

Zpráva o energetickém auditu

areálu budov Zvláštní školy a Pomocné školy,
Lázeňská 206, Ústí nad Orlicí



Litomyšl, srpen – 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

2.1	Popis předmětu energetického auditu	7
2.1.1	Popis stavební části předmětu EA, plán vnitřního uspořádání	7
2.1.2	Popis energetické části předmětu EA	14
2.1.2.1	Vytápění.....	14
2.1.2.2	Vzduchotechnika	16
2.1.2.3	Ohřev teplé vody (TV)	17
2.1.2.4	Regulační technika	17
2.1.2.5	Ostatní údaje.....	18
2.1.2.6	Rozvod elektřiny	18
2.1.2.7	Osvětlení.....	20
2.2	Energetické vstupy a výstupy	21
2.2.1	Energetické vstupy	21
2.2.1.1	Nakupované množství elektrické elektřiny za roky 2002 – 2004	21
2.2.2	Přepočtená výše energetických vstupů	23
2.2.3	Energetické výstupy	26
2.3	Soupis významných spotřebičů energie	26

3. Zhodnocení výchozího stavu

	Analýza energetického hospodářství	28
3.1	Potřeby tepelného výkonu	28
3.2	Spotřeba energie na vytápění budov	28
3.3	Energetická náročnost jednotlivých budov areálu	32
3.4.	Potřeba energie na vytápění budov za průměrných podmínek.....	33
	a) dle Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb	33
	b) dle místně průměrných (referenčních) podmínek	34
	c) MODEL energetické potřeby za tzv. referenční rok	35
3.5	Základní tvar energetické bilance	38
3.6	Závěr celkové analýzy a zhodnocení energetického hospodářství ...	39

4. Návrh energeticky úsporných opatření

4.1	Opatření beznákladová.....	42
4.2	Opatření nákladová	
	Varianta č.1)	46
	Varianta č.2)	57

5. Ekonomické vyhodnocení..... 68

5.1	Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN}	71
5.1.1	T_{PN} - energeticky úsporné opatření – varianta 1)	72
5.1.2	T_{PN} - energeticky úsporné opatření – varianta 2)	73
5.2	Reálná doba návratnosti	74

5.3	Čistá současná hodnota navrženého opatření – NPV	75
5.4	Vnitřní výnosové procento IRR	76
5.5	Rekapitulace ekonomického vyhodnocení	77

6.	Vyhodnocení navržených EÚO z hlediska ochrany životního prostředí	78
----	--	----

7. Závazné výstupy energetického auditu

7.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	79
7.2	Celková výše dosažitelných úspor	82
7.3	Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu	82
7.4	Energeticky úsporný projekt	83
7.5	Konečné stanovisko a doporučení auditora k realizaci navrženého energeticky úsporného projektu	104
7.6	Okrajové podmínky	106

8.	Evidenční list energetického auditu	109
----	---	-----

9.	Přílohová část	111
----	----------------------	-----

1. Identifikační údaje

1.1 Identifikační údaje zadavatele auditu

Zadavatel auditu: Zvláštní škola a Pomocná škola
Lázeňská 206
562 01 Ústí nad Orlicí
Telefon: 465 523 497
IČ: 708 44 755
e-mail: zs.lazne@seznam.cz

Statutární zástupce: Mgr. Hana Kapounová

Osoba pověřená: p. Vacek

1.2 Určení provozovatele předmětu energetického auditu

Provozovatelem předmětu energetického auditu je příspěvková organizace
Pardubického kraje - Zvláštní škola a Pomocná škola
Lázeňská 206, 562 01 Ústí nad Orlicí, Tel.: 465 523 497
IČ: 708 44 755
Statutární zástupce: Mgr. Hana Kapounová

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: 252 76 417
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 je areál budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí.

Budovy zvláštní a pomocné školy se nachází na ulici Lázeňská, č. 206, areál sestává z tří hlavních, vzájemně propojených budov.

První z nich byla postavena v polovině 20. století, podle dostupných údajů kolem roku 1940. V průběhu devadesátých let prošla tato budova modernizací a v současné době je v 1. NP umístěna kuchyň, jídelna a další provozní prostory. Druhé a třetí NP slouží jako internát školy.

Druhá budova byla postavena v roce 1983 jako dvoupodlažní, bez podsklepení. Podélná osa budovy je orientována ve směru severovýchod – jihozápad. Středem obou podlaží, souběžně s podélnou osou budovy, jsou vedeny chodby, podél chodeb jsou umístěny třídy pro školní výuku. Současně s 2. hlavní budovou školy byly mezi touto budovou a budovou internátu s kuchyní a jídelnou vybudovány jednopodlažní šatny a hlavní vchod, jimiž prochází hlavní chodba spojující 1. NP budovy internátu s 1. NP druhé hlavní budovy.

