nesplněn
Internát 2	25,7	31,4	Požadavek je splněn
Škola	29,6	28,6	Požadavek nesplněn

Hodnocení budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli dle ČSN 73 0540 (Z – 1, 2005) :

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Internát 1	1,08	0,69	157
Internát 2	0,65	0,66	98
Škola	1,09	0,79	138

Celkově lze stav energetického hospodářství Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli hodnotit jako neuspokojivý a je charakterizován zejména:

- 1) nedostatečnými tepelně izolačními vlastnostmi konstrukcí venkovního pláště budovy internátu I. a budovy školy
- 2) neuspokojivým technickým stavem zdroje tepla v budově školy

- 3) využíváním svítidel s klasickými (žárovkovými) zdroji světla v budově internátu I.

Z hlediska využití obnovitelných zdrojů bylo zvažováno využití geotermální energie prostřednictvím tepelných čerpadel pro vytápění. Stávající vytápěcí systémy jsou však pro vytápění na teplotním spádu např. 40/30 °C zcela nevhodné, protože jsou konstruovány a dimenzovány pro teplotní spád 90/70 °C v případě internátu I. a budovy školy, resp. 80/60 u budov internátu II. Využití obnovitelných zdrojů je navrženo jiným způsobem.

Taktéž budovy internátu I. a školy jsou z hlediska jejich tepelně technických vlastností k vytápění tepelnými čerpadly zcela nevhodné. Po zateplení budovy internátu I. ji bude možné efektivně vytápět stávajícím zdrojem s tím, že vytápění bude možné realizovat podle nižší teplotní křivky. U budovy školy, kde prakticky není možné navrhnout opatření vylepšující tepelně izolační vlastnosti venkovního pláště budovy, bude návrh opatření orientován na zdroj tepla včetně obnovy M+R techniky.

Z hlediska životnosti energetických zařízení lze konstatovat, že zdroje K2 a K1 včetně M+R techniky jsou 9 resp. 11 let po rekonstrukci související s jejich plynofikacemi, takže zařízení je přibližně v polovině obvyklé doby fyzické životnosti. Vzhledem ke stavu a poruchovosti kotlů v kotelně K1 je však navržena jejich výměna, stejně jako je nutné provést repasi či výměnu M+R techniky na tomto zdroji.

Kotelna K3 byla uvedena do provozu ve 4. čtvrtletí 2002, takže není ve střednědobém časovém horizontu třeba uvažovat s její obnovou.

Protože vlastník budov disponuje pouze s limitovaným objemem finančních prostředků, navrhuji upřednostnit realizaci vybraných energeticky úsporných opatření a až v případě nepředvídatelně výrazného zvýšení cen zemního plynu případné využití obnovitelných zdrojů např. pro vytápění přehodnotit.

7.2 Celková výše dosažitelných úspor

Na základě vyhodnocení variant navržených energeticky úsporných opatření lze konstatovat, že realizací beznákladových energeticky úsporných opatření a nákladových energeticky úsporných opatření na vytápěcích systémech a zdrojích

tepla, M + R technika (regulace na zdroji a dynamická regulace vytápění), opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budov je dle varianty č.1) možno docílit úspor energie v celkovém množství $1.014,2 \text{ GJ}/a_{\text{ref.}}$, při realizaci varianty č. 2) úspor energie v celkovém množství $1.469,8 \text{ GJ}/a_{\text{ref.}}$.

7.3. Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu

Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu (**EÚP**) vychází z hodnot spotřeby energie uvedených v upravených energetických bilancích jednotlivých variant navrženého energeticky úsporného opatření a jejich ekonomického vyhodnocení. Významnou část výdajů na realizaci jednotlivých variant navržených EÚO tvoří prostředky na výměnu zdrojů tepla, na úpravu rozvodů ÚT a TV a na jejich izolace, na pořízení a instalaci měřicí a regulační techniky, ale především na opatření k vylepšení tepelně-izolačních vlastností venkovního pláště budov.

V rámci výběru optimální varianty energeticky úsporného projektu je zdůrazněno i hledisko zlepšení kvality životního prostředí.

S přihlédnutím k potenciálu energetických i finančních úspor jednotlivých variant opatření, k požadavkům na tepelnou ochranu budov ČSN 73 0540 (2005) v návaznosti na další připravovanou legislativu (např. Směrnice 2002/91/ES – EPBD) a s přihlédnutím k finančním možnostem vlastníka budov stanovují jako

optimální variantu pro snížení energetické náročnosti:

energeticky úsporné opatření - variantu č. 1)

7.4 Energeticky úsporný projekt

Finanční zainteresování obsluhy zdrojů tepla a systémů řídicích vytápění na energetických úsporách, zpracování organizačního opatření k zabezpečení drobných

energetických úspor, opatření na osvětlovacím zařízení v budově internátu I.- náhrada klasických zdrojů světla za nízkoenergetické, opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budovy internátu I., II. a školy, opatření na zdroji tepla – kotelně K1, M + R technika (regulace na zdrojích K1 a K2, dynamická regulace vytápění v budově internátu I.), opatření na izolacích rozvodů tepla a TV, obnovitelné zdroje

Finanční zainteresování obsluh zdrojů tepla a M+R pro vytápění na energetických úsporách, zpracování organizačního opatření k zabezpečení drobných energetických úspor

Tato část energeticky úsporného projektu je navržena na základě poznatků celkové analýzy energetického hospodářství předmětu energetického auditu, v rámci které byly objektivizovány spotřeby paliva na vytápění a větrání budov a výrobu teplé vody přepočtem na srovnávací úroveň venkovního prostředí charakterizovanou u budovy internátu I. $3.000 \text{ D}^{\circ}/a_{\text{ref.}}$, internátu II. $3240 \text{ D}^{\circ}/a_{\text{ref.}}$ a budovy školy $3.152 \text{ D}^{\circ}/a_{\text{ref.}}$. Uvedeným výpočtem bylo zjištěno, že rozdíl ve spotřebě paliva na vytápění a větrání pro stejnou srovnávací úroveň je mezi rokem s nejvíce a nejméně hospodárným provozem zdrojů nezanedbatelný, u kotelny K2 (internát I.) činí pouze 0,98 % (1.119,7 GJ za rok 2003 a 1.108 GJ rok 2002), u kotelny K3 (internát II.) činí 13,51 % (1717,6 GJ za rok 2003 a 1485,5 rok 2004) a u kotelny K1 9,24 % (1390,7 GJ za rok 2002 a 1532,3 rok 2004). Část tohoto rozdílu u kotelny K3 je zapříčiněna vlivem uvádění vytápěcího zařízení i celé budovy internátu II. v 1. pololetí 2003 do provozu, u kotelny K1 však zejména neuspokojivým technickým stavem kotlů a vlivem vyřazení nefungující regulační techniky na zdroji.

Za stávajícího stavu proto navrhuji do realizace navržených opatření na zdroji K1 realizovat nadále manuální regulaci vytápění s maximálním využíváním

nočních a víkendových přerušování vytápění nebo útlumů vytápění dle venkovních klimatických podmínek.

Po realizaci navržených opatření na K1 navrhuji provádět na všech zdrojích – kotelnách K1, K2 i K3 – pravidelnou, nejlépe denní aktualizaci nastavení M+R techniky řídící vytápění, včetně snižování teplot v jednotlivých místnostech v dobách, kdy již nejsou využívány - např. v budově školy po skončení výuky prostřednictvím přestavení TRV, v internátech využívat i dopolední útlumy vytápění (po dobu trvání školní výuky, kdy žáci jsou ve škole) a docílit tak bez snižování teplot vnitřního vzduchu ve vytápěných místnostech v době jejich využití energetické úspory a zejména podle provozních možností využívat noční a víkendové přerušování vytápění nebo jeho útlumy.

Efektivním využíváním regulační techniky zabezpečit, aby vytápěné místnosti byly po dobu vyučování (provozu) racionálně vytápěny, tzn. učebny na $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, chodby a tělocvičnu na $\theta_i = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, pokoje na internátech na $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Např. snížení průměrné vnitřní teploty během topné sezony o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ znamená v klimatických podmínkách města Litomyšl úsporu až 6 % energie na vytápění.

Navrhuji provádět pravidelné (např. měsíční) vyhodnocování spotřeby paliva na vytápění (např. GJ / D^o) v kotelnách školy i internátů v závislosti na venkovní teplotě pomocí dennostupňové metody a obsluhu zdrojů, jejich regulační techniky (na zdrojích i vytápěcího řídícího systému) a vzduchotechnického zařízení internátu II. na dosažených úsporách finančně zainteresovat.

Současně navrhuji pravidelně (např. měsíčně) vyhodnocovat spotřeby energie v kuchyni v závislosti na počtu uvařených pokrmů a personál kuchyně finančně zainteresovat na úsporách energie při vaření, neboť i drobnými změnami v technologických postupech při vaření lze docílit citelných úspor energie.

Pro zabezpečení drobných úspor energie zpracovat organizační směrnici obsahující tyto body

:

- 1) pravidelné provádění intenzivního krátkodobého větrání učeben v budově školy v topném období
- 2) provádění pravidelného čištění krytů osvětlovacích těles
- 3) provádění pravidelného čištění oken a prosklených stěn internátu II.

4) hospodárné využívání osvětlovacích soustav, dle technických možností stávajícího zařízení využívat v učebnách např. dělené osvětlení dle jednotlivých řad

5) racionalizace technologických postupů při vaření pokrmů v kuchyni

Opatření na osvětlovacích zařízeních v budově internátu I., náhrada klasických zdrojů světla za nízkoenergetické

V budově internátu I. je osvětlení ubytovacích kapacit, tzn. pokojů, jejich předsíní a sociálních zařízení, stejně jako kuchyněk, klubovny, posilovny, pokojů vychovatelů a dalších místností řešeno osvětlovacími tělesy s klasickými žárovkovými zdroji světla. Pro dosažení energetických úspor proto navrhuji ve všech svítidlech, kromě místností s pouze občasným pobytem osob (sklad prádla, komora, archiv apod.) nahradit klasické žárovky kompaktními nízkoenergetickým zářivkami.

Obvyklá doba provozu osvětlovacích soustav je podle jednotlivých měsíců vypočtena v následující tabulce, přičemž výpočet doby vychází z předpokladu, že osvětlení je obvykle uváděno do provozu 1 hodinu před západem slunce do 22:00 hodin.

Měsíc	Předpokl. počet dní s osvětlením	Západ slunce (hodin)			Prům.doba prov. osvětlení za den	Doba prov. osvětlení / měsíc (hod.)
		začátek měsíce	konec měsíce	hodnota střed		
leden	22	16:09	16:59	16:34	6,50	143
únor	20	16:59	17:40	17:20	5,66	113
březen	16	17:42	18:30	18:06	5,00	80
duben	22	18:32	19:17	18:55	4,00	88
květen	14	19:19	19:59	19:39	3,00	42
září	20	18:54	17:41	18:17	0,51	10
říjen	22	17:38	16:39	17:08	5,00	110
listopad	21	16:37	16:02	16:20	6,66	140
prosinec	15	16:01	16:08	16:02	7,00	105
celkem	172					831

Sp.elektřiny klas. zdroji - internát 1 VOŠP a SPGŠ Litomyšl				
Příkon žárovky (W)	Součinitel doby využití z vyp.doby	Počet ks	Prům.doba prov. osv./a (hod.)	Spotřeba elektřiny za ref. rok (kWh)
100	1	95	831	7895
60	0,5	24	831	598
2x40	0,3	43	831	858
60	0,1	36	831	179
40	0,5	102	831	1695
celkem		300		9350

Sp.elektřiny klas. zdroji - internát 1 VOŠP a SPGŠ Litomyšl				
Příkon komp.zářivky (W)	Součinitel doby využití z vyp.doby	Počet ks	Prům.doba prov. osv./a (hod.)	Spotřeba elektřiny za ref. rok (kWh)
20	1	95	831	1579
11	0,5	24	831	110
2x9	0,3	43	831	858
11	0,1	36	831	33
9	0,5	102	831	381
celkem		300		2546

Opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budov

V rámci energeticky úsporného projektu jsou navržena opatření na průsvitných neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov (na systémové hranici budov).

U budovy **internátu I.** - ubytovací část - navrhuji stávající průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy, které jsou tvořeny dřevěnými zdvojenými okny a dřevěnými balkónovými dveřmi, nahradit novými, plastovými, kde u oken je $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, u dveří $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Celková plocha oken 145 m^2 , balkónových dveří 96 m^2 .

Svislé neprůsvitné konstrukce ubytovací části budovy internátu I. opatřit z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu $\geq 100 \text{ mm}$, $\lambda \leq 0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, (případně jiný tepelně-izolační materiál ekvivalentních vlastností a tloušťky vrstvy) a vrstvou vnější omítky

tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m}^*\text{K}$), celková plocha zateplení $465,15 \text{ m}^2$. Kontaktní zateplovací systém provést tím způsobem, aby v 2. až 4. NP byly eliminovány vertikální tepelné mosty vznikající na každém z balkónů na styku dodatečně izolované zdi z dutých cihel tl. 150 mm a mezibalkonové zdi a horizontální tepelné mosty mezi dodatečně izolované zdi z dutých cihel tl. 150 mm a stropem vyššího podlaží. Například tak, že mezibalkonové zdi z obou stran a stropy balkónů ze spodní strany budou dodatečně izolovány polystyrenem ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m}^* \text{ K}$) tl. $\geq 30 \text{ mm}$.

Strop nad 4.NP opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m}^* \text{ K}$) tl. $\geq 100 \text{ mm}$ a vrstvu vnitřní omítky (např. štukové) tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m}^*\text{K}$), celková plocha dodatečně izolovaných stropů z vnitřní strany 520 m^2 , části stropu nad 1. NP, které tvoří podlahu balkónů vůči exteriéru, opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m}^* \text{ K}$) tl. $\geq 100 \text{ mm}$ a vrstvu termoizolační omítky, tl. vrstvy $\geq 20 \text{ mm}$, ($\lambda \leq 0,06 \text{ W/m}^*\text{K}$). Vnitřní izolace na stropě 1. NP provést tím způsobem, aby byl eliminován horizontální tepelný most vznikající na styku svislé stěny 2.NP na balkónech a stropu nad 1.NP, například tak, že izolovaná plocha stropu nad 1. NP bude směrem do prostoru 1. NP rozšířena o min. 300 mm před vertikální úroveň (z pohledu zevnitř) obvodové zdi. Celková plocha vnitřní izolace stropu 1. NP: $58,7 \text{ m}^2$ (plocha pod balkóny) + $15,5 \text{ m}^2$ (rozšíření plochy), celkem $72,4 \text{ m}^2$.

Stávající průsvitné konstrukce venkovního pláště hospodářské části budovy nahradit novými, plastovými, kde je u oken $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ a u dveří $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Celková plocha oken $3,6 \text{ m}^2$, domovních dveří $6,88 \text{ m}^2$ a prosklené stěny $13,82 \text{ m}^2$.

U částí hospodářské budovy vytápěných na teploty $\theta_i \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$ (hlavní vchod vestibul u hlavního vchodu, vrátnice) navrhují stávající svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy opatřit z vnější strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu $\geq 100 \text{ mm}$, $\lambda \leq 0,034 \text{ W/m}^* \text{ K}$, (případně jiný tepelně-izolační materiál ekvivalentních vlastností a tloušťky

vrstvy) a vrstvou vnější omítky tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$), celková plocha zateplení $21,0 \text{ m}^2$. Strop na vytápěnými prostory hospodářské části budovy opatřit z vnitřní strany kontaktním zateplovacím systémem obsahujícím vrstvu extrudovaného polystyrenu ($\lambda \leq 0,034 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$) tl. $\geq 50 \text{ mm}$ a vrstvu vnitřní omítky (např. štukové) tl. $\sim 15 \text{ mm}$ ($\lambda \leq 0,80 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$), celková plocha dodatečně izolovaných stropů z vnitřní strany $82,72 \text{ m}^2$.

Vnitřní prosklenou stěnu ve vestibulu u hlavního vchodu včetně dvojích dveří nahradit novou, plastovou s dvojími plastovým dveřmi, plocha prosklených stěn ($U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) $13,82 \text{ m}^2$, plastových dveří ($U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) $6,88 \text{ m}^2$.

U **budovy školy** vzhledem k její památkové ochraně a po konzultaci s kompetentními pracovníky Oddělení památkové péče MÚ Litomyšl nejsou na svislých neprůsvitných konstrukcích navržena opatření. Na podlahu půdy - stropu nad 3. NP budovy školy – navrhuji položit desky z minerální plsti ($\lambda \leq 0,044 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$) tl. vrstvy $\geq 160 \text{ mm}$, celková plocha dodatečně izolovaného stropu $1320,22 \text{ m}^2$.

U průsvitných konstrukcí venkovního pláště budovy školy navrhuji ponechat stávající dřevěná dvojitá okna, která jsou v poměrně zachovalém stavu, provést celkovou repasi těchto oken (uzavírací mechanismy, dosedací plochy) a do spár osadit silikonové těsnění do drážky (tloušťka těsnění musí být zvolena montážní firmou tak, aby okna šla zavírat), čímž se součinitel spárové průvzdušnosti $i_{iv} \cdot 10^{-4}$ sníží na hodnotu $0,00008 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-n}$, celková délka spár oken budovy školy 3.960 m . V rámci repase oken nahradit jejich vnitřní skla za energeticky úsporná 4 mm SG skla (čirá), součinitel prostupu tepla okny tak snížit na hodnotu $U_w = 2,00 \text{ W.m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha oken u budovy internátu $817,52 \text{ m}^2$.

Z tabulek na následujících stranách je patrné, že po realizaci energeticky úsporného projektu část konstrukcí venkovního pláště budov nesplňuje požadavky ČSN 73 0540 (2005) na jednotlivé stavební konstrukce.

Přesto, jak vyplývá z následujících vyhodnocení, budova internátu I. i budova internátu II. splňují po realizaci EÚP požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb. i ČSN 73 0540 (změna 2005), budova školy splňuje pouze požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb., neboť možnost provádění úprav stavebních konstrukcí pro vylepšení jejich tepelně technických vlastností je vzhledem k památkové ochraně budovy velmi omezená.

V protokolech o výpočtech tepelných ztrát budov, resp. výpočtu tepelného výkonu dle ČSN EN 12 831 je provedeno vyhodnocení potřeby energie na vytápění podle Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. s tímto výsledkem:

Označení budovy:	e_v (kWh/ m ³ *a)	e_{vN} (kWh/ m ³ *a)	Vyhodnocení:
Internát I.	18,4	30,7	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Internát II.	25,7	31,4	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Škola	26,3	28,6	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje

Hodnocení dle požadavků dle ČSN 73 0540-2/Z1 (2005), čl 9.

Označení budovy:	U_{em} (W/m ² *K)	$U_{em,N}$ (W/m ² *K)	Vyhodnocení:
Internát I.	0,49	0,69	$U_{em} \leq U_{em,N}$, vyhovuje
Internát II.	0,65	0,66	$U_{em} \leq U_{em,N}$, vyhovuje
Škola	0,95	0,79	$U_{em} \leq U_{em,N}$, nevyhovuje

V tabulkách na následujících stranách je provedeno porovnání hodnot součinitelů tepla stávajících konstrukcí na systémové hranici budovy a konstrukcí upravených dle návrhu obsaženém v energeticky úsporném projektu včetně porovnání s požadavky ČSN 73 0540 (Změna 1: 2005).

Stávající stav		Plocha	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po real EÚP)	Plocha	EÚP		Vyhovuje
Int.1	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
Ob.č.	Zd.plynos.400	96.4	0.45	0.38	N	Zd.plynos.400 i	96.4	0.19	0.38	V
	Zd.pan.štit.s o	368.8	1.19	0.38	N	Zd.pan.štit.s o	368.8	0.26	0.38	V
	Výpl.zdi.DC150	149.8	1.86	0.38	N	Výpl.zdi.DC150	149.8	0.29	0.38	V
	Okno dř.zdvoj 2	145.0	2.90	2.00	N	Ok.plast.iz2sk	145.0	1.40	2.00	V
	Dv.bal.dř.zdvoj	96.4	4.65	2.00	N	Dveře plastové	96.4	1.60	2.00	V
	Str. int.1/bal	58.7	1.19	0.24	N	Str. int.1/bal	58.7	0.24	0.24	V
	Nadpr.panel vyb	19.3	1.30	0.38	N	Nadpr.panel izp	19.3	0.27	0.38	V
	Parapet.panel	46.5	1.30	0.38	N	Parapet.panel i	46.5	0.27	0.38	V
	Podl.KD	208.6	0.47	0.60	V	Podl.KD	208.6	0.47	0.60	V
	Podl.PVC	354.3	0.43	0.60	V	Podl.PVC	354.3	0.43	0.60	V
	Podl.bet	15.7	0.79	0.60	N	Podl.bet	15.7	0.79	0.60	N
	Str.int.1	519.8	0.30	0.24	N	Str.int.1 izpol	519.8	0.16	0.24	V
	Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	2,20	V
	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V
Hos.č.	ZdCDm240	191.7	1.79	0,38	N	ZdCDm240	88.1	1.79	0,38	N
	Okno dř.zdvoj 2	3.6	2.90	2,00	N	Ok.plast.iz2sk	3.6	1.40	2,00	V
	Str.hosp.bud.	300.7	0.31	0,24	N	Str.hosp.bud.	300.7	0.31	0,24	N
	Podl.KD	59.2	0.47	0,60	V	ZdCDm240izpoly	36.8	0.28	0,38	V
	Zd.bet.	84.0	0.95	0,60	N	Str.hosp.bud.do	66.7	0.21	0,24	V
	Podl.kotelny	93.4	0.97	0,60	N	Podl.KD	59.2	0.47	0,60	V
	Podl.bet.maz.	148.1	0.81	0,60	N	Zd.bet.	84.0	0.95	0,60	N
	Dveře domovní k	6.9	6.50	3,50	N	Podl.kotelny	93.4	0.97	0,60	N
	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	3,50	N	Podl.bet.maz.	148.1	0.81	0,60	N
	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V	Dveře plastové	6.9	1.60	2,20	V
	Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	2,20	V	Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,20	V
Vstup	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	3,50	N	ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	2,20	V
	Dveře domovní k	6.9	6.50	3,50	N	Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	2,20	V
	ZdCDm240	16.8	1.79	0,38	N	Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,20	V
	Str.hosp.bud.	16.0	0.31	0,24	N	Dveře plastové	6.9	1.60	2,20	V
	Podl.KD	16.0	0.47	0,60	V	ZdCDm240 izpoly	16.8	0.28	0,38	V
	Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	2,00	N	Str.hosp.bud.do	16.0	0.21	0,24	V
	Dveře domovní k	6.9	6.50	2,00	N	Podl.KD	16.0	0.47	0,60	V
						Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	2,00	V
						Dveře plastové	6.9	1.60	2,00	V

	Podl.bet	210.4	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl. KD II	192.9	0.78	0,60	N
	Podl.výsky1	24.1	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl. PVC II	133.8	0.76	0,60	N
	Podl.výsky2	71.9	0.68	0,60	Nevyhovuje	Podů.bet+kobere	48.1	0.40	0,60	N
	ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	0,38	Vyhovuje	Podl.bet.maz.	71.7	0.78	0,38	N
	Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	2,00	Nevyhovuje	Strop / půda	818.1	0.27	2,00	N
	ZdPoro125	19.0	1.79	2,20	Vyhovuje	Strop WC	25.9	0.27	2,20	N
	ZdPoro 250	62.4	1.19	2,20	Vyhovuje	ZdPC500/soused.	98.8	1.21	2,20	N
	Dveře vnitřní d	1.8	2.00	3,50	Vyhovuje	ZdPC650 int	59.5	0.94	3,50	N
	Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	2,20	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	3.1	2.00	2,20	N
	Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	2,20	Vyhovuje	ZdPC650 int	33.4	0.94	2,20	N
	po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	2,20	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	6.2	2.00	2,20	N
	Str.intr.2-B	88.9	1.53	2,20	Vyhovuje	Strop PP/1.NP -	151.7	0.71	2,20	N
Stávající stav		Plocha	Stávající stav		Vyhovuje	Stav po real EÚP)	Plocha	EÚP		Vyhovuje
Int.2	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje	Konstrukce	m ²	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	Nevyhovuje
1.NP	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje
	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje
	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje
	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje
	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje
	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje
	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje

Stávající stav		Plocha m ²	Stávající stav		Vyhovuje Nevyhovuje	Stav po real EÚP)		Plocha m ²	EÚP		Vyhovuje Nevyhovuje
Int.2	Konstrukce		U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)		Konstrukce	U (W/m ² .K)		U _N (W/m ² .K)		
1.NP	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	0,38	Vyhovuje	
	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	4.6	0.26	0,38	Vyhovuje	
	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	2,00	Vyhovuje	
	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	0,24	Vyhovuje	
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	
	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	
	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	
	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje	Zd.žel.bet	26.7	2.56	2,20	Nevyhovuje	
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	
	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	2,20	Vyhovuje	
	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Pos.stěna plná	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	
	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	2,20	Vyhovuje	
	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	2,20	Vyhovuje	
	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	2,20	Vyhovuje	
	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.2	13.7	0.25	0,38	Vyhovuje	
	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje	Zd.Send.3	3.2	0.28	0,38	Vyhovuje	
	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	0,38	Nevyhovuje	
	Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.85	2,00	Vyhovuje	
	Po marm./zem	211.4	0.50	0,60	Vyhovuje	Po marm./zem	211.4	0.50	0,60	Vyhovuje	
	Str.Jídelna	211.4	0.26	0,24	Nevyhovuje	Str.Jídelna	211.4	0.26	0,24	Nevyhovuje	
	Zd.send.vni	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vni	54.0	1.39	2,20	Vyhovuje	
	Zd.send.vni	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vni	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	
	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	
	Dých.stěna	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	Dých.stěna	7.5	2.00	3,50	Vyhovuje	
	ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	0,38	Vyhovuje	
	Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	0,38	Nevyhovuje	Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	0,38	Nevyhovuje	
	Zd.slož.ext.	14.8	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	14.8	0.26	0,38	Vyhovuje	
	Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	2,00	Vyhovuje	Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	2,00	Vyhovuje	
	Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.85	2,00	Vyhovuje	

	Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.85	2,00	Vyhovuje
	Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	0,24	Vyhovuje
	Po marm./zem	533.1	0.50	0,60	Vyhovuje	Po marm./zem	533.1	0.50	0,60	Vyhovuje
	Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	0,60	Vyhovuje	Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	0,60	Vyhovuje
	Podl.vlýsky1/ze	22.5	0.51	0,60	Vyhovuje	Podl.vlýsky1/ze	22.5	0.51	0,60	Vyhovuje
	Dveře plastové	4.1	1.60	2,00	Vyhovuje	Dveře plastové	4.1	1.60	2,00	Vyhovuje
	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje	Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	2,20	Vyhovuje
	Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje	Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	2,20	Vyhovuje
	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje	Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	2,20	Vyhovuje
	ZdPoro115vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje	ZdPoro115vni	29.3	1.79	2,20	Vyhovuje
	Zd.žel.B	26.7	2.56	2,20	Vyhovuje	Zd.žel.B	26.7	2.56	2,20	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	7.6	2.00	3,50	Vyhovuje
	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje	Dveře vnitřní d	12.7	2.00	3,50	Vyhovuje
	Str.ko s vlasy	113.3	0.81	2,20	Vyhovuje	Str.ko s vlasy	113.3	0.81	2,20	Vyhovuje
	Str. ko s marm.	845.2	0.65	2,20	Vyhovuje	Str. ko s marm.	845.2	0.65	2,20	Vyhovuje
	Str.ko.s-KD	332.5	0.90	2,20	Vyhovuje	Str.ko.s-KD	332.5	0.90	2,20	Vyhovuje
2.-3.NP	ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	0,38	Vyhovuje	ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	0,38	Vyhovuje
	Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.85	2,00	Vyhovuje	Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.85	2,00	Vyhovuje
	Proskl.fas.	304.2	1.85	2,00	Vyhovuje	Proskl.fas.	304.2	1.85	2,00	Vyhovuje
	Zd.slož.ext.	53.7	0.26	0,38	Vyhovuje	Zd.slož.ext.	53.7	0.26	0,38	Vyhovuje
	Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	0,24	Vyhovuje	Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	0,24	Vyhovuje
	Str.3.NP 2	229.9	0.23	0,24	Vyhovuje	Str.3.NP 2	229.9	0.23	0,24	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	2,20	Vyhovuje
	Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	2,20	Vyhovuje	Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	2,20	Vyhovuje
	po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	2,20	Vyhovuje	po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	2,20	Vyhovuje

Opatření na zdroji tepla – kotelně K 1, náhrada stávajících kotlů kondenzačními

Vzhledem k opotřebení kotlů v kotelně K1 a jejich poruchovosti navrhuji instalovat nové. Pro vytápění navrhuji stávající 3 kotle nahradit kondenzačními stacionárními kotli na zemní plyn o jmenovitém výkonu $3 \cdot 130 \text{ kW}$. Kotle instalovat na místa stávajících s maximálním využitím stávajících rozvodů ÚT v kotelně i odtahů spalin.

Prostřednictvím nové M+R techniky nové kotle automaticky kaskádově přiřazovat do provozu podle momentální potřeby tepla na vytápění a větrání.

Pro řádné využití kondenzačního efektu nových kotlů je nutné uzpůsobit i rozvody ve stávající kotelně. Do vytápěcího systému neinstalovat prvky zvyšující teplotu na zpátečce (např. čtyřcestné směšovací ventily, vyřadit ze systému stávající anuloid), ekvitermní regulaci realizovat pouze trojcestnými ventily) a z téhož důvodu po celou dobu provozu ÚT oddělit od systému ÚT a systém ohřevu teplé vody, který je realizován v 2 boilerech OVS 21 – 1000 l. Systém v kotelně je již v současné době tímto způsobem provozován. Boiler je vytápěn topnou vodou o teplotě 90°C , vratná voda o teplotě 70°C vracející se z boileru by propojení systému ÚT a systému ohřevu TV nežádoucím způsobem zvyšovala teplotu zpáteček do kondenzačních kotlů, což by v důsledku znamenalo omezení efektu kondenzace a snížení jejich účinnosti (normovaného stupně využitelnosti).

Ohřev TV proto navrhuji provádět stávajícím způsobem, jako zdroj tepla pro ohřev TV nadále používat samostatně kotel DAKON 30 EKO, instalovaný do kotelny v roce 2005, pro případ jeho poruchy ponechat v systému kotelny potrubí propojující systém ÚT a ohřevu TV (při standardním provozu jsou armatury na těchto potrubích uzavřeny).

Max. potřeba tepla pro vytápění a větrání (prov. špičky) – kondenzační kotle – (kW):

- | | |
|---|-----|
| 1) potřeba tepla na vytápění (při přerušovaném provozu ÚT) | 367 |
| 2) ohřev TUV + $0,8 \cdot$ potřeba tepla na vytápění | - |

Záloha na kondenzačních kotlových jednotkách při výpadku největšího kotle (%):

$$\frac{3 \cdot 130 - 130}{367} \cdot 100 = 70,8 \% \quad - \quad \text{vyhovuje}$$

Měřicí a regulační technika

Kotelna K2 – internát I.

Za stávajícího stavu není kotelna K2 vybavena v dostatečné míře M+R technikou na zdroji, neboť ekvitermní regulací teploty topné vody je vybavena pouze východní větev, západní větev (a více osluněná strana budovy) je regulována pouze nastavením teploty topné vody na výstupu z kotle. Totéž platí o topné větvi pro hospodářskou část budovy.

Vytápěcí systém obytné části internátu I. je rozdělen na 2 hlavní vytápěcí větve – východní a západní – a je tak dobře uzpůsoben pro instalaci zónové ekvitermní regulace vytápění. Navrhuji proto na vytápěcí větev pro západní stranu obytné části budovy a na vytápěcí větev pro hospodářskou část budovy instalovat třícestné směšovací ventily, prostřednictvím nichž bude přimíchávána ochlazená zpětná voda z ÚT do topné vody. Provozní nastavení směšovacích ventilů, včetně stávajícího na východní větvi, realizovat nadřazeným regulátorem, popř. regulátory, s možností programování doby vytápění v alespoň týdenním cyklu tak, aby bylo možné v maximální možné míře využívat útlumy vytápění, popř. jeho přerušování a tak optimalizovat dobu vytápění bez potřeby častých manuálních zásahů obsluhy kotelny. Čidla teploty venkovního vzduchu, spojená s regulátorem (regulátory), instalovat na východní a západní stranu obytné části budovy.

Regulaci teploty teplé vody na v ohříváku realizovat prostřednictvím M+R techniky obsahující regulátor, teplotní čidlo teplé vody u výstupu z ohříváku a

uzavírací ventil se servopohonem na potrubí přivádějícím topnou vodu do vytápěcího tělesa v ohříváku.

Kotelna K1 – budova školy

Současně s výměnou kotlů pro ÚT obnovit stávající regulační techniku instalovanou v kotelně K1, tzn. nahradit stávající trojcestné směšovací ventily na jednotlivých vytápěcích větvích novými, regulátory Komexterm nahradit novými s možností programování v nejméně týdenním cyklu tak, aby doba provozu ÚT byla denně řízena podle skutečného časového využití budovy a bylo maximalizováno využívání útlumů či přerušování vytápění v odpoledních, večerních a nočních hodinách včetně víkendových útlumů.

Regulaci teploty teplé vody na v ohřívácích realizovat prostřednictvím nové M+R techniky obsahující regulátor, teplotní čidlo teplé vody u výstupu TV z ohříváků a uzavírací ventily se servopohonem na potrubí přivádějícím topnou vodu do vytápěcího tělesa v ohříváku.

Budova internátu I. – dynamická regulace vytápění

Pro identifikaci a využití vnějších a vnitřních tepelných zisků vytápěné budovy internátu I. navrhuji instalovat na všechna topná tělesa termostatické ventily. K termostatickým ventilům použít hlavice v provedení s odolností proti neoprávněné manipulaci a jiným vnějším zásahům.

Izolace na rozvodech ÚT a TV

Po provedených úpravách budou v kotelně rozvody ÚT, ohřevu TV a TV opatřeny dodatečnými izolacemi potrubí včetně nových izolací armatur, aby tloušťka izolační vrstvy odpovídala požadavkům Vyhlášky MPO č. 151/2001 Sb. (celková tloušťka izolační vrstvy u potrubí a armatur s $40 \geq DN \geq 100$ byla $\geq DN$, armatury

izolovat rozebíratelným způsobem, izolace provést izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,040 \text{ W /m.K)}$.

Potřeby tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli vypočtené dennostupňovou metodou po realizaci navrženého energeticky úsporného projektu (EÚP) za rok za průměrných podmínek území České republiky definovaných vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. (střední teplota venkovního vzduchu v průběhu topného období $+3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den)

Škola	2.180 GJ	~	605.534 kWh
Internát I.	523 GJ	~	145.286 kWh
Internát II.	1.048,36 GJ	~	291.211 kWh

Potřeby tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP) za tzv. referenční rok (rok s místně průměrnými vnitřními a vnějšími klimatickými podmínkami a s místně obvyklým provozním režimem):

V tabulce na následující straně je dennostupňovou metodou vypočtena potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za místně průměrných podmínek – tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počet dní vytápění budovy školy a budov internátu 215 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů:

Škola	1.080,60 GJ	~	300.167 kWh
Internát I.	701,83 GJ	~	194.953 kWh
Internát II.	1.557,32 GJ	~	432.589 kWh

Potřeba tepla na vytápění a větrání budov VOŠP a SPŠ Litomyšl za tzv. referenční rok po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP) v GJ/a,ref.

Referenční rok	Tau-d	Ta-p	Tau	θ so1PP	θ jdel	θ kuch.	θ es	θ e	Dst	Qc 1.PP	f1-1.PP	f2-1.PP	f3-1.PP	f4-1.PP	Ec 1.PP	Qc jdel	f1-jí	f2-jí	f3-jí	f4-jí	Ec jid.	Qc kuch.	f1-ku	f2-ku	f3-ku	f4-ku	Ec kuch.	Ec suma
Internát 1	215	24	18576000	18,02	13,10		3,09	-15	2997	81515	1,00	1,00	1,00	0,85	581,96	21312	1,00	1,00	1,00	0,85	119,87						0,00	701,83
Internát 2	215	24	18576000	14,56	18,54	18,50	3,09	-15	3240	29243	0,95	0,72	1,00	0,85	122,55	170343	0,95	0,72	1,00	0,85	847,46	118218	0,95	0,72	1,00	0,85	587,31	1557,32
Škola	215	15	11617200	13,20	18,40		3,09	-15	3152	49561	1,00	0,67	1,00	0,85	117,55	317559	1,00	0,67	1,00	0,85	963,05						0,00	1080,60
Celkem															822,06						1930,38						587,31	3339,75

Model energetické potřeby

Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy Litomyšl

Stav po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP)

(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov, obvyklý počet dní vytápění budovy školy a budov internátů 215, počet studentů a zaměstnanců v budově školy ≤ 900 , celkový počet ubytovaných studentů a zaměstnanců internátů ≤ 240 a počet jídel uvařených v kuchyni za tzv. referenční rok ≤ 169.000)

MODEL	Internát	Internát	Budova	VOŠPG a SPGŠ
ENERGETICKÉ	I. (starý)	II. (nový)	školy	Litomyšl
POTŘEBY	(kotelna K1)	(kotelna K2)	(kotelna K3)	Celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	691,30	1 533,96	1 064,39	3 289,65
Newužitelné ztráty v rozvodech UT	23,02			23,02
Teplo na ohřev teplé vody (TV)	235,86	364,27	524,23	1 124,36
Ztráty v ohřívacích TV	6,05	9,34	13,44	28,83
Ztráty v rozvodech TV	7,48	11,55	16,63	35,67
Energie na vaření - zemní plyn	0,00	207,31	0,00	207,31
- elektřina	0,00	69,11	0,00	69,11
Elektřina při výrobě tepla	13,64	24,78	21,35	59,77
Elektřina ostatní (VZD, osvětlení, drob.spotř.)	73,97	434,61	212,30	720,88
Elektřina ATS	14,72	0,00	0,00	14,72
Ztráty v kotlích při výrobě tepla pro UT	88,29	189,59	32,92	310,80
Ztráty v kotlích při výrobě tepla při ohř. TV	30,82	47,60	75,59	154,01
Ztráty v kotlích celkem	119,11	237,20	108,51	464,81
Energie celkem	1 185,16	2 892,13	1 960,85	6 038,13

Na základě vypočtených hodnot je sestavena upravená energetická bilance vyjadřující původní stav a stav po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP):

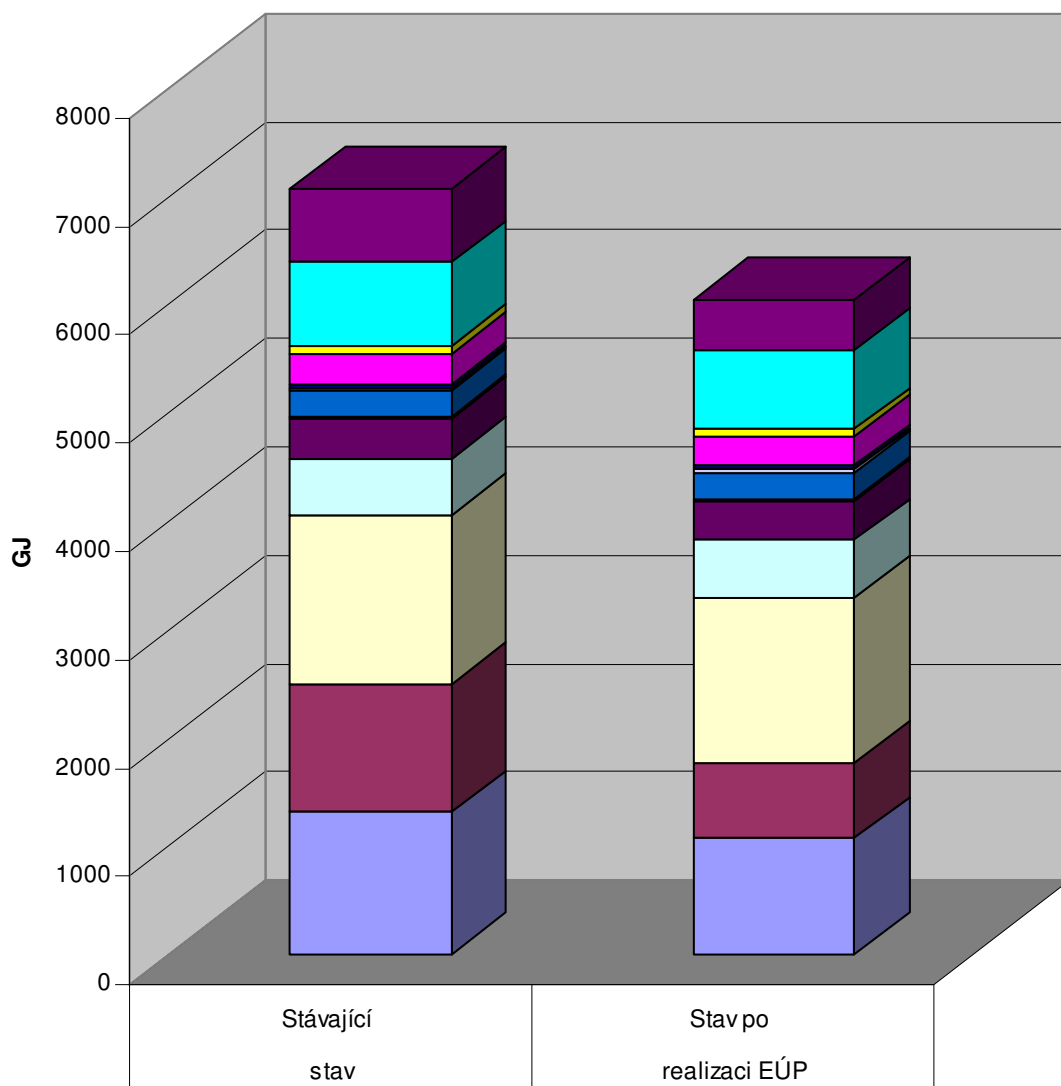
Ř	Ukazatel	Stávající stav		Po realizaci EÚP	
		Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.	Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	7052,34	2 859 602	6038,13	2 551 074
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	7052,34	2 859 602	6038,13	2 551 074
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	7052,34	2 859 602	6038,13	2 551 074
	z toho: elektřina	911,67	1 063 350	864,48	1 009 871
	zemní plyn	6140,68	1 796 252	5173,65	1 541 202
6	Ztráty v kotlích	673,43	197 193	464,81	137 871
	z toho: ztráty v kotlích kot. K1	180,03	52 088	119,11	34 977
	z toho: ztráty v kotlích kot. K2	240,08	69 461	237,20	69 652
	z toho: ztráty v kotlích kot. K3	253,32	75 645	108,51	33 242
7	Ztráty při ohřevu TV	87,52	25 600	87,52	26 081
	z toho: ztráty v ohřívácích TV	28,83	8 466	28,83	8 637
	ztráty v rozvodech TV+ neuž.ÚT	58,69	17 134	58,69	17 444
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	5169,26	1 512 566	4414,01	1 316 373
	z toho: spotřeba energie na vytápění z K1	1184,23	342 623	691,30	203 000
	spotřeba energie na vytápění z K2	1557,32	450 565	1533,96	450 446
	spotřeba energie na vytápění z K3	1303,35	389 204	1064,39	326 093
	spotř.energie na ohřev TV z K1	235,86	68 239	235,86	69 260
	spotř.energie na ohřev TV z K2	364,27	105 391	364,27	106 968
	spotř.energie na ohřev TV z K3	524,23	156 544	524,23	160 606
9	Spotř.energie na ostatní procesy (včetně paušálů)	1122,14	1 124 243	1071,79	1 070 748
	z. toho: elektřina při výrobě tepla	70,06	81 569	59,77	69 692
	elektřina ostatní (osvětlení, drob.spotř.)	756,73	881 243	720,88	840 719
	zemní plyn pro technologii kuchyně	210,47	60 893	207,31	60 876
	elektřina pro technologii kuchyně	70,16	81 769	69,11	80 693
	elektřina pro ATS	14,72	18 769	14,72	18 769

Předpokládané celkové výdaje na realizaci EÚP :

Internát I. - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- plastová okna – obyt. část	580.000 Kč
- balkónové dveře - plastové	624.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- plastové domovní dveře v průhledných stěnách	89.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....	110.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Škola - zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG).....	646.000 Kč
- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....	218.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	1,250.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
- M+R technika na zdroji (K1)	120.000 Kč

Celkové výdaje na realizaci EÚP:..... 5,236.000 Kč

MODEL energetické potřeby VOŠP a SPŠ Litomyšl
stávající stav / stav po realizaci EÚP v GJ / a,ref.



- | | |
|--|---|
| ■ Teplo na vytápění a větrání - škola | ■ Teplo na vytápění a větrání - Internát I. |
| ■ Teplo na vytápění a větrání - Internát II. | ■ Teplo na ohřev TV - škola |
| ■ Teplo na ohřev TV - internát II. | ■ Nevyužitelné ztráty v rozvodech ÚT |
| ■ Teplo na ohřev TV - internát I. | ■ Ztráty v ohřívácích TV |
| ■ Ztráty v rozvodech TV | ■ Energie na vaření |
| ■ Elektřina při výrobě tepla | ■ Elektřina ostatní (VZD, osvětlení, drob.spotř.) |
| ■ Ztráty v kotlích celkem | |

Ekonomické vyhodnocení EÚP

Ekonomické vyhodnocení EÚP jako celku je provedeno podle 4 kritérií a vychází z ekonomického vyhodnocení energeticky úsporného opatření - varianty č.1):

- 1) prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN}
- 2) reálná doba návratnosti při uvažování diskont. sazby 2,50 %
- 3) čistá současná hodnota navrženého opatření - $NPV_{Tž}$
- 4) vnitřní výnosové procento $IRR_{Tž}$

Ve smyslu § 7, odst. (3) Vyhlášky MPO ČR č. 213/2001 Sb. ve znění Vyhlášky MPO ČR č. 425/2004 Sb. se do ekonomického hodnocení nezahrnují náklady (výdaje) na opatření k odstranění zanedbané údržby. Na základě toho jsou pro ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant EÚP celkové výdaje opraveny – redukovány na výdaje zabezpečující energetické úspory bez výdajů na zanedbanou údržbu.

a) výdaje zahrnuté ve výši 100 %

Internát I - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Škola - zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG).....	646.000 Kč

- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....218.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže1,250.000 Kč

Opatření zahrnutá ve skupině a) jsou charakterizována tím, že bez jejich realizace budou budovy nadále funkční.

b) výdaje zahrnuté ve výši 80 %

- plastové domovní dveře v průhledných stěnách89.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....110.000 Kč

Opatření, které řeší výměnu stávajících a funkčních, ale již částečně opotřeбенých domovních dveří a prosklených stěn za nové s výrazně lepšími tepelně izolačními vlastnostmi.

c) výdaje zahrnuté ve výši 40 %

- plastová okna – obyt. část580.000 Kč
- balkónové dveře - plastové624.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže1,250.000 Kč
- M+R technika na zdroji (K1)48.000 Kč

Opatření, které řeší především tzv. zanedbanou údržbu – výměnu zkroucených a netěsných oken a balkónových dveří, náhradu částečně opotřeбенých kotlů v kotelně K1 a instalované, ale již zcela nefunkční M+R na zdroji v K1.

1) Redukované výdaje na realizaci navrženého energeticky úsporného projektu:

Internát I. - kompaktní zářivky (300 ks).....	30.000 Kč
- plastová okna – obytl. část	232.000 Kč
- balkónové dveře - plastové	250.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí ob.část.....	430.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu 4. NP	370.000 Kč
- vnitřní zateplení stropů pod balkóny 1. NP	62.000 Kč
- venkovní zateplení svislých neprůsv. konstrukcí hosp. část.....	21.000 Kč
- vnitřní zateplení stropu – hospodářská část	62.000 Kč
- plastové domovní dveře v průhledných stěnách	71.000 Kč
- průhledné stěny (hlavní vchod a chodba).....	88.000 Kč
- M+R technika na zdroji + TRV.....	125.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
Škola - zateplení stropu 3.NP (160 mm minerální desky).....	449.000 Kč
- výměna vnitřních skel oken za tzv. energetická (SG)	646.000 Kč
- silikonové těsnění do drážky do spár oken.....	218.000 Kč
- výměna stávajících kotlů za kondenzační vč. montáže	500.000 Kč
- dodatečné izolace na rozvodech v kotelně.....	25.000 Kč
- M+R technika na zdroji (K1)	48.000 Kč

Redukované výdaje na realizaci EÚP:

3,652.000 Kč

1) Prostá doba návratnosti energeticky úsporného projektu

$T_{PN\ EÚP}$ (počet roků)

Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN} je vypočítána podle vztahu:

$$T_{PN} = \frac{IN}{CF_t} = \frac{IN}{CHV + DO} = \frac{IN}{(V - N - DO) \cdot (1 - DS) + DO},$$

kde: IN investiční a jiné jednorázové výdaje související s realizací EÚP

CF_t cash - flow projektu v roce t

CHV čistý hospodářský výsledek za rok

DO daňové odpisy související s realizací navrženého EÚP

V výnosy opatření za rok

N nově vzniklé provozní náklady související s EÚP za rok

DS daňová sazba daně z příjmů právnických osob

Uvažované fyzické životnosti :

- kompaktní zářivky	6 let
- silikonové těsnění	8 let
- měřicí a regulační technika	12 let
- úpravy na rozvodech ÚT a TUV	> 20 let
- kotle	> 20 let
- opatření na venkovním plášti budov (okna, dveře, izolace, zateplení)	> 20 let
- opatření na vnitřním plášti (zateplení)	> 20 let

Redukované výdaje na realizaci EÚP:

3,652.000 Kč

Dále jsou uvažovány roční provozní náklady na údržbu M+R techniky ÚT v průměru 3.000 Kč / rok. Ve výpočtu je uvažováno, že po uplynutí fyzické životnosti jednotlivých částí navrženého opatření bude vždy provedena plná obnova. Výpočet prosté doby návratnosti je proveden pro období 20 let .

Vyhodnocení prosté doby návratnosti navrženého energeticky úsporného projektu (EÚP) :

CF v jedm. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	V Kč	N Kč	Dod. IN Kč
IN	-3 652 000	-3 652 000			
CF ₁	-3 346 472	305 528	308 528	3 000	
CF ₂	-3 040 944	305 528	308 528	3 000	
CF ₃	-2 735 416	305 528	308 528	3 000	
CF ₄	-2 429 888	305 528	308 528	3 000	
CF ₅	-2 124 360	305 528	308 528	3 000	
CF ₆	-1 818 832	305 528	308 528	3 000	
CF ₇	-1 543 304	275 528	308 528	3 000	30 000
CF ₈	-1 237 776	305 528	308 528	3 000	
CF ₉	-1 150 248	87 528	308 528	3 000	218 000
CF ₁₀	-844 720	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₁	-539 192	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₂	-233 664	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₃	-148 136	85 528	308 528	3 000	220 000
CF ₁₄	157 392	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₅	462 920	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₆	768 448	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₇	855 976	87 528	308 528	3 000	218 000
CF ₁₈	1 161 504	305 528	308 528	3 000	
CF ₁₉	1 437 032	275 528	308 528	3 000	30 000
CF ₂₀	1 742 560	305 528	308 528	3 000	

Prostá doba návratnosti u navrženého energeticky úsporného projektu (EÚP) činí 14 let.

2) Reálná doba návratnosti energeticky úsporného projektu

Reálná doba návratnosti vynaložených finančních prostředků na realizaci navržených opatření při uvažování diskontní sazby 2,50 % je vypočtena ze vztahu:

$$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN = 0$$

kde: CF_t - cash-flow opatření v roce t

r - uvažovaná diskontní sazba (2,50 %)

IN - investiční náklady na realizaci opatření

Dosazováním hodnot CF_t a IN při uvažované diskontní sazbě je podmínka, že:

$$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} = IN \quad \text{splněna pro } i:$$

Vypočtená doba reálné návratnosti pro energeticky úsporný projekt je uvedena v následující tabulce:

Energeticky úsporný projekt	$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN = 0 \quad \text{pro } :$		
		počet roků	Kč
EUP		návratný pro $i = 17$	34 803

Reálná doba návratnosti EÚP je 17 let, čistá současná hodnota EÚP po 17 letech dosahuje hodnoty 34.803 Kč.

3) Čistá současná hodnota navrženého opatření - NPV (Kč)

Čistá současná hodnota navrženého energeticky úsporného projektu je vypočtena pro 20 let po realizaci projektu a při diskontní sazbě 2,50 %:

$$T_{\Sigma 20}$$

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

Hodnoty NPV pro i-tý rok po realizaci EÚP jsou uvedeny v následující tabulce, v níž je také vypočítáno CF_t pro jednotlivé roky po realizaci projektu, a to včetně dodatečných investic vyvolaných opotřebením DHM.

Na základě ΣCF_t je od roku realizace EÚP do roku $i = 20$ také provedeno vyhodnocení ztrátovosti či ziskovosti EÚP v jednotlivých letech po realizaci z hlediska NPV:

i - tý rok po realizaci opatření	CF_{ti} (Kč)	NPV _{CF} pro i-tý rok po realizaci opatření (Kč)	NPV _{EÚO} Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč
1	305 528	298 076	-3 353 924
2	305 528	588 882	-3 063 118
3	305 528	872 595	-2 779 405
4	305 528	1 149 388	-2 502 612
5	305 528	1 419 431	-2 232 569
6	305 528	1 682 887	-1 969 113
7	275 528	1 914 679	-1 737 321
8	305 528	2 165 440	-1 486 560
9	87 528	2 235 526	-1 416 474
10	305 528	2 474 204	-1 177 796
11	305 528	2 707 060	-944 940
12	305 528	2 934 238	-717 762
13	85 528	2 996 281	-655 719
14	305 528	3 212 512	-439 488
15	305 528	3 423 468	-228 532
16	305 528	3 629 280	-22 720
17	87 528	3 686 803	34 803
18	305 528	3 882 697	230 697
19	275 528	4 055 047	403 047
20	305 528	4 241 502	589 502

Z tabulky lze vyhodnotit čistou současnou hodnotu navrženého energeticky úsporného projektu v kterémkoliv roce jeho uvažované životnosti (pro $i = 1$ až 20 let).

Čistá současná hodnota (NPV $i=20$) efektů spojených s navrhovaným energeticky úsporným projektem činí 589.502 Kč.

4) Vnitřní výnosové procento IRR (%):

Vnitřní výnosové procento navrženého energeticky úsporného projektu je vypočteno ze vztahu:

$$\sum_{i=1}^{T_z} \frac{CF_t}{(1 + IRR)^i} - IN = 0$$

Vnitřní výnosové procento udává, jaká je výnosová míra efektů sledovaného opatření za dané období. Tato výnosová míra se pak porovnává zejména se stanovenou požadovanou minimální výnosností (tj. diskontní míra 2,50 %).

Při uvažované životnosti navrženého EÚP 20 let činí dle provedeného výpočtu hodnota vnitřního výnosového procenta (IRR): + 4,21 %.

Vyhodnocení EÚP z hlediska ochrany životního prostředí

Energetické úspory vyplývající z realizace energeticky úsporného projektu se pozitivně odrazí na zlepšení kvality životního prostředí, nespálením zemního plynu dojde ke snížení emisí jednotlivých škodlivin uvedených v následujících tabulkách. Produkce (resp. zmenšení množství) těchto látek byla stanovena u CO₂ podle přílohy č.8 k Vyhlášce MPO č. 213/2001 Sb. ve znění Vyhlášky MPO č. 425/2004 Sb., u ostatních vyhodnocovaných látek podle přílohy č. 5 k nařízení vlády č.352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

Vyhodnocení je provedeno na lokální úrovni, není zahrnuto hodnocení na úrovni přeměn primárních zdrojů energie.

Vyhodnocení navrženého EÚP z hlediska ochrany ŽP			
Znečišťující látka	Výchozí stav (kg / rok)	Stav po realizaci (kg / rok)	Rozdíl (kg/ rok)
Tuhé látky	3,607	3,039	0,568
SO ₂	1,731	1,459	0,273
No _x	288,549	243,109	45,440
CO	57,710	48,622	9,088
CO ₂	379080,986	319384,186	59696,800
C _x H _y	11,542	9,724	1,818

7.5 Konečné stanovisko a doporučení auditora k realizaci navrženého energeticky úsporného projektu

Energeticky úsporný projekt byl sestaven na základě návrhu energeticky úsporných opatření a vyhodnocení jejich ekonomických přínosů a přínosů pro životní prostředí.

S přihlédnutím k potenciálu energetických i finančních úspor jednotlivých variant opatření, k požadavkům na tepelnou ochranu budov ČSN 73 0540 (2005) v

návaznosti na další připravovanou legislativu (např. Směrnice 2002/91/ES – EPBD) a s přihlédnutím k finančním možnostem vlastníka budov byla k realizaci navržena finančně méně náročná varianta se srovnatelným potenciálem energetických úspor v porovnání s variantou podstatně finančně náročnější.

Garantovaná potřeba tepla na vytápění a větrání budov Vyšší odborné školy pedagogické a Střední pedagogické školy v Litomyšli po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP) za tzv. referenční rok (tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, počtu dní vytápění budov školy a internátů 215 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů a s místně obvyklým provozním režimem):

Škola	1.081 GJ	~	300.277 kWh
Internát I.	702 GJ	~	195.000 kWh
Internát II.	1.557 GJ	~	432.500 kWh

Garantované hodnoty energetické náročnosti budov po realizaci EÚP dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb.

Označení budovy:	e_v (kWh/ m ³ *a)	e_{vN} (kWh/ m ³ *a)	Vyhodnocení:
Internát I.	18,4	30,7	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Internát II.	25,7	31,4	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje
Škola	26,3	28,6	$e_v \leq e_{vN}$, budova vyhovuje

Garantované hodnoty spotřeby energie na vytápění a větrání (ohřev vzduchu) a na ohřev teplé vody za tzv. referenční rok (tzn. rok se střední teplotou venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : +3,09^{\circ}\text{C}$, počet dní vytápění budov 215 a s obvyklým provozním režimem vytápění včetně útlumů) :

Vytápění :	budova internátu I.	802,6 GJ/a _{ref}	tj. 0,375 GJ/m ² *a _{ref}
	budova internátu II.	1.723,6 GJ/a _{ref}	tj. 0,489 GJ/m ² *a _{ref}
	budova školy	1.097,3 GJ/a _{ref}	tj. 0,232 GJ/m ² *a _{ref}

Teplá voda:	budova internátu I.....	280,2 GJ/a _{ref}	tj. 0,131 GJ/m ² *a _{ref}
	budova internátu II.....	432,8 GJ /a _{ref}	tj. 0,123 GJ/m ² *a _{ref}
	budova školy	629,9 GJ /a _{ref}	tj. 0,133 GJ/m ² *a _{ref}

7.6 Okrajové podmínky

- 1) celková průměrná cena energie z nakupovaného zemního plynu (obsahující cenu za distribuci, cenu za přepravu a uskladnění i cenu za komoditu, popř. další nově vytvořené složky celkové ceny za dodaný zemní plyn) v době realizace EÚP $\geq 0,95 \cdot 294,-$ Kč /GJ včetně DPH.
- 2) cena redukováných výdajů (nákladů) na realizaci EÚP $\leq 3,652$ mil. Kč v cenách roku 2005

Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení energeticky úsporného projektu (EÚP)

Údaje	Kč ost. jedn.
Investiční výdaje projektu (počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržených variantách)	3 652 000 Kč
Změna nákladů na energii (+ snížení, - zvýšení)	308 528 Kč
Změna ostatních provozních nákladů , v tom: - změna osobních nákladů (mzdy pojistné, ...) (- +) - změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění majetku, ...) (- +) - samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise resp. i odpady (- +)	0 Kč 3 000 Kč
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady, pronájem) (+ zvýšení, - snížení)	0 Kč
Přínosy projektu celkem (roční)	305 528 Kč
Doba hodnocení	20 let
Diskont	2,50%
Hodnoty kritérií: T_s (prostá doba návratnosti)	16 let
T_{sd} (reálná doba návratnosti)	20 let
NPV_{20} (čistá současná hodnota)	589 502 Kč
IRR (vnitřní výnosové procento)	4,21%
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	0 Kč

Ekonomické vyhodnocení varianty s prostou dobou návratnosti za období nepřekračující polovinu stanovené odpisové doby příslušného hmotného majetku

V rámci navržených energeticky úsporných opatření nemá žádná z jejich variant prostou dobu návratnosti kratší než polovina stanovené odpisové doby. Navržená opatření směřující k využití M+R techniky, k zhotovení nových izolací na rozvodech tepla a TUV i opatření na venkovním plášti budovy jsou investičně náročná a jejich prostá doba návratnosti je delší než polovina jejich odpisové doby.

Číslo opatření	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory					
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem	
		Kč	GJ/rok	Kč/rok				
	Navržená úsporná opatření							
1	Beznákladové	0	84,77	33 831 Kč	0	0	0	33 831 Kč
2								
3								
4								
5								
6								
varianta celkem			84,77					

Navržený energeticky úsporný projekt doporučuji k realizaci.

Dne: 20. listopadu 2005

.....
Jaromír Džbánek

energetický auditor

zapsán v seznamu energetických auditorů
vedeného MPO ČR, číslo osvědčení 203

Evidenční list energetického auditu

Předmět EA	Vyšší odborná škola pedagogická a Střední pedagogická škola Litomyšl		
Adresa	Komenského náměstí 22, 570 01 Litomyšl		
Zadavatel EA	VOŠP a SPŠ Litomyšl	Zástupce	Stanislav Leníček, ředitel
Adresa zadavatele	Komenského náměstí 22, 570 01 Litomyšl		
Telefon	461 614 664	Fax	
		E-mail	lenicek@vospspgs.cz
Charakteristika předmětu EA	<p>VOŠP a SPŠ Litomyšl – 3 budovy – škola (Komenského náměstí 22) historická, památkově chráněná budova, vystavěna na přelomu 19. a 20. století, v centru města, základní půdorysný tvar „L“, 1 PP a 3 NP, vlastní zdroj tepla, teplovodní kotelna na ZP v 1.PP, ohřev TV centrální v kotelně, budova slouží výhradně pro výuku. Budova internátu I. – postaven v letech 1983 až 1985, na východním okraji města, obdélníkový tvar, bez podsklepení, 4 NP a hospodářská část přistavěna k 1. NP, vlastní zdroj tepla, teplovodní kotelna na ZP v 1.PP, ohřev TV centrální v kotelně. Budova slouží pro ubytování studentů, o prázdninách pro ubytování turistů a sportovců. Budova internátu II.– spojena průchozím opláštěným mostem s budovou internátu I., kolaudace v roce 2003, základní půdorysný tvar „L“, 1 PP a 3 NP, vlastní zdroj tepla, teplovodní kotelna na ZP v 1.PP, ohřev TV centrální v kotelně. V 1. NP části A velká kuchyň, až 170.000 jídel za rok. Počet studentů školy a zaměstnanců školy celkem: rok 2004 – 879 osob, ubytovaných studentů v internátu I. + zaměstnanci: 106 osob, počet ubytovaných v internátu II: + zaměstnanci: 132 + noclehů externistům v internátu 1350 v r. 2004. Celkový stav energetického hospodářství: budova školy nevyhovující, budova internátu I. – nevyhovující, budova internátu II. – vyhovující</p>		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Budova školy: 1.PP – zd. CP tl. 800 – 1000 mm, 1. až 3. NP zd CP 600 mm, omítky vnitř. vápenné, vnější vápennocementové. Okna dřevěná, dvojí, atypických rozměrů, zachovalá, spáry netěsné. Dom. dveře dřevěné plné. 1. PP převážně vytápěné – šatny, dílna, podlahy 1.PP izol. pouze 10 mm Liapolu. Strop nad 3.NP trámový, bez izolace. $U_{em}=1,09$, $U_{em,N}=0,79$, vyhl. 291/01 nevyhovuje. Budova internátu I. : základní konstrukce – upravený systém T06-B, v 1. PP podélné zdivo plynosil. 400 mm, štít. zdi panel 200 mm + zd. CDm 240 mm, podélné zdi 2. až 4.NP. zdivo Pk CD 140 mm, nadpražními a tzv. vybíjecími panely ($U_p= 1,86$ a $1,30$ W/m².K), okna dřevěná zdvoj. zkroucená, netěsná a dožitá. Strop 4.NP pod pl. střechou, str. panely tl. 130 mm + min.vata 120 mm. Podlahy 1.NP 40 mm polys. $U_{em}=1,08$, $U_{em,N}=0,69$, vyhl. 291/01 nevyhovuje Budova internátu II.: zdivo převážně Porotherm 44 P+D na maltu lehkou, podle požadavků na únosnost či odolnost různá sendvičová zdiva, většinou $U_p \leq 0,38$ W/m².K. Okna dřevěná zdvojená s iz, dvojsklem, totéž prosklené stěny, $U_w \sim 1,85$ W/m².K. Podlahy 1. PP izolované poly. tl. 50 mm, stropy nejvyš.podl. ze strop. panelů+ 160 mm Orsil, betonové desky + 160 mm Orsil. $U_{em}=0,65$, $U_{em,N}=0,66$, vyhl. 291/01 vyhovuje</p> <p>Zdroje – prům. úč. vypoč. $K_1 = 87,8$ %, $K_2 + K_3 = 89,1$ % za období 2002 až 2004, kotle v K_1 poruchové, M+R na zdrojích K_1 nefunkční, K_2 nedostatečná, TRV – škola + internát II., VZD – internát II., s rekuper. + M+R. TV centrálně v budovách, osvětlení - škola+internát II. zářivky, internát I. převážně žárovky.</p>		
Vlastní energetické zdroje	Instalovaný el. výkon	Instalovaný tep. výkon	
	0 MW	1,193 MW	
Teplo	Výroba ve vlastních zdrojích (GJ/a,ref.)	4.502	
	Nákup (GJ/a,ref)	0	
	Prodej (GJ/a,ref)	0	
Elektřina	Nákup (MWh/a,ref)	864	
	Prodej (MWh/a)	0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/a)	6.038	z toho přímá technolog. spotř.. (GJ/a)	276
Spotřebič energie	Tepelná ztráta (kW)	Potř.energ.	Nositel energie

Energeticky úsporný projekt

Stručný popis doporučené varianty:

Beznákladová část EÚP: do realizace nákl. části EÚP na ÚT školy zcela, na internátu I. z části manuální regulace vytápění s využíváním přerušování vytápění či útlumů. Po realizaci pravidelné aktualizace nastavení M+R techniky, noční a víkendové přerušování vytápění nebo útlumy – zabezpečit racionální vytápění- učebny na $\theta_i = 20^\circ\text{C}$, chodby a tělocvičnu na $\theta_i = 15^\circ\text{C}$. Pravidelné vyhodnocování spotřeby paliva na vytápění, např. GJ/D^o v závislosti na venkovní teplotě – dennostupňovou metodou, a obsluhu zdrojů a M+R fin. interesovat na úsporách. Zpracovat opatření pro drobné úspory energie-organizační směrnice.

Nákladová část EÚP: Osvětlovací zařízení v budově internátu I. – stávající v pokojích žárovkové, společné prostory zářivkové, žárovky 100 W – 95 ks, 60 W60ks, 2x40 W43 ks, 40 W 102 ks, stanoveny součinitele doby využití, výměna 300 zářivek, úspora 6,8 MWh/a, ref.

Opatření na stavebních konstrukcích budov školy a internátu I.: Škola- návrh omezen památkovou ochranou, zateplení stropu půdy- na podlahu ≥ 160 mm desek z min plsti ($\lambda \leq 0,044$ W/m * K, 1320 m²). Okna ponechat – jsou zachovalá, zatěsnit spáry – silikon.těsnění do drážky, $i_w \cdot 10^{-4}$ sníží na hodnotu 0,00008 m² . s⁻¹ . Pa⁻ⁿ 10⁻⁴, 3960 m, vnitřní sklo za SG energetické – čiré, U_w snížena na 2,00 W/m²K, plocha 818 m². $U_{em} = 0,95$ W/m².K, $U_{em,N} = 0,79$ W/m².K, $e_v \leq e_{vN}$, zásadnější úpravy pláště neodsouhlaseny. **Internát I.:** na svislé neprůsvitné konstrukce kontaktní systém z vnější strany s 100 mm polystyrenu + omítka, celkem 465,15 m² + izolace tepelných mostů u balkónů polystyren tl. 30 mm. Strop nad 4. NP – kontaktní vnitřní systém, 100 mm polystyrenu + omítka vnitř., plocha 520 m², zateplení stropů 1. NP – podlahy balkónů 2. NP, polystyren 100 mm (vnitřní zateplení) + izol. omítka, přesahy do vnitřní strany – odstr. tepelné mosty – plocha celkem 72,4 m². Hospodářská část s $\theta_i \geq 15^\circ\text{C}$ - svislé neprůsv. kon. + 100 poly, omítka, 21 m², strop hosp.části z vnitřní strany + 50 mm polystyren + omítka, 82,7 m². Okna i domovní dveře nahradit novými, plastovými, $U_w \leq 1,4$ (resp.1,6)W/m².K. $U_{em} = 0,49$ W/m².K, $U_{em,N} = 0,69$ W/m².K, $e_v \leq e_{vN}$ - vyhovuje.

Opatření na zdroji tepla – K1 – náhrada stávajících kotlů kondenzačními: jmenovitý výkon 3 * 130 kW, instalovat na místa stávajících kotlů, M+R – kaskádové řazení do provozu. Oddělit okruh ohřevu TV, prakticky již realizováno, nezvyšování teploty na zpátečce, větší efekt kondenzace.

M+R technika: zcela obnovit na zdroji K1 – systém je připraven na zónovou regulaci, třicetné směšovací ventily – ekvitermní regulace, regulátor s programováním doby vytápění – útlumy. Totéž pro kotelnu K2., zónová ekvitermní regulace pro západní a východní stranu budovy, instalovat TRV v budově internátu I.

Izolace na rozvodech ÚT a TV: K1 + K2 – po realizaci navržených úprav rozvody ÚT, ohřevu TV a TV opatřeny dodatečnými izolacemi potrubí včetně nových izolací armatur, aby tloušťka izolační vrstvy odpovídala požadavkům Vyhlášky MPO č. 151/2001 Sb. (celková tloušťka izolační vrstvy u potrubí a armatur s $40 \geq DN \geq 100$ byla $\geq DN$, armatury izolovat rozebíratelným způsobem, izolace provést izolačním materiálem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,040$ W m.K)

Celkové výdaje (tis Kč)	5.236	z toho technologie (tis. Kč)		0
Red. výdaje EÚP (tis.Kč)	3.652			
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	energie (GJ/a,ref)	náklady (tis. Kč/a,ref)	energie (GJ/a)	náklady (tis. Kč/a)
	<u>7.052</u>	<u>2.860</u>	<u>6.038</u>	<u>2.551</u>
Potenciál energetických úspor	GJ/a,ref.		MWh/a,ref.	
	1.014		281,7	
Environmentální přínosy				
Znečišťující látka	Výchozí stav (kg/a,ref.)	Stav po realizaci (kg/a,ref.)		Rozdíl (kg/a,ref.)
Tuhé látky	3,607	3,039		0,568
SO ₂	1,731	1,459		0,273
NO _x	288,549	243,109		45,440
CO	57,710	48,622		9,088
CO ₂	379080,986	319384,186		59696,800
C _x H _y	11,542	9,724		1,818
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu (tis. Kč/a)	305		Doba hodnocení (roky)	20
Prostá doba návratnosti (roky)	14		Diskont (%)	2,5
Reálná doba návratnosti (roky)	17	NPV ₂₀ (tis. Kč)	589	IRR (%) + 4,21
Zpracoval: Jaromír Džbánek		Č. osvědčení	203	
Podpis:		Datum	Listopad 2005	

9. Přílohová část

Přílohy energetického auditu:

- 1) Analýza citlivosti prosté doby návratnosti a NVP EÚP na růst ceny energií**
- 2) Protokoly o výpočtech tepelných ztrát budov a vyhodnocení jejich energetické náročnosti podle Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. a stavebně – energetických vlastností podle ČSN 73 0540 – 2 – Z1 (2005)**

Prostá doba návratnosti EÚP - analýza citlivosti na růst ceny energií								
	Uvažovaný růst ceny energií o g procent ročně							
	g = 0%		g = 1%		g = 2%		g = 3%	
CF v jedn. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	suma CF _t Kč	CF _t Kč	suma CF _t Kč	CF _t Kč	suma CF _t Kč	CF _t Kč
IN	-3 652 000	-3 652 000	-3 652 000	-3 652 000	-3 652 000	-3 652 000	-3 652 000	-3 652 000
CF ₁	-3 346 472	305 528	-3 343 387	308 613	-3 340 301	311 699	-3 337 216	314 784
CF ₂	-3 040 944	305 528	-3 031 657	311 729	-3 022 309	317 993	-3 012 899	324 317
CF ₃	-2 735 416	305 528	-2 716 781	314 877	-2 697 897	324 412	-2 678 762	334 137
CF ₄	-2 429 888	305 528	-2 398 725	318 055	-2 366 936	330 961	-2 334 511	344 251
CF ₅	-2 124 360	305 528	-2 077 459	321 266	-2 029 296	337 640	-1 979 842	354 669
CF ₆	-1 818 832	305 528	-1 752 950	324 509	-1 684 843	344 453	-1 614 444	365 399
CF ₇	-1 543 304	275 528	-1 455 167	297 784	-1 363 442	321 402	-1 267 993	346 451
CF ₈	-1 237 776	305 528	-1 124 075	331 092	-1 004 952	358 490	-880 159	387 834
CF ₉	-1 150 248	87 528	-1 007 642	116 433	-857 232	147 720	-698 600	181 559
CF ₁₀	-844 720	305 528	-669 836	337 807	-484 139	373 094	-286 964	411 636
CF ₁₁	-539 192	305 528	-328 621	341 215	-103 523	380 616	137 110	424 075
CF ₁₂	-233 664	305 528	16 036	344 657	284 765	388 288	573 998	436 887
CF ₁₃	-148 136	85 528	144 170	128 134	460 879	176 114	804 081	230 084
CF ₁₄	157 392	305 528	495 815	351 645	864 975	404 096	1 267 758	463 676
CF ₁₅	462 920	305 528	851 006	355 191	1 277 213	412 238	1 745 434	477 677
CF ₁₆	768 448	305 528	1 209 780	358 773	1 697 756	420 543	2 237 531	492 097
CF ₁₇	855 976	87 528	1 354 171	144 391	1 908 770	211 014	2 526 481	288 950
CF ₁₈	1 161 504	305 528	1 720 216	366 045	2 346 424	437 654	3 048 729	522 248
CF ₁₉	1 437 032	275 528	2 059 951	339 735	2 762 891	416 467	3 556 735	508 006
CF ₂₀	1 742 560	305 528	2 433 414	373 463	3 218 347	455 456	4 110 971	554 236

NPV EÚP - analýza citlivosti na růst ceny energií

i - tý rok po realizaci opatření	Uvažovaný růst ceny energií o g procent ročně							
	g = 0%		g = 1%		g = 2%		g = 3%	
	CF _i	NPVEO	CF _i	NPVEO	CF _i	NPVEO	CF _i	NPVEO
	(Kč)	Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč	(Kč)	Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč	(Kč)	Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč	(Kč)	Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč
1	305 528	-3 353 924	308 613	-3 350 914	311 699	-3 347 904	314 784	-3 344 894
2	305 528	-3 063 118	311 729	-3 054 205	317 993	-3 045 234	324 317	-3 036 204
3	305 528	-2 779 405	314 877	-2 761 811	324 412	-2 743 985	334 137	-2 725 925
4	305 528	-2 502 612	318 055	-2 473 668	330 961	-2 444 151	344 251	-2 414 050
5	305 528	-2 232 569	321 266	-2 189 716	337 640	-2 145 726	354 669	-2 100 575
6	305 528	-1 969 113	324 509	-1 909 893	344 453	-1 848 706	365 399	-1 785 493
7	275 528	-1 737 321	297 784	-1 659 378	321 402	-1 578 322	346 451	-1 494 036
8	305 528	-1 486 560	331 092	-1 387 636	358 490	-1 284 093	387 834	-1 175 723
9	87 528	-1 416 474	116 433	-1 294 405	147 720	-1 165 809	181 559	-1 030 343
10	305 528	-1 177 796	337 807	-1 030 511	373 094	-874 349	411 636	-708 774
11	305 528	-944 940	341 215	-770 456	380 616	-584 265	424 075	-385 567
12	305 528	-717 762	344 657	-514 184	388 288	-295 551	436 887	-60 717
13	85 528	-655 719	128 134	-421 233	176 114	-167 794	230 084	106 190
14	305 528	-439 488	351 645	-172 364	404 096	118 196	463 676	434 346
15	305 528	-228 532	355 191	72 883	412 238	402 832	477 677	764 166
16	305 528	-22 720	358 773	314 562	420 543	686 120	492 097	1 095 654
17	87 528	34 803	144 391	409 455	211 014	824 797	288 950	1 285 551
18	305 528	230 697	366 045	644 150	437 654	1 105 406	522 248	1 620 398
19	275 528	403 047	339 735	856 664	416 467	1 365 917	508 006	1 938 170
20	305 528	589 502	373 463	1 084 578	455 456	1 643 869	554 236	2 276 404

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Název objektu : Budova školy
Zakázka : SPGŠ Litomyšl
Varianta : Stávající stav

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 7.6 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 17.6 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 1320.2 m²
Exponovaný obvod objektu P : 239.9 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 23064.4 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1.PP
Číslo místnosti : 1 Název místnosti : 1.pp
Pūd. plocha A : 1143.4 m² Objem vzduchu V : 3147.0 m³
Exp. obvod P : 0.0 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 13.2 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Pokles T_i : 3.0 C Trvání zátoku : 3.0 h
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdCP1000/ext.	310.6	0.68	$e = 1.00$	0.20	-----	273.29 W/K
ZdPC800/ext.	307.9	0.82	$e = 1.00$	0.20	-----	314.07 W/K
Okno dvojité se	31.3	2.30	$e = 1.15$	0.50	-----	100.79 W/K
Dveře domovní d	1.6	2.60	$e = 1.15$	0.50	-----	5.63 W/K
ZdCP1000/zem	170.3	0.62	$G_w = 1.00$	-----	0.40	19.37 W/K
ZdPC800/zem	161.5	0.74	$G_w = 1.00$	-----	0.45	20.70 W/K
Podl.PP/k.d.	763.4	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.19	42.11 W/K
Podl.PP/b.maz.	379.9	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.19	20.96 W/K
Str.PP/1.NP Ter	235.1	0.92	$f_{i,i} = -0.19$	0.10	-----	-45.07 W/K
Str.PP/1.NP par	908.2	0.83	$f_{i,i} = -0.19$	0.15	-----	-167.28 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 18294 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 16485 W, tj. 6.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 15087 W, tj. 14.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 49865 W, tj. 12.5 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 16485 W, tj. 6.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 15087 W, tj. 14.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 49865 W, tj. 12.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 1.NP
Číslo místnosti : 1 Název místnosti : Obálka 1.-3
Pūd. plocha A : 1320.2 m² Objem vzduchu V : 16262.7 m³

Exp. obvod P :	245.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	18.4 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Pokles Ti :	3.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPC600/etx.	2611.4	1.03	e = 1.00	0.25	-----	3342.66 W/K
Okno dvojité se	786.2	2.30	e = 1.15	0.40	-----	2441.21 W/K
Dveře domovní d	10.5	2.60	e = 1.15	0.30	-----	35.02 W/K
Podl. ter/zem	36.4	0.49	Gw= 1.00	-----	0.22	3.71 W/K
Podl. park/zem	140.5	0.46	Gw= 1.00	-----	0.21	13.92 W/K
Str.3.NP	1320.2	0.91	bu= 0.74	0.20	-----	1084.43 W/K
Str.PP/1.NP Ter	235,1	0.92	f,i = 0.10	0.10	-----	28.49 W/K
Str.PP/1.NPpar	908,2	0.83	f,i = 0.10	0.15	-----	105.73 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 21124 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	235925 W,	tj.	93.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	92450 W,	tj.	86.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	349498 W,	tj.	87.5 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem Fi,T :	235925 W,	tj.	93.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	92450 W,	tj.	86.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	349498 W,	tj.	87.5 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te : -15.0 C

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Tep- lota Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	1.pp	13.2	1143.4	3147.0	49865	12.5%	1768.26
2/ 1	Obálka 1.-3	18.4	1320.2	16262.7	349498	87.5%	10451.50
Součet:			2463.6	19409.7	399363	100.0%	12219.76

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 399.363 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem Fi,T	252.409 kW	63.2 %
Součet tep. ztrát větráním Fi,V	107.537 kW	26.9 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	39.417 kW	9.9 %

Tep. ztráta prostupem:

	Plocha:	Fi,T/m2:
ZdCP1000/ext.	5.955 kW 1.5 %	310.6 m2 19.2 W/m2
ZdPC800/ext.	7.120 kW 1.8 %	307.9 m2 23.1 W/m2
Okno dvojité se	71.875 kW 18.0 %	817.5 m2 87.9 W/m2
Dveře domovní d	1.183 kW 0.3 %	12.1 m2 97.9 W/m2
ZdCP1000/zem	0.546 kW 0.1 %	170.3 m2 3.2 W/m2
ZdPC800/zem	0.584 kW 0.1 %	161.5 m2 3.6 W/m2
Podl.PP/k.d.	1.187 kW 0.3 %	763.4 m2 1.6 W/m2
Podl.PP/b.maz.	0.591 kW 0.1 %	379.9 m2 1.6 W/m2
Str.PP/1.NP Ter	-0.287 kW -0.1 %	506.6 m2 -0.6 W/m2
Str.PP/1.NPpar	-1.001 kW -0.3 %	1956.9 m2 -0.5 W/m2
ZdPC600/etx.	89.947 kW 22.5 %	2611.4 m2 34.4 W/m2

Podl. ter/zem	0.124 kW	0.0 %	36.4 m2	3.4 W/m2
Podl. park/zem	0.465 kW	0.1 %	140.5 m2	3.3 W/m2
Str.3.NP	29.729 kW	7.4 %	1320.2 m2	22.5 W/m2
Tepelné mosty	44.390 kW	11.1 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Uvažované hodnoty :	- objem vytápěných částí budovy V =	23064.39 m3
	- plocha ochlazovaných konstrukcí A =	7031.80 m2
	- převažující prům. vnitřní teplota Ti =	17.6 C
	- prům. souč. prostupu U _{em} =	1.09 W/m2K
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E _{vp} :		612.112 MWh/a
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E _{vv} :		257.635 MWh/a
Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E _{vz} :		138.386 MWh/a
Tepelný zisk ze slunečního záření E _{zs} :		69.193 MWh/a
Využitelnost tepelných zisků:		0.9
<u>Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r:</u>		<u>682.926 MWh/a</u>
<i>(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)</i>		

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
29.6 kWh/m3a

Vysvětlivky: Budova s regulací označuje objekt s automatickou dynamickou regulací vytápěcího zařízení.
Jen u takových budov je možné dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. počítat s vlivem tepelných zisků.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T:	7639.7 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	7031.8 m2
<u>Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}</u>	1.09 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} :	0.79 W/m2K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	1.09 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **137 %**

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N} a vypočtený stupeň tepelné náročnosti STN platí pro obytné budovy a pro nebytové budovy s plochou prosklení do 50% fasády budovy, pohybuje-li se převažující návrhová vnitřní teplota v budově v rozmezí od 18 do 24 C. Pro ostatní nebytové budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou od 18 do 24 C je hodnota STN na straně bezpečnosti. Přesnou hodnotu STN pro méně běžné budovy je nutné stanovit individuálním výpočtem.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2/Z1 (2005)

Název úlohy: Budova školy

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V =	23064,4 m3
Plocha ohraničujících konstrukcí A =	7031,8 m2

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9.3)

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla U_{em,N} = 0,79 W/m2K

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 1,09 W/m2K

U_{em} > U_{em,N} ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ

VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy: Budova školy

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 23064,4 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 7031,8 \text{ m}^2$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Požadavek na nízkou spotřebu tepla při vytápění (§2, odst.4 Vyhlášky)

Požadavek:

max.měrná potřeba tepla $e_{VN} = 28,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 29,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Hodnota e_V zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění.

$e_V > e_{VN}$... **POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Název objektu : Internát I.
Zakázka : SPGŠ Litomyšl
Varianta : Stávající stav

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 7.6 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg_1 : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 17.7 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 865.3 m²
Exponovaný obvod objektu P : 143.0 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 7883.5 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Ubytovací č
Pūd. plocha A :	578.5 m ²	Objem vzduchu V :	5614.4 m ³
Exp. obvod P :	68.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.5 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	5.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.plynos.400	96.4	0.45	$e = 1.00$	0.25	-----	67.47 W/K
Zd.pan.štit.s o	368.8	1.19	$e = 1.00$	0.25	-----	531.01 W/K
Výpl.zdi.DC150	149.8	1.86	$e = 1.00$	0.25	-----	316.08 W/K
Okno dř.zdvoj 2	145.0	2.90	$e = 1.15$	0.50	-----	566.79 W/K
Dv.bal.dř.zdvoj	96.4	4.65	$e = 1.15$	0.50	-----	570.87 W/K
Str. int.1/bal	58.7	1.19	$e = 1.00$	0.05	-----	72.79 W/K
Nadpr.panel vyb	19.3	1.30	$e = 1.00$	0.20	-----	28.92 W/K
Parapet.panel	46.5	1.30	$e = 1.00$	0.20	-----	69.76 W/K
Podl.KD	208.6	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.20	20.11 W/K
Podl.PVC	354.3	0.43	$G_w = 1.00$	-----	0.20	32.76 W/K
Podl.bet	15.7	0.79	$G_w = 1.00$	-----	0.21	1.53 W/K
Str.int.1	519.8	0.30	$bu = 0.74$	0.20	-----	192.34 W/K
Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	$f_{i,i} = 0.22$	0.20	-----	11.26 W/K
Zd.CDM375/CDM250	38.3	0.85	$f_{i,i} = 0.22$	0.20	-----	8.94 W/K
Konstr. virt. -	4.6	0.98	$f_{i,i} = 0.02$	0.00	-----	0.07 W/K
Konstr.virt. -	4.6	0.98	$f_{i,i} = 0.02$	0.00	-----	0.07 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 11571 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.54 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	83566 W,	tj.	79.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	34583 W,	tj.	88.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	129720 W,	tj.	80.2 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	N - Hospodář
Pūd. plocha A :	300.7 m ²	Objem vzduchu V :	912.6 m ³
Exp. obvod P :	62.6 m	Počet na podlaží :	1

Teplota T_i : 13.1 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 3.0 C Trvání zátoku : 2.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n_{50} : 5.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdCDm240	191.7	1.79	$e = 1.00$	0.25	-----	391.11 W/K
Okno dř.zdvoj 2	3.6	2.90	$e = 1.15$	0.50	-----	14.08 W/K
Str.hosp.bud.	300.7	0.31	$e = 1.00$	0.15	-----	138.33 W/K
Podl.KD	59.2	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.20	3.41 W/K
Zd.bet.	84.0	0.95	$G_w = 1.00$	-----	0.52	12.40 W/K
Podl.kotelny	93.4	0.97	$G_w = 1.00$	-----	0.26	6.97 W/K
Podl.bet.maz.	148.1	0.81	$G_w = 1.00$	-----	0.29	12.05 W/K
Dveře domovní k	6.9	6.50	$b_u = 0.80$	0.40	-----	37.98 W/K
Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	$b_u = 0.80$	0.40	-----	55.83 W/K
ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	$f_i = -0.19$	0.20	-----	-7.82 W/K
Zd.šíť/CDM250	50.6	0.80	$f_i = -0.19$	0.20	-----	-9.85 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 6014 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 18378 W, tj. 17.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 4356 W, tj. 11.1 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 28749 W, tj. 17.8 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1.NP
 Číslo místnosti : 3 Název místnosti : Zádveří-hl.
 Půd. plocha A : 16.0 m² Objem vzduchu V : 47.7 m³
 Exp. obvod P : 11.4 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 5.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 0.0 C Trvání zátoku : 0.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n_{50} : 5.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	$e = 1.15$	0.40	-----	80.26 W/K
Dveře domovní k	6.9	6.50	$e = 1.15$	0.40	-----	54.59 W/K
ZdCDm240	16.8	1.79	$e = 1.00$	0.35	-----	35.95 W/K
Str.hosp.bud.	16.0	0.31	$e = 1.00$	0.15	-----	7.36 W/K
Podl.KD	16.0	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.20	-0.61 W/K
Ok.kov.zdv.s2sk	13.8	4.65	$f_i = -0.30$	0.40	-----	-21.22 W/K
Dveře domovní k	6.9	6.50	$f_i = -0.30$	0.40	-----	-14.43 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 368 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 2838 W, tj. 2.7 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 162 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 3368 W, tj. 2.1 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 104782 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 39102 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 161836 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Tep- lota T_i	Vytápěná plocha $A_f[m^2]$	Objem vzduchu $V [m^3]$	Celk. ztráta $F_{iHL}[W]$	% z celk. F_{iHL}	Podíl $F_{iHL}/(T_i-T_e)$ [W/K]
1/ 1	Ubytovací č	18.5	578.5	5614.4	129720	80.2%	3866.46
1/ 2	N - Hospodář	13.1	300.7	912.6	28749	17.8%	1023.81
1/ 3	Zádveří-hl.	5.0	16.0	47.7	3368	2.1%	168.41
Součet:			895.3	6574.7	161836	100.0%	5058.68

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) F_{iHL} 161.836 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **104.782 kW** 64.7 %Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **39.102 kW** 24.2 %

Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : 17.953 kW 11.1 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Zd.plynos.400	1.455 kW	0.9 %	96.4 m ²	15.1 W/m ²
Zd.pan.štit.s o	14.723 kW	9.1 %	368.8 m ²	39.9 W/m ²
Výpl.zdi.DC150	9.348 kW	5.8 %	149.8 m ²	62.4 W/m ²
Okno dř.zdvoj 2	16.557 kW	10.2 %	148.6 m ²	111.4 W/m ²
Dv.bal.dř.zdvoj	17.293 kW	10.7 %	96.4 m ²	179.4 W/m ²
Str. int.1/bal	2.344 kW	1.4 %	58.7 m ²	39.9 W/m ²
Nadpr.panel vyb	0.841 kW	0.5 %	19.3 m ²	43.6 W/m ²
Parapet.panel	2.029 kW	1.3 %	46.5 m ²	43.6 W/m ²
Podl.KD	0.758 kW	0.5 %	283.8 m ²	2.7 W/m ²
Podl.PVC	1.099 kW	0.7 %	354.3 m ²	3.1 W/m ²
Podl.bet	0.051 kW	0.0 %	15.7 m ²	3.3 W/m ²
Str.int.1	3.872 kW	2.4 %	519.8 m ²	7.4 W/m ²
Zd.šit/CDM250	0.081 kW	0.0 %	101.1 m ²	0.8 W/m ²
ZdCDM375/CDM250	0.065 kW	0.0 %	76.5 m ²	0.9 W/m ²
Konstr. virt. -	0.002 kW	0.0 %	4.6 m ²	0.5 W/m ²
Konstr.virt. -	0.002 kW	0.0 %	4.6 m ²	0.5 W/m ²
ZdCDm240	10.238 kW	6.3 %	208.5 m ²	49.1 W/m ²
Str.hosp.bud.	2.717 kW	1.7 %	316.7 m ²	8.6 W/m ²
Zd.bet.	0.348 kW	0.2 %	84.0 m ²	4.1 W/m ²
Podl.kotelny	0.196 kW	0.1 %	93.4 m ²	2.1 W/m ²
Podl.bet.maz.	0.338 kW	0.2 %	148.1 m ²	2.3 W/m ²
Dveře domovní k	1.761 kW	1.1 %	20.6 m ²	85.3 W/m ²
Ok.kov.zdv.s2sk	2.531 kW	1.6 %	41.5 m ²	61.0 W/m ²
Tepelné mosty	16.133 kW	10.0 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 7883.45 m³
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 3050.11 m²
 - převažující prům. vnitřní teplota T_i = 17.7 C
 - prům. souč. prostupu U_{em} = 1.08 W/m²K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} : 265.324 MWh/aPotřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} : 88.711 MWh/aTepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E_{vz} : 47.301 MWh/aTepelný zisk ze slunečního záření E_{zs} : 23.650 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r : 354.035 MWh/a
 (pro budovu bez automatické regulace vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e_v : **44.9 kWh/m³a**
 bez regulace

Vysvětlivky: Budova s regulací označuje objekt s automatickou dynamickou regulací vytápěcího zařízení.
 Jen u takových budov je možné dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. počítat s vlivem tepelných zisků.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T:	3287.2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	3050.1 m ²
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}	1.08 W/m²K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} :	0.69 W/m ² K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	1.08 W/m ² K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **157 %**

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N} a vypočtený stupeň tepelné náročnosti STN platí pro obytné budovy a pro nebytové budovy s plochou prosklení do 50% fasády budovy, pohybuje-li se převažující návrhová vnitřní teplota v budově v rozmezí od 18 do 24 °C. Pro ostatní nebytové budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou od 18 do 24 °C je hodnota STN na straně bezpečnosti. Přesnou hodnotu STN pro méně běžné budovy je nutné stanovit individuálním výpočtem.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2/Z1 (2005)

Název úlohy: Internát 1

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V = 7883,5 m³
Plocha ohraničujících konstrukcí A = 3050,1 m²

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9.3)**Požadavek:**

max. prům. souč. prostupu tepla U_{em,N} = 0,69 W/m²K

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 1,08 W/m²K

U_{em} > U_{em,N} ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Internát 1

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V = 7883,5 m³
Plocha ohraničujících konstrukcí A = 3050,1 m²

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Požadavek na nízkou spotřebu tepla při vytápění (§2, odst.4 Vyhlášky)**Požadavek:**

max.měrná potřeba tepla e_{VN} = 30,7 kWh/m³a

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie e_V = 36,8 kWh/m³a

Hodnota e_V zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění.

e_V > e_{VN} ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Název objektu : Internát II.
Zakázka : SPGŠ Litomyšl
Varianta : Stávající stav (~ varianta č.1)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 7.6 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 18.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 1372.2 m²
Exponovaný obvod objektu P : 216.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 12232.8 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 65.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : 1.PP
Číslo místnosti : 1	Název místnosti : Fitnes
Pūd. plocha A : 70.5 m ²	Objem vzduchu V : 175.3 m ³
Exp. obvod P : 0.0 m	Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 15.0 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod nahoře
Stř.rad.teplota : 15.0 C	Rychlost proudění : 0.1 m/s
Vytápění : přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Pokles T_i : 3.0 C	Trvání zátoku : 2.0 h
Typ větrání : nucené	Přívod vzduchu V_{su} : 2800.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} : 2800.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu : 4.5 C
Výměna n_{50} : 2.0 1/h	Činitelé $\epsilon + \epsilon_{\text{epsilon}}$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.Poro45s.o./e	5.0	1.04	e = 1.00	0.20	-----	6.16 W/K
ZdCP450/zem	9.6	0.44	Gw= 1.00	-----	0.30	1.02 W/K
Zd.Poro44P+D/ze	2.4	0.21	Gw= 1.00	-----	0.12	0.10 W/K
Podl.vlýsky1	70.5	0.51	Gw= 1.00	-----	0.18	4.64 W/K
Zd.Poro44P+D/ze	5.3	0.21	bu= 0.57	0.00	-----	0.63 W/K
Okno dř.zdvoj 2	2.0	2.40	bu= 0.57	0.50	-----	3.31 W/K
Po1.NP/PP-KD	70.5	0.90	f,i =-0.17	0.20	-----	-12.92 W/K
ZdPoro125vni	19.0	1.79	f,i = 0.02	0.25	-----	0.68 W/K
Zd.Poro250_ext.	62.4	1.19	f,i = 0.02	0.25	-----	1.59 W/K
Dveře vnitřní d	1.8	2.00	f,i = 0.02	0.50	-----	0.08 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 1410 W
Násobnost výměny vzduchu n : 5.71 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 159 W,	tj. 0.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 10211 W,	tj. 6.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 11779 W,	tj. 3.7 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : 1.PP ost.
Číslo místnosti : 2	Název místnosti : 1.PP ost.
Pūd. plocha A : 547.2 m ²	Objem vzduchu V : 1238.2 m ³
Exp. obvod P : 0.0 m	Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 14.5 C	Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W

Pokles T_i : 3.0 C Trvání zátopy : 2.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n_{50} : 0.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.Poro45s.o./e	27.1	1.04	$e = 1.00$	0.20	-----	33.57 W/K
Okno dř.zdvoj 2	0.8	1.85	$e = 1.15$	0.50	-----	2.16 W/K
ZdCP450/zem	121.8	0.44	$G_w = 1.00$	-----	0.30	12.35 W/K
Zd.Poro44P+D/ze	39.8	0.21	$G_w = 1.00$	-----	0.17	2.25 W/K
Zd250/zem	18.3	0.50	$G_w = 1.00$	-----	0.33	2.03 W/K
Zdbet.300/zem	114.5	0.50	$G_w = 1.00$	-----	0.33	12.72 W/K
Zd.bet325/zem	22.8	0.49	$G_w = 1.00$	-----	0.32	2.50 W/K
Podl.PVC	94.6	0.50	$G_w = 1.00$	-----	0.18	5.84 W/K
Podl.T.dl.	151.9	0.54	$G_w = 1.00$	-----	0.19	9.65 W/K
Podl.bet	210.4	0.54	$G_w = 1.00$	-----	0.19	13.36 W/K
Podl.vlýsky1	24.1	0.51	$G_w = 1.00$	-----	0.18	1.50 W/K
Podl.vlýsky2	71.9	0.68	$G_w = 1.00$	-----	0.20	4.94 W/K
ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	$b_u = 0.57$	0.00	-----	0.32 W/K
Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	$b_u = 0.57$	0.50	-----	18.18 W/K
ZdPoro125	19.0	1.79	$f_{i,i} = -0.02$	0.25	-----	-0.70 W/K
ZdPoro 250	62.4	1.19	$f_{i,i} = -0.02$	0.25	-----	-1.62 W/K
Dveře vnitřní d	1.8	2.00	$f_{i,i} = -0.02$	0.20	-----	-0.07 W/K
Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	$f_{i,i} = -0.19$	0.20	-----	-76.94 W/K
Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	$f_{i,i} = -0.19$	0.20	-----	-11.44 W/K
po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	$f_{i,i} = -0.19$	0.05	-----	-3.42 W/K
Str.intr.2-B	88.9	1.53	$f_{i,i} = -0.12$	0.05	-----	-16.40 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 10943 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 318 W, tj. 0.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 6203 W, tj. 4.2 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 17464 W, tj. 5.5 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 476 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 16414 W, tj. 11.1 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 29243 W, tj. 9.2 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 1.NP
 Číslo místnosti : 1 Název místnosti : Varna
 Půd. plocha A : 209.0 m² Objem vzduchu V : 599.9 m³
 Exp. obvod P : 7.4 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : teplovzdušné, přívod nahoře
 Stř.rad.teplota : 20.0 C Rychlost proudění : 0.1 m/s
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 3.0 C Trvání zátopy : 2.0 h
 Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 15000.0 m³/h
 Odvod V_{ex} : 15000.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 7.8 C
 Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	$e = 1.00$	0.25	-----	7.31 W/K
Zd.slož.ext.	4.6	0.26	$e = 1.00$	0.25	-----	2.36 W/K
Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.85	$e = 1.15$	0.30	-----	30.71 W/K
Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	$e = 1.00$	0.15	-----	18.64 W/K
Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	$f_{i,i} = 0.06$	0.25	-----	7.19 W/K
Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	$f_{i,i} = 0.00$	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	$f_{i,i} = 0.00$	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.žel.bet	26.7	2.56	$f_{i,i} = 0.06$	0.15	-----	4.32 W/K

Dveře vnitřní d	12.7	2.00	f,i = 0.00	0.50	-----	0.00 W/K
Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	f,i = 0.16	0.05	-----	4.41 W/K
Pos.stěna plná	7.5	2.00	f,i = 0.00	0.30	-----	0.00 W/K
Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	f,i = 0.16	0.05	-----	24.09 W/K
Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	f,i = 0.06	0.15	-----	6.58 W/K
Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	f,i = 0.06	0.05	-----	0.77 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 4181 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 8.87 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 3723 W, tj. 3.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním Fi,V : 63332 W, tj. 42.9 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková Fi,HL : 71236 W, tj. 22.4 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	Jídelna
Pūd. plocha A :	211.5 m2	Objem vzduchu V :	639.6 m3
Exp. obvod P :	33.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	20.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Pokles Ti :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu Vs :	6000.0 m3/h
Odvod Vex :	6000.0 m3/h	Teplota větr. vzduchu :	7.8 C
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.Send.2	13.7	0.25	e = 1.00	0.25	-----	6.84 W/K
Zd.Send.3	3.2	0.28	e = 1.00	0.25	-----	1.70 W/K
Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	e = 1.00	0.25	-----	50.76 W/K
Okno dř.zdvoj 2	76.8	1.85	e = 1.15	0.20	-----	180.99 W/K
Po marm./zem	211.4	0.50	Gw= 1.00	-----	0.20	22.20 W/K
Str.Jídelna	211.4	0.26	bu= 0.70	0.15	-----	60.67 W/K
Zd.send.vni	54.0	1.39	f,i = 0.00	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.send.vni	14.1	1.39	f,i = 0.00	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	f,i = 0.00	0.15	-----	0.00 W/K
Dveře vnitřní d	7.6	2.00	f,i = 0.00	0.50	-----	0.00 W/K
Dýh.stěna	7.5	2.00	f,i = 0.00	0.30	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 4229 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 3.40 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 11310 W, tj. 10.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním Fi,V : 25903 W, tj. 17.5 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková Fi,HL : 41443 W, tj. 13.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	3	Název místnosti :	1.NP.ost
Pūd. plocha A :	954.6 m2	Objem vzduchu V :	2127.7 m3
Exp. obvod P :	173.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	17.9 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Pokles Ti :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	e = 1.00	0.25	-----	171.81 W/K

Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	e = 1.00	0.25	-----	7.91 W/K
Zd.slož.ext.	14.8	0.26	e = 1.00	0.25	-----	7.53 W/K
Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	e = 1.15	0.50	-----	13.69 W/K
Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.85	e = 1.15	0.20	-----	206.80 W/K
Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.85	e = 1.15	0.30	-----	289.53 W/K
Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	e = 1.00	0.15	-----	46.81 W/K
Po marm./zem	533.1	0.50	Gw= 1.00	-----	0.22	53.12 W/K
Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	Gw= 1.00	-----	0.23	5.29 W/K
Podl.vlýsky1/ze	22.5	0.51	Gw= 1.00	-----	0.22	2.26 W/K
Dveře plastové	4.1	1.60	bu= 0.60	0.30	-----	4.62 W/K
Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	f,i =-0.06	0.15	-----	-1.69 W/K
Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	f,i =-0.06	0.15	-----	-1.37 W/K
Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	f,i = 0.00	0.25	-----	0.00 W/K
ZdPoro115vni	29.3	1.79	f,i =-0.06	0.15	-----	-3.61 W/K
Zd.žel.B	26.7	2.56	f,i =-0.06	0.15	-----	-4.60 W/K
Dveře vnitřní d	7.6	2.00	f,i =-0.06	0.50	-----	-1.20 W/K
Dveře vnitřní d	12.7	2.00	f,i =-0.06	0.50	-----	-2.02 W/K
Str.ko s vlysy	113.3	0.81	f,i =-0.01	0.15	-----	-0.92 W/K
Str. ko s marm.	845.2	0.65	f,i =-0.02	0.15	-----	-11.51 W/K
Str.ko.s-KD	332.5	0.90	f,i = 0.08	0.15	-----	27.90 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 19092 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	26669 W,	tj.	24.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	11904 W,	tj.	8.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	57665 W,	tj.	18.1 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem Fi,T :	41703 W,	tj.	37.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	101139 W,	tj.	68.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	170343 W,	tj.	53.6 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	3	Název podlaží :	2.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Obálka
Pūd. plocha A :	970.0 m2	Objem vzduchu V :	5294.2 m3
Exp. obvod P :	198.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	18.5 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Pokles Ti :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	e = 1.00	0.25	-----	353.91 W/K
Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.85	e = 1.15	0.30	-----	519.03 W/K
Proskl.fas.	304.2	1.85	e = 1.15	0.10	-----	682.17 W/K
Zd.slož.ext.	53.7	0.26	e = 1.00	0.05	-----	16.64 W/K
Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	e = 1.00	0.25	-----	355.25 W/K
Str.3.NP 2	229.9	0.23	e = 1.00	0.25	-----	110.35 W/K
Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	f,i = 0.02	0.25	-----	12.59 W/K
Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	f,i = 0.02	0.25	-----	1.30 W/K
Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	f,i = 0.02	0.25	-----	1.01 W/K
po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	f,i = 0.02	0.25	-----	0.17 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 19400 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	68695 W,	tj.	62.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	30123 W,	tj.	20.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	118218 W,	tj.	37.2 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 3

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	68695 W,	tj.	62.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	30123 W,	tj.	20.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	118218 W,	tj.	37.2 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Tep- lota T_i	Vytápěná plocha $A_f[m^2]$	Objem vzduchu $V [m^3]$	Celk. ztráta $F_{i,HL}[W]$	% z celk. $F_{i,HL}$	Podíl $F_{i,HL}/(T_i-T_e)$ [W/K]
1/ 1	Fitness	15.0	70.5	175.3	11779	3.7%	392.64
1/ 2	1.PP ost.	14.5	547.2	1238.2	17464	5.5%	592.59
2/ 1	Varna	20.0	209.0	599.9	71236	22.4%	2035.31
2/ 2	Jídelna	20.0	211.5	639.6	41443	13.0%	1184.09
2/ 3	1.NP.ost	17.9	954.6	2127.7	57665	18.1%	1752.19
3/ 1	Obálka	18.5	970.0	5294.2	118218	37.2%	3532.06
Součet:			2962.7	10074.9	317804	100.0%	9488.88

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 317.804 kW 100.0 %**

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	110.874 kW	34.9 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	147.676 kW	46.5 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	59.255 kW	18.6 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Zd.Poro45s.o./e	0.985 kW	0.3 %	32.0 m ²	30.7 W/m ²
ZdCP450/zem	0.395 kW	0.1 %	131.4 m ²	3.0 W/m ²
Zd.Poro44P+D/ze	0.088 kW	0.0 %	47.4 m ²	1.9 W/m ²
Podl.vlýsky1	0.183 kW	0.1 %	94.6 m ²	1.9 W/m ²
Okno dř.zdvoj 2	36.506 kW	11.5 %	517.7 m ²	70.5 W/m ²
Po1.NP/PP-KD	-1.348 kW	-0.4 %	617.3 m ²	-2.2 W/m ²
ZdPoro125vni	0.018 kW	0.0 %	19.0 m ²	0.9 W/m ²
Zd.Poro250_ext.	1.508 kW	0.5 %	97.7 m ²	15.4 W/m ²
Dveře vnitřní d	-0.085 kW	-0.0 %	44.1 m ²	-1.9 W/m ²
Zd250/zem	0.060 kW	0.0 %	18.3 m ²	3.3 W/m ²
Zdbet.300/zem	0.375 kW	0.1 %	114.5 m ²	3.3 W/m ²
Zd.bet325/zem	0.074 kW	0.0 %	22.8 m ²	3.2 W/m ²
Podl.PVC	0.172 kW	0.1 %	94.6 m ²	1.8 W/m ²
Podl.T.dl.	0.284 kW	0.1 %	151.9 m ²	1.9 W/m ²
Podl.bet	0.394 kW	0.1 %	210.4 m ²	1.9 W/m ²
Podl.vlýsky2	0.146 kW	0.0 %	71.9 m ²	2.0 W/m ²
ZdPoro44P+D/ext	9.977 kW	3.1 %	936.9 m ²	10.6 W/m ²
ZdPoro125	-0.018 kW	-0.0 %	19.0 m ²	-0.9 W/m ²
ZdPoro 250	-0.039 kW	-0.0 %	62.4 m ²	-0.6 W/m ²
Po1.NP/PP-ma	-0.115 kW	-0.0 %	111.6 m ²	-1.0 W/m ²
po.1.NP/PP-PVC	-0.095 kW	-0.0 %	19.6 m ²	-4.9 W/m ²
Str.intr.2-B	-0.468 kW	-0.1 %	88.9 m ²	-5.3 W/m ²
Zd.slož.ext.	0.635 kW	0.2 %	73.1 m ²	8.7 W/m ²
Str. 1.NP/ext.	1.327 kW	0.4 %	172.2 m ²	7.7 W/m ²
Zd.Poro250_int.	0.208 kW	0.1 %	167.3 m ²	1.2 W/m ²
Zd.send.vnitř.	-0.041 kW	-0.0 %	68.1 m ²	-0.6 W/m ²
Zd.Poro115 vni	0.000 kW	0.0 %	29.3 m ²	0.0 W/m ²
Zd.žel.bet	0.143 kW	0.0 %	26.7 m ²	5.4 W/m ²
Pos.stěna plná	0.000 kW	0.0 %	7.5 m ²	0.0 W/m ²
Po1.NP/2.NP-ma	0.187 kW	0.1 %	137.7 m ²	1.4 W/m ²
Zd.Send.2	0.120 kW	0.0 %	13.7 m ²	8.8 W/m ²
Zd.Send.3	0.031 kW	0.0 %	3.2 m ²	9.8 W/m ²
Po marm./zem	2.525 kW	0.8 %	744.5 m ²	3.4 W/m ²

Str.Jídelna	1.347 kW	0.4 %	211.4 m2	6.4 W/m2
Zd.send.vni	0.000 kW	0.0 %	68.1 m2	0.0 W/m2
Zd.doro250Vni (	-0.048 kW	-0.0 %	46.6 m2	-1.0 W/m2
Dých.stěna	0.000 kW	0.0 %	7.5 m2	0.0 W/m2
Zd.Poro300/Ext.	0.162 kW	0.1 %	12.0 m2	13.5 W/m2
Dveře kov.tep.i	0.343 kW	0.1 %	5.7 m2	60.6 W/m2
Podl.T.dl./zem	0.174 kW	0.1 %	51.3 m2	3.4 W/m2
Podl.vlýsky1/ze	0.074 kW	0.0 %	22.5 m2	3.3 W/m2
Dveře plastové	0.128 kW	0.0 %	4.1 m2	31.6 W/m2
ZdPoro115vni	-0.110 kW	-0.0 %	29.3 m2	-3.7 W/m2
Zd.žel.B	-0.143 kW	-0.0 %	26.7 m2	-5.4 W/m2
Str.ko s vlysy	-0.026 kW	-0.0 %	113.3 m2	-0.2 W/m2
Str. ko s marm.	-0.308 kW	-0.1 %	845.2 m2	-0.4 W/m2
Str.ko.s-KD	0.787 kW	0.2 %	332.5 m2	2.4 W/m2
Proskl.fas.	21.661 kW	6.8 %	304.2 m2	71.2 W/m2
Str. 3.NP/ext.	5.697 kW	1.8 %	740.1 m2	7.7 W/m2
Str.3.NP 2	1.770 kW	0.6 %	229.9 m2	7.7 W/m2
Po1.NP/2.NP nar	0.304 kW	0.1 %	836.2 m2	0.4 W/m2
Po1.NP/2.NP KD	0.034 kW	0.0 %	67.8 m2	0.5 W/m2
Po1.NP/2.NP-vly	0.026 kW	0.0 %	57.0 m2	0.5 W/m2
po.1.NP/2.NP-PV	0.004 kW	0.0 %	9.0 m2	0.5 W/m2
Tepelné mosty	24.863 kW	7.8 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 12232.85 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 5067.57 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 18.0 C
 - prům. souč. prostupu U_{em} = 0.65 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp}: 272.719 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv}: 140.583 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E_{vz}: 73.397 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření E_{zs}: 36.699 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r: 314.216 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e_v: budova s regulací
25.7 kWh/m3a

Vysvětlivky: Budova s regulací označuje objekt s automatickou dynamickou regulací vytápěcího zařízení.
 Jen u takových budov je možné dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. počítat s vlivem tepelných zisků.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H_T: 3308.4 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 5067.6 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} 0.65 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N}: 0.66 W/m2K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} 0.65 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: 99 %

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N} a vypočtený stupeň tepelné náročnosti STN platí pro obytné budovy a pro nebytové budovy s plochou prosklení do 50% fasády budovy, pohybuje-li se převažující návrhová vnitřní teplota v budově v rozmezí od 18 do 24 C. Pro ostatní nebytové budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou od 18 do 24 C je hodnota STN na straně bezpečnosti. Přesnou hodnotu STN pro méně běžné budovy je nutné stanovit individuálním výpočtem.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2/Z1 (2005)

Název úlohy:

Internát 2

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 12232,9 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 5067,6 \text{ m}^2$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9.3)

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla $U_{em,N} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{em} < U_{em,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy:

Internát 2

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 12232,9 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 5067,6 \text{ m}^2$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Požadavek na nízkou spotřebu tepla při vytápění (§2, odst.4 Vyhlášky)

Požadavek:

max.měrná potřeba tepla $e_{VN} = 31,4 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 25,7 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Hodnota e_V zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění.

$e_V < e_{VN}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Název objektu : Škola
Zakázka : SPGŠ Litomyšl
Varianta : č. 1) ~ č.2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 7.6 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 17.6 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 1320.2 m²
Exponovaný obvod objektu P : 239.9 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 23064.4 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.PP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	1.pp
Pūd. plocha A :	1143.4 m ²	Objem vzduchu V :	3147.0 m ³
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	13.2 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	1.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdCP1000/ext.	310.6	0.68	e = 1.00	0.20	-----	273.29 W/K
ZdPC800/ext.	307.9	0.82	e = 1.00	0.20	-----	314.07 W/K
Okno dvojité se	31.3	2.00	e = 1.15	0.50	-----	89.99 W/K
Dveře domovní d	1.6	2.60	e = 1.15	0.50	-----	5.63 W/K
ZdCP1000/zem	170.3	0.62	Gw= 1.00	-----	0.40	19.37 W/K
ZdPC800/zem	161.5	0.74	Gw= 1.00	-----	0.45	20.70 W/K
Podl.PP/k.d.	763.4	0.47	Gw= 1.00	-----	0.19	42.11 W/K
Podl.PP/b.maz.	379.9	0.47	Gw= 1.00	-----	0.19	20.96 W/K
Str.PP/1.NP Ter	235.1	0.92	f,i =-0.19	0.10	-----	-45.07 W/K
Str.PP/1.NPpar	908.2	0.83	f,i =-0.19	0.15	-----	-167.28 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 18294 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	16180 W,	tj.	7.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	15087 W,	tj.	14.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	49561 W,	tj.	13.5 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	16180 W,	tj.	7.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	15087 W,	tj.	14.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	49561 W,	tj.	13.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Obálka 1.-3
Pūd. plocha A :	1320.2 m ²	Objem vzduchu V :	16262.7 m ³
Exp. obvod P :	245.5 m	Počet na podlaží :	1

Teplota T_i :	18.4 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	1.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPC600/ext.	2611.4	1.03	$e = 1.00$	0.25	-----	3342.66 W/K
Okno dvojité se	786.2	2.00	$e = 1.15$	0.40	-----	2169.97 W/K
Dveře domovní d	10.5	2.60	$e = 1.15$	0.30	-----	35.02 W/K
Podl. ter/zem	36.4	0.49	$G_w = 1.00$	-----	0.22	3.71 W/K
Podl. park/zem	140.5	0.46	$G_w = 1.00$	-----	0.21	13.92 W/K
Str.3.NP	1320.2	0.21	$b_u = 0.74$	0.20	-----	400.55 W/K
Str.PP/1.NP Ter	235,1	0.92	$f_i = 0.10$	0.10	-----	28.49 W/K
Str.PP/1.NPpar	908,2	0.83	$f_i = 0.10$	0.15	-----	105.73 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 21124 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	203985 W,	tj.	92.7 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	92450 W,	tj.	86.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	317559 W,	tj.	86.5 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	203985 W,	tj.	92.7 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	92450 W,	tj.	86.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	317559 W,	tj.	86.5 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C

Označ.	Název	Tep-	Vytápěná	Objem	Celk.	% z	Podíl
NP/č.m.	místnosti	lota	plocha	vzduchu	ztráta	celk.	$F_{i,HL}/(T_i - T_e)$
		T_i	$A_f [m^2]$	$V [m^3]$	$F_{i,HL} [W]$	$F_{i,HL}$	$[W/K]$
1/ 1	1.pp	13.2	1143.4	3147.0	49561	13.5%	1757.46
2/ 1	Obálka 1.-3	18.4	1320.2	16262.7	317559	86.5%	9496.38
Součet:			2463.6	19409.7	367120	100.0%	11253.85

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 367.120 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	220.166 kW	60.0 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	107.537 kW	29.3 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	39.417 kW	10.7 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
ZdCP1000/ext.	5.955 kW	1.6 %	310.6 m ²	19.2 W/m ²
ZdPC800/ext.	7.120 kW	1.9 %	307.9 m ²	23.1 W/m ²
Okno dvojité se	62.500 kW	17.0 %	817.5 m ²	76.5 W/m ²
Dveře domovní d	1.183 kW	0.3 %	12.1 m ²	97.9 W/m ²
ZdCP1000/zem	0.546 kW	0.1 %	170.3 m ²	3.2 W/m ²
ZdPC800/zem	0.584 kW	0.2 %	161.5 m ²	3.6 W/m ²
Podl.PP/k.d.	1.187 kW	0.3 %	763.4 m ²	1.6 W/m ²
Podl.PP/b.maz.	0.591 kW	0.2 %	379.9 m ²	1.6 W/m ²
Str.PP/1.NP Ter	-0.287 kW	-0.1 %	506.6 m ²	-0.6 W/m ²
Str.PP/1.NPpar	-1.001 kW	-0.3 %	1956.9 m ²	-0.5 W/m ²
ZdPC600/ext.	89.947 kW	24.5 %	2611.4 m ²	34.4 W/m ²
Podl. ter/zem	0.124 kW	0.0 %	36.4 m ²	3.4 W/m ²
Podl. park/zem	0.465 kW	0.1 %	140.5 m ²	3.3 W/m ²
Str.3.NP	6.861 kW	1.9 %	1320.2 m ²	5.2 W/m ²
Tepelné mosty	44.390 kW	12.1 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Uvažované hodnoty :	- objem vytápěných částí budovy V =	23064.39 m ³
	- plocha ochlazovaných konstrukcí A =	7031.80 m ²
	- převažující prům. vnitřní teplota T _i =	17.6 C
	- prům. souč. prostupu U _{em} =	0.95 W/m ² K
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E _{vp} :		534.721 MWh/a
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E _{vv} :		257.635 MWh/a
Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E _{vz} :		138.386 MWh/a
Tepelný zisk ze slunečního záření E _{zs} :		69.193 MWh/a
Využitelnost tepelných zisků:		0.9
<u>Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r:</u>		<u>605.534 MWh/a</u>
<i>(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)</i>		

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
26.3 kWh/m³a

Vysvětlivky: Budova s regulací označuje objekt s automatickou dynamickou regulací vytápěcího zařízení.
Jen u takových budov je možné dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. počítat s vlivem tepelných zisků.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T:	6673.8 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	7031.8 m ²
<u>Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}</u>	<u>0.95 W/m²K</u>

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} :	0.79 W/m ² K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	0.95 W/m ² K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **120 %**

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N} a vypočtený stupeň tepelné náročnosti STN platí pro obytné budovy a pro nebytové budovy s plochou prosklení do 50% fasády budovy, pohybuje-li se převažující návrhová vnitřní teplota v budově v rozmezí od 18 do 24 C. Pro ostatní nebytové budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou od 18 do 24 C je hodnota STN na straně bezpečnosti. Přesnou hodnotu STN pro méně běžné budovy je nutné stanovit individuálním výpočtem.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2/Z1 (2005)

Název úlohy: Budova školy

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V =	23064,4 m ³
Plocha ohraničujících konstrukcí A =	7031,8 m ²

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9.3)**Požadavek:**

max. prům. souč. prostupu tepla U_{em,N} = 0,79 W/m²K

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 0,95 W/m²K

U_{em} > U_{em,N} ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Budova školy

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 23064,4 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 7031,8 \text{ m}^2$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Požadavek na nízkou spotřebu tepla při vytápění (§2, odst.4 Vyhlášky)

Požadavek:

max.měrná potřeba tepla $e_{,VN} = 28,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_{,V} = 26,3 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Hodnota $e_{,V}$ zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění.

$e_{,V} < e_{,VN} \dots$ **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Název objektu : Internát I.
Zakázka : SPGŠ Litomyšl
Varianta : č. 1) ~ č.2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 7.6 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 17.7 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 865.3 m²
Exponovaný obvod objektu P : 143.0 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 7883.5 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Ubytovací č
Půd. plocha A :	578.5 m ²	Objem vzduchu V :	5614.4 m ³
Exp. obvod P :	68.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.5 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.plynos.400 i	96.4	0.19	e = 1.00	0.15	-----	32.77 W/K
Zd.pan.štit.s o	368.8	0.26	e = 1.00	0.15	-----	151.19 W/K
Výpl.zdi.DC150	149.8	0.29	e = 1.00	0.15	-----	65.91 W/K
Ok.plast.iz2sk	145.0	1.40	e = 1.15	0.50	-----	316.74 W/K
Dveře plastové	96.4	1.60	e = 1.15	0.50	-----	232.78 W/K
Str. int.1/bal	58.7	0.24	e = 1.00	0.05	-----	17.02 W/K
Nadpr.panel izp	19.3	0.27	e = 1.00	0.10	-----	7.13 W/K
Parapet.panel i	46.5	0.27	e = 1.00	0.10	-----	17.21 W/K
Podl.KD	208.6	0.47	Gw= 1.00	-----	0.20	20.11 W/K
Podl.PVC	354.3	0.43	Gw= 1.00	-----	0.20	32.76 W/K
Podl.bet	15.7	0.79	Gw= 1.00	-----	0.21	1.53 W/K
Str.int.1 izpol	519.8	0.16	bu= 0.74	0.20	-----	138.48 W/K
Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	f,i = 0.22	0.20	-----	11.26 W/K
ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	f,i = 0.22	0.20	-----	8.94 W/K
Konstr. virt. -	4.6	0.98	f,i = 0.02	0.00	-----	0.07 W/K
Konstr.virt. -	4.6	0.98	f,i = 0.02	0.00	-----	0.07 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 11571 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.54 1/h
Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 35361 W, tj. 74.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 34583 W, tj. 88.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 81515 W, tj. 78.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	N - Hospodář
Půd. plocha A :	300.7 m ²	Objem vzduchu V :	912.6 m ³
Exp. obvod P :	62.6 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	13.1 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce

Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 3.0 C Trvání zátoku : 2.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdCDm240	88.1	1.79	$e = 1.00$	0.20	-----	175.40 W/K
Ok.plast.iz2sk	3.6	1.40	$e = 1.15$	0.50	-----	7.87 W/K
Str.hosp.bud.	300.7	0.31	$e = 1.00$	0.10	-----	123.29 W/K
ZdCDm240izpoly	36.8	0.28	$e = 1.00$	0.20	-----	17.68 W/K
Str.hosp.bud.do	66.7	0.21	$e = 1.00$	0.05	-----	17.35 W/K
Podl.KD	59.2	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.20	3.41 W/K
Zd.bet.	84.0	0.95	$G_w = 1.00$	-----	0.52	12.40 W/K
Podl.kotelný	93.4	0.97	$G_w = 1.00$	-----	0.26	6.97 W/K
Podl.bet.maz.	148.1	0.81	$G_w = 1.00$	-----	0.29	12.05 W/K
Dveře plastové	6.9	1.60	$b_u = 0.80$	0.40	-----	11.01 W/K
Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	$b_u = 0.80$	0.40	-----	19.90 W/K
ZdCDM375/CDM250	38.3	0.85	$f_i = -0.19$	0.20	-----	-7.82 W/K
Zd.šit/CDM250	50.6	0.80	$f_i = -0.19$	0.20	-----	-9.85 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 6014 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 10941 W, tj. 23.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 4356 W, tj. 11.1 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 21312 W, tj. 20.4 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1.NP
 Číslo místnosti : 3 Název místnosti : Zádveří-hl.
 Půd. plocha A : 16.0 m² Objem vzduchu V : 47.7 m³
 Exp. obvod P : 11.4 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 5.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 0.0 C Trvání zátoku : 0.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	$e = 1.15$	0.40	-----	28.61 W/K
Dveře plastové	6.9	1.60	$e = 1.15$	0.40	-----	15.82 W/K
ZdCDm240 izpoly	16.8	0.28	$e = 1.00$	0.35	-----	10.58 W/K
Str.hosp.bud.do	16.0	0.21	$e = 1.00$	0.15	-----	5.76 W/K
Podl.KD	16.0	0.47	$G_w = 1.00$	-----	0.20	-0.61 W/K
Ok.plast.iz2sk	13.8	1.40	$f_i = -0.30$	0.40	-----	-7.56 W/K
Dveře plastové	6.9	1.60	$f_i = -0.30$	0.40	-----	-4.18 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 368 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 968 W, tj. 2.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 162 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 1499 W, tj. 1.4 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 47271 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 39102 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 104326 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Tep- lota T_i	Vytápěná plocha $A_f[m^2]$	Objem vzduchu $V [m^3]$	Celk. ztráta $F_{iHL}[W]$	% z celk. F_{iHL}	Podíl $F_{iHL}/(T_i-T_e)$ [W/K]
1/ 1	Ubytovací č	18.5	578.5	5614.4	81515	78.1%	2429.66
1/ 2	N - Hospodář	13.1	300.7	912.6	21312	20.4%	758.97
1/ 3	Zádveří-hl.	5.0	16.0	47.7	1499	1.4%	74.93
Součet:			895.3	6574.7	104326	100.0%	3263.56

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) F_{iHL} 104.326 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **47.271 kW** 45.3 %Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **39.102 kW** 37.5 %

Korekce ztrát (zisky, průruš. vytápění) : 17.953 kW 17.2 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Zd.plynos.400 i	0.614 kW	0.6 %	96.4 m ²	6.4 W/m ²
Zd.pan.štit.s o	3.217 kW	3.1 %	368.8 m ²	8.7 W/m ²
Výpl.zdi.DC150	1.457 kW	1.4 %	149.8 m ²	9.7 W/m ²
Ok.plast.iz2sk	8.755 kW	8.4 %	190.0 m ²	46.1 W/m ²
Dveře plastové	6.384 kW	6.1 %	117.0 m ²	54.5 W/m ²
Str. int.1/bal	0.473 kW	0.5 %	58.7 m ²	8.1 W/m ²
Nadpr.panel izp	0.175 kW	0.2 %	19.3 m ²	9.1 W/m ²
Parapet.panel i	0.421 kW	0.4 %	46.5 m ²	9.1 W/m ²
Podl.KD	0.758 kW	0.7 %	283.8 m ²	2.7 W/m ²
Podl.PVC	1.099 kW	1.1 %	354.3 m ²	3.1 W/m ²
Podl.bet	0.051 kW	0.0 %	15.7 m ²	3.3 W/m ²
Str.int.1 izpol	2.065 kW	2.0 %	519.8 m ²	4.0 W/m ²
Zd.šit/CDM250	0.081 kW	0.1 %	101.1 m ²	0.8 W/m ²
ZdCDM375/CDM250	0.065 kW	0.1 %	76.5 m ²	0.9 W/m ²
Konstr. virt. -	0.002 kW	0.0 %	4.6 m ²	0.5 W/m ²
Konstr.virt. -	0.002 kW	0.0 %	4.6 m ²	0.5 W/m ²
ZdCDm240	4.430 kW	4.2 %	88.1 m ²	50.3 W/m ²
Str.hosp.bud.	2.618 kW	2.5 %	300.7 m ²	8.7 W/m ²
ZdCDm240izpoly	0.290 kW	0.3 %	36.8 m ²	7.9 W/m ²
Str.hosp.bud.do	0.461 kW	0.4 %	82.7 m ²	5.6 W/m ²
Zd.bet.	0.348 kW	0.3 %	84.0 m ²	4.1 W/m ²
Podl.kotelny	0.196 kW	0.2 %	93.4 m ²	2.1 W/m ²
Podl.bet.maz.	0.338 kW	0.3 %	148.1 m ²	2.3 W/m ²
ZdCDm240 izpoly	0.094 kW	0.1 %	16.8 m ²	5.6 W/m ²
Tepelné mosty	12.876 kW	12.3 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 7883.45 m³- plocha ochlazených konstrukcí A = 3050.07 m²- převažující prům. vnitřní teplota T_i = 17.7 C- prům. souč. prostupu U_{em} = 0.49 W/m²KPotřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} : 120.431 MWh/aPotřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} : 88.711 MWh/aTepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E_{vz} : 47.301 MWh/aTepelný zisk ze slunečního záření E_{zs} : 23.650 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r : 145.286 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e_v :

budova s regulací

18.4 kWh/m³a

Vysvětlivky:

Budova s regulací označuje objekt s automatickou dynamickou regulací vytápěcího zařízení.

Jen u takových budov je možné dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. počítat s vlivem tepelných zisků.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T:	1492.0 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	3050.1 m ²
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}	0.49 W/m²K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} :	0.69 W/m ² K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	0.49 W/m ² K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **71 %**

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N} a vypočtený stupeň tepelné náročnosti STN platí pro obytné budovy a pro nebytové budovy s plochou prosklení do 50% fasády budovy, pohybuje-li se převažující návrhová vnitřní teplota v budově v rozmezí od 18 do 24 °C. Pro ostatní nebytové budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou od 18 do 24 °C je hodnota STN na straně bezpečnosti. Přesnou hodnotu STN pro méně běžné budovy je nutné stanovit individuálním výpočtem.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2/Z1 (2005)

Název úlohy: Internát 1

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V = 7883,5 m³
Plocha ohraničujících konstrukcí A = 3050,1 m²

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9.3)**Požadavek:**

max. prům. souč. prostupu tepla U_{em,N} = 0,69 W/m²K

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 0,49 W/m²K

U_{em} < U_{em,N} ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Internát 1

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy V = 7883,5 m³
Plocha ohraničujících konstrukcí A = 3050,1 m²

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Požadavek na nízkou spotřebu tepla při vytápění (§2, odst.4 Vyhlášky)**Požadavek:**

max.měrná potřeba tepla e_{VN} = 30,7 kWh/m³a

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie e_V = 18,4 kWh/m³a

Hodnota e_V zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění.

e_V < e_{VN} ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Název objektu : Internát II.
Zakázka : SPGŠ Litomyšl
Varianta : č.2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 7.6 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg_1 : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 18.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 1372.2 m²
Exponovaný obvod objektu P : 216.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 12232.8 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 65.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.PP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Fitnes
Půd. plocha A :	70.5 m ²	Objem vzduchu V :	175.3 m ³
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	15.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod nahoře
Stř.rad.teplota :	15.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	2800.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	2800.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	4.5 C
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.Poro45s.o./e	5.0	1.04	$e = 1.00$	0.20	-----	6.16 W/K
ZdCP450/zem	9.6	0.44	$G_w = 1.00$	-----	0.30	1.02 W/K
Zd.Poro44P+D/ze	2.4	0.21	$G_w = 1.00$	-----	0.12	0.10 W/K
Podl.vlýsky1	70.5	0.51	$G_w = 1.00$	-----	0.18	4.64 W/K
Zd.Poro44P+D/ze	5.3	0.21	$bu = 0.57$	0.00	-----	0.63 W/K
Okno dř.zdvoj 2	2.0	2.40	$bu = 0.57$	0.50	-----	3.31 W/K
Po1.NP/PP-KD	70.5	0.90	$f_{i,i} = -0.17$	0.20	-----	-12.92 W/K
ZdPoro125vni	19.0	1.79	$f_{i,i} = 0.02$	0.25	-----	0.68 W/K
Zd.Poro250_ext.	62.4	1.19	$f_{i,i} = 0.02$	0.25	-----	1.59 W/K
Dveře vnitřní d	1.8	2.00	$f_{i,i} = 0.02$	0.50	-----	0.08 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 1410 W
Násobnost výměny vzduchu n : 5.71 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	159 W,	tj.	0.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	10211 W,	tj.	6.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	11779 W,	tj.	3.8 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.PP ost.
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	1.PP ost.
Půd. plocha A :	547.2 m ²	Objem vzduchu V :	1238.2 m ³
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	14.5 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce

Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	0.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.Poro45s.o./e	27.1	1.04	$e = 1.00$	0.20	-----	33.57 W/K
Okno dř.zdvoj 2	0.8	1.55	$e = 1.15$	0.50	-----	1.89 W/K
ZdCP450/zem	121.8	0.44	$G_w = 1.00$	-----	0.30	12.35 W/K
Zd.Poro44P+D/ze	39.8	0.21	$G_w = 1.00$	-----	0.17	2.25 W/K
Zd250/zem	18.3	0.50	$G_w = 1.00$	-----	0.33	2.03 W/K
Zdbet.300/zem	114.5	0.50	$G_w = 1.00$	-----	0.33	12.72 W/K
Zd.bet325/zem	22.8	0.49	$G_w = 1.00$	-----	0.32	2.50 W/K
Podl.PVC	94.6	0.50	$G_w = 1.00$	-----	0.18	5.84 W/K
Podl.T.dl.	151.9	0.54	$G_w = 1.00$	-----	0.19	9.65 W/K
Podl.bet	210.4	0.54	$G_w = 1.00$	-----	0.19	13.36 W/K
Podl.vlýsky1	24.1	0.51	$G_w = 1.00$	-----	0.18	1.50 W/K
Podl.vlýsky2	71.9	0.68	$G_w = 1.00$	-----	0.20	4.94 W/K
ZdPoro44P+D/ext	1.7	0.32	$b_u = 0.57$	0.00	-----	0.32 W/K
Okno dř.zdvoj 2	11.0	2.40	$b_u = 0.57$	0.50	-----	18.18 W/K
ZdPoro125	19.0	1.79	$f_{i,j} = -0.02$	0.25	-----	-0.70 W/K
ZdPoro 250	62.4	1.19	$f_{i,j} = -0.02$	0.25	-----	-1.62 W/K
Dveře vnitřní d	1.8	2.00	$f_{i,j} = -0.02$	0.20	-----	-0.07 W/K
Po1.NP/PP-KD	372.8	0.90	$f_{i,j} = -0.19$	0.20	-----	-76.94 W/K
Po1.NP/PP-ma	71.7	0.65	$f_{i,j} = -0.19$	0.20	-----	-11.44 W/K
po.1.NP/PP-PVC	19.6	0.88	$f_{i,j} = -0.19$	0.05	-----	-3.42 W/K
Str.intr.2-B	88.9	1.53	$f_{i,j} = -0.12$	0.05	-----	-16.40 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 10943 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	309 W,	tj.	0.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	6203 W,	tj.	4.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	17455 W,	tj.	5.7 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	468 W,	tj.	0.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	16414 W,	tj.	11.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	29235 W,	tj.	9.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Varna
Půd. plocha A :	209.0 m ²	Objem vzduchu V :	599.9 m ³
Exp. obvod P :	7.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod nahoře
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	15000.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	15000.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	7.8 C
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPoro44P+D/ext	12.8	0.32	$e = 1.00$	0.25	-----	7.31 W/K
Zd.slož.ext.	4.6	0.26	$e = 1.00$	0.25	-----	2.36 W/K
Okno dř.zdvoj 2	12.4	1.55	$e = 1.15$	0.30	-----	26.42 W/K
Str. 1.NP/ext.	49.0	0.23	$e = 1.00$	0.15	-----	18.64 W/K
Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	$f_{i,j} = 0.06$	0.25	-----	7.19 W/K
Zd.send.vnitř.	54.0	1.39	$f_{i,j} = 0.00$	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.Poro115 vni	29.3	1.79	$f_{i,j} = 0.00$	0.15	-----	0.00 W/K

Zd.žel.bet	26.7	2.56	f,i = 0.06	0.15	-----	4.32 W/K
Dveře vnitřní d	12.7	2.00	f,i = 0.00	0.50	-----	0.00 W/K
Po1.NP/PP-ma	39.8	0.65	f,i = 0.16	0.05	-----	4.41 W/K
Pos.stěna plná	7.5	2.00	f,i = 0.00	0.30	-----	0.00 W/K
Po1.NP/PP-KD	160.5	0.90	f,i = 0.16	0.05	-----	24.09 W/K
Po1.NP/2.NP-ma	137.7	0.65	f,i = 0.06	0.15	-----	6.58 W/K
Po1.NP/PP-KD	13.6	0.90	f,i = 0.06	0.05	-----	0.77 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 4181 W

Násobnost výměny vzduchu n : 8.87 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	3573 W,	tj.	3.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	63332 W,	tj.	42.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	71086 W,	tj.	23.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	Jídelna
Pūd. plocha A :	211.5 m2	Objem vzduchu V :	639.6 m3
Exp. obvod P :	33.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	20.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.1 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Pokles Ti :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu VsU :	6000.0 m3/h
Odvod Vex :	6000.0 m3/h	Teplota větr. vzduchu :	7.8 C
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Zd.Send.2	13.7	0.25	e = 1.00	0.25	-----	6.84 W/K
Zd.Send.3	3.2	0.28	e = 1.00	0.25	-----	1.70 W/K
Zd.Poro250_ext.	35.3	1.19	e = 1.00	0.25	-----	50.76 W/K
Okno dř.zdvój 2	76.8	1.55	e = 1.15	0.20	-----	154.50 W/K
Po marm./zem	211.4	0.50	Gw= 1.00	-----	0.20	22.20 W/K
Str.Jídelna	211.4	0.26	bu= 0.70	0.15	-----	60.67 W/K
Zd.send.vni	54.0	1.39	f,i = 0.00	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.send.vni	14.1	1.39	f,i = 0.00	0.15	-----	0.00 W/K
Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	f,i = 0.00	0.15	-----	0.00 W/K
Dveře vnitřní d	7.6	2.00	f,i = 0.00	0.50	-----	0.00 W/K
Dých.stěna	7.5	2.00	f,i = 0.00	0.30	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 4229 W

Násobnost výměny vzduchu n : 3.40 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	10383 W,	tj.	10.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	25903 W,	tj.	17.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	40516 W,	tj.	13.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	3	Název místnosti :	1.NP.ost
Pūd. plocha A :	954.6 m2	Objem vzduchu V :	2127.7 m3
Exp. obvod P :	173.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	17.9 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Pokles Ti :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPoro44P+D/ext	301.4	0.32	e = 1.00	0.25	-----	171.81 W/K
Zd.Poro300/Ext.	12.0	0.41	e = 1.00	0.25	-----	7.91 W/K
Zd.slož.ext.	14.8	0.26	e = 1.00	0.25	-----	7.53 W/K
Dveře kov.tep.i	5.7	1.60	e = 1.15	0.50	-----	13.69 W/K
Okno dř.zdvoj 2	87.7	1.55	e = 1.15	0.20	-----	176.54 W/K
Okno dř.zdvoj 2	117.1	1.55	e = 1.15	0.30	-----	249.13 W/K
Str. 1.NP/ext.	123.2	0.23	e = 1.00	0.15	-----	46.81 W/K
Po marm./zem	533.1	0.50	Gw= 1.00	-----	0.22	53.12 W/K
Podl.T.dl./zem	51.3	0.54	Gw= 1.00	-----	0.23	5.29 W/K
Podl.vlýsky1/ze	22.5	0.51	Gw= 1.00	-----	0.22	2.26 W/K
Dveře plastové	4.1	1.60	bu= 0.60	0.30	-----	4.62 W/K
Zd.doro250Vni (	23.3	0.99	f,i =-0.06	0.15	-----	-1.69 W/K
Zd.send.vnitř.	14.1	1.39	f,i =-0.06	0.15	-----	-1.37 W/K
Zd.Poro250_int.	83.7	1.19	f,i = 0.00	0.25	-----	0.00 W/K
ZdPoro115vni	29.3	1.79	f,i =-0.06	0.15	-----	-3.61 W/K
Zd.žel.B	26.7	2.56	f,i =-0.06	0.15	-----	-4.60 W/K
Dveře vnitřní d	7.6	2.00	f,i =-0.06	0.50	-----	-1.20 W/K
Dveře vnitřní d	12.7	2.00	f,i =-0.06	0.50	-----	-2.02 W/K
Str.ko s vlysy	113.3	0.81	f,i =-0.01	0.15	-----	-0.92 W/K
Str. ko s marm.	845.2	0.65	f,i =-0.02	0.15	-----	-11.51 W/K
Str.ko.s-KD	332.5	0.90	f,i = 0.08	0.15	-----	27.90 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 19092 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 24343 W, tj. 24.0 % z celkové ztráty prostupem objektu

Ztráta větráním $F_{i,V}$: 11904 W, tj. 8.1 % z celkové ztráty větráním objektu

Ztráta celková $F_{i,HL}$: 55339 W, tj. 17.9 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 38300 W, tj. 37.7 % z celkové ztráty prostupem objektu

Ztráta větráním $F_{i,V}$: 101139 W, tj. 68.5 % z celkové ztráty větráním objektu

Ztráta celková $F_{i,HL}$: 166941 W, tj. 54.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	3	Název podlaží :	2.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Obálka
Půd. plocha A :	970.0 m ²	Objem vzduchu V :	5294.2 m ³
Exp. obvod P :	198.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.5 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	3.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.20

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZdPoro44P+D/ext	620.9	0.32	e = 1.00	0.25	-----	353.91 W/K
Okno dř.zdvoj 2	209.9	1.55	e = 1.15	0.30	-----	446.60 W/K
Proskl.fas.	304.2	1.55	e = 1.15	0.10	-----	577.22 W/K
Zd.slož.ext.	53.7	0.26	e = 1.00	0.05	-----	16.64 W/K
Str. 3.NP/ext.	740.1	0.23	e = 1.00	0.25	-----	355.25 W/K
Str.3.NP 2	229.9	0.23	e = 1.00	0.25	-----	110.35 W/K
Po1.NP/2.NP nar	836.2	0.65	f,i = 0.02	0.25	-----	12.59 W/K
Po1.NP/2.NP KD	67.8	0.90	f,i = 0.02	0.25	-----	1.30 W/K
Po1.NP/2.NP-vly	57.0	0.81	f,i = 0.02	0.25	-----	1.01 W/K
po.1.NP/2.NP-PV	9.0	0.88	f,i = 0.02	0.25	-----	0.17 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 19400 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	62758 W,	tj.	61.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	30123 W,	tj.	20.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	112282 W,	tj.	36.4 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 3

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	62758 W,	tj.	61.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	30123 W,	tj.	20.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	112282 W,	tj.	36.4 % z celkové ztráty objektu

ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Tep- lota Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	Fitness	15.0	70.5	175.3	11779	3.8%	392.64
1/ 2	1.PP ost.	14.5	547.2	1238.2	17455	5.7%	592.31
2/ 1	Varna	20.0	209.0	599.9	71086	23.0%	2031.02
2/ 2	Jídelna	20.0	211.5	639.6	40516	13.1%	1157.60
2/ 3	1.NP.ost	17.9	954.6	2127.7	55339	17.9%	1681.53
3/ 1	Obálka	18.5	970.0	5294.2	112282	36.4%	3354.69
Součet:			2962.7	10074.9	308457	100.0%	9209.79

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 308.457 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$	101.527 kW	32.9 %
Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$	147.676 kW	47.9 %
Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) :	59.255 kW	19.2 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
Zd.Poro45s.o./e	0.985 kW	0.3 %	32.0 m2	30.7 W/m2
ZdCP450/zem	0.395 kW	0.1 %	131.4 m2	3.0 W/m2
Zd.Poro44P+D/ze	0.088 kW	0.0 %	47.4 m2	1.9 W/m2
Podl.vlýsky1	0.183 kW	0.1 %	94.6 m2	1.9 W/m2
Okno dř.zdvoj 2	30.671 kW	9.9 %	517.7 m2	59.2 W/m2
Po1.NP/PP-KD	-1.348 kW	-0.4 %	617.3 m2	-2.2 W/m2
ZdPoro125vni	0.018 kW	0.0 %	19.0 m2	0.9 W/m2
Zd.Poro250_ext.	1.508 kW	0.5 %	97.7 m2	15.4 W/m2
Dveře vnitřní d	-0.085 kW	-0.0 %	44.1 m2	-1.9 W/m2
Zd250/zem	0.060 kW	0.0 %	18.3 m2	3.3 W/m2
Zdbet.300/zem	0.375 kW	0.1 %	114.5 m2	3.3 W/m2
Zd.bet325/zem	0.074 kW	0.0 %	22.8 m2	3.2 W/m2
Podl.PVC	0.172 kW	0.1 %	94.6 m2	1.8 W/m2
Podl.T.dl.	0.284 kW	0.1 %	151.9 m2	1.9 W/m2
Podl.bet	0.394 kW	0.1 %	210.4 m2	1.9 W/m2
Podl.vlýsky2	0.146 kW	0.0 %	71.9 m2	2.0 W/m2
ZdPoro44P+D/ext	9.977 kW	3.2 %	936.9 m2	10.6 W/m2
ZdPoro125	-0.018 kW	-0.0 %	19.0 m2	-0.9 W/m2
ZdPoro 250	-0.039 kW	-0.0 %	62.4 m2	-0.6 W/m2
Po1.NP/PP-ma	-0.115 kW	-0.0 %	111.6 m2	-1.0 W/m2
po.1.NP/PP-PVC	-0.095 kW	-0.0 %	19.6 m2	-4.9 W/m2
Str.intr.2-B	-0.468 kW	-0.2 %	88.9 m2	-5.3 W/m2
Zd.slož.ext.	0.635 kW	0.2 %	73.1 m2	8.7 W/m2
Str. 1.NP/ext.	1.327 kW	0.4 %	172.2 m2	7.7 W/m2
Zd.Poro250_int.	0.208 kW	0.1 %	167.3 m2	1.2 W/m2
Zd.send.vnitř.	-0.041 kW	-0.0 %	68.1 m2	-0.6 W/m2
Zd.Poro115 vni	0.000 kW	0.0 %	29.3 m2	0.0 W/m2

Zd.žel.bet	0.143 kW	0.0 %	26.7 m2	5.4 W/m2
Pos.stěna plná	0.000 kW	0.0 %	7.5 m2	0.0 W/m2
Po1.NP/2.NP-ma	0.187 kW	0.1 %	137.7 m2	1.4 W/m2
Zd.Send.2	0.120 kW	0.0 %	13.7 m2	8.8 W/m2
Zd.Send.3	0.031 kW	0.0 %	3.2 m2	9.8 W/m2
Po marm./zem	2.525 kW	0.8 %	744.5 m2	3.4 W/m2
Str.Jídelna	1.347 kW	0.4 %	211.4 m2	6.4 W/m2
Zd.send.vni	0.000 kW	0.0 %	68.1 m2	0.0 W/m2
Zd.doro250Vni (	-0.048 kW	-0.0 %	46.6 m2	-1.0 W/m2
Dýh.stěna	0.000 kW	0.0 %	7.5 m2	0.0 W/m2
Zd.Poro300/Ext.	0.162 kW	0.1 %	12.0 m2	13.5 W/m2
Dveře kov.tep.i	0.343 kW	0.1 %	5.7 m2	60.6 W/m2
Podl.T.dl./zem	0.174 kW	0.1 %	51.3 m2	3.4 W/m2
Podl.vlýsky1/ze	0.074 kW	0.0 %	22.5 m2	3.3 W/m2
Dveře plastové	0.128 kW	0.0 %	4.1 m2	31.6 W/m2
ZdPoro115vni	-0.110 kW	-0.0 %	29.3 m2	-3.7 W/m2
Zd.žel.B	-0.143 kW	-0.0 %	26.7 m2	-5.4 W/m2
Str.ko s vlysy	-0.026 kW	-0.0 %	113.3 m2	-0.2 W/m2
Str. ko s marm.	-0.308 kW	-0.1 %	845.2 m2	-0.4 W/m2
Str.ko.s-KD	0.787 kW	0.3 %	332.5 m2	2.4 W/m2
Proskl.fas.	18.149 kW	5.9 %	304.2 m2	59.7 W/m2
Str. 3.NP/ext.	5.697 kW	1.8 %	740.1 m2	7.7 W/m2
Str.3.NP 2	1.770 kW	0.6 %	229.9 m2	7.7 W/m2
Po1.NP/2.NP nar	0.304 kW	0.1 %	836.2 m2	0.4 W/m2
Po1.NP/2.NP KD	0.034 kW	0.0 %	67.8 m2	0.5 W/m2
Po1.NP/2.NP-vly	0.026 kW	0.0 %	57.0 m2	0.5 W/m2
po.1.NP/2.NP-PV	0.004 kW	0.0 %	9.0 m2	0.5 W/m2
Tepelné mosty	24.863 kW	8.1 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Uvažované hodnoty :	- objem vytápěných částí budovy V =	12232.85 m3
	- plocha ochlazovaných konstrukcí A =	5067.57 m2
	- převládající prům. vnitřní teplota Ti =	18.0 C
	- prům. souč. prostupu U _{em} =	0.60 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 249.713 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 140.583 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 73.397 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 36.699 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 291.211 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
23.8 kWh/m3a

Vysvětlivky: Budova s regulací označuje objekt s automatickou dynamickou regulací vytápěcího zařízení.
Jen u takových budov je možné dle vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb. počítat s vlivem tepelných zisků.

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T:	3029.3 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	5067.6 m2
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}	0.60 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} :	0.66 W/m2K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	0.60 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **90 %**

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U_{em,N} a vypočtený stupeň tepelné náročnosti STN platí pro obytné budovy a pro nebytové budovy s plochou prosklení do 50% fasády budovy, pohybuje-li se převládající návrhová vnitřní teplota v budově v rozmezí od 18 do 24 C. Pro ostatní nebytové budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou od 18 do 24 C je hodnota STN na straně bezpečnosti.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy:

Internát 2

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 12232,9 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 5067,6 \text{ m}^2$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Požadavek na nízkou spotřebu tepla při vytápění (§2, odst.4 Vyhlášky)

Požadavek:

max.měrná potřeba tepla $e_{VN} = 31,4 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 23,8 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Hodnota e_V zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění.

$e_V < e_{VN}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE ČSN 730540-2/Z1 (2005)

Název úlohy:

Internát 2

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 12232,9 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 5067,6 \text{ m}^2$

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Ztráty.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 9.3)

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla $U_{em,N} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$