Při jihozápadní obvodové zdi 2. hlavní budovy je vybudován spojovací krček o dvou podlažích, ve kterém se nachází sociální zařízení. Na spojovací krček navazuje 3. hlavní budova školy o 3. nadzemních podlažích bez podsklepení. Středem jednotlivých podlaží, souběžně s podélnou osou budovy, jsou vedeny chodby, podél chodeb jsou umístěny třídy, v 1. NP je vybudována tělocvična.

V těsném sousedství budovy internátu je umístěna malá hospodářská budova s 2 dílnami a sklady, jejíž převážná část není vytápěna a pro vytápění ani není uzpůsobena. Vzhledem k celkovému stavu je u této budovy uvažováno s její celkovou obnovou, kterou však není zadavatel schopen financovat z vlastních zdrojů a se zřizovatelem není rozsah obnovy budovy v návaznosti na její budoucí využití zatím vyjasněn.

Nové budovy, ve kterých se nacházejí třídy, kabinety, administrativní místnosti včetně spojovacích částí se sociálními zařízeními a šatnami mají okna orientovaná na jihovýchod a severozápad, stará budova internátu má okna zabodována ve všech svislých konstrukcích venkovního pláště budovy.

Budovy zvláštní i pomocné školy jsou vytápěny akumulacími kamny , v sociálních zařízeních a dalších místnostech s méně častým pobytem osob jsou instalovány topné panely Ecoflex. Teplá voda je celém areálu školy ohřívána v elektrických akumulacích zásobnících s blokací pro provoz v VT sazbě a několika průtokovými elektrickými ohříváči TV.

Kuchyň je plně vybavena elektrospotřebiči, zemní plyn do budov přiveden není.

Měření spotřeby elektrické energie je prováděno z jednoho odběrného místa, přičemž byt školníka má samostatné měření.

V současné době je ve škole zaměstnáno celkem 58 osob a ke školní výuce dochází 153 žáků, z toho 24 žáků je ve školní dny (pondělí až pátek) ubytovaných v internátu s celodenním provozem a stravováním

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

Areál se nachází v zastavěné okrajové části města Ústí nad Orlicí, na ulici Lázeňská, 326 metrů nad mořem.

2. Popis výchozího stavu

2.1 Popis předmětu energetického auditu

2.1.1 Popis stavební části předmětu energetického auditu, plán vnitřního uspořádání

Areál Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí sestává z třech hlavních budov, šaten s hlavním vchodem a budovy s dílnami a sklady. Stará budova internátu je půdorysného tvaru L, na její jihozápadní obvodovou zeď navazuje budova šaten. Šatny, budova školy i budova přístavby s krčkem, v němž jsou sociální zařízení, jsou všechny obdélníkového půdorysného tvaru s podélnou osou orientovanou ve směru severovýchod – jihozápad, přičemž uvedené budovy jsou propojeny hlavní chodbou.

Stará budova internátu o 3. NP byla podle dostupných informací postavena v roce 1940. Po poslední rekonstrukci v polovině 90. let, kdy bylo také provedeno zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí venkovního pláště budovy zateplovacím systémem obsahujícím 50 mm polystyrenu, je v 1. NP budovy kuchyň (všechny spotřebiče výhradně na elektřinu), jídelna, technické zázemí kuchyně včetně skladů, přípraven a kanceláře, sociální zařízení pro personál a sociální zařízení pro strážníky. Kuchyň a jídelna jsou vybaveny vzduchotechnickými zařízeními zajišťujícími potřebnou výměnu vzduchu, v kuchyni bez rekuperace tepla, v jídelně s rekuperací. 2. a 3. podlaží je využívána jako obytné, s ložnicemi, pokoji a sociálními zařízeními.

V navazující jednopodlažní budově jsou centrální šatny pro žáky školy a budova současně slouží jako hlavní vchod do školy. Budova šaten byla vybudována současně s přiléhající 1. budovou školy.

První budova školy o 2 NP byla postavena v roce 1983 na bázi železobetonového montovaného skeletu s opláštěním z dílců a plynosilikátovými dozdívkami, s plochou střechou. Vnitřní uspořádání budovy vychází z použité stavební konstrukce, středem 1. i 2. NP prochází v celé délce budovy chodba, z chodby se vstupuje do jednotlivých místností. Nad původní plochou střechou byla vybudována sedlová střecha s trémovou konstrukcí a plechovou krytinou.

Druhá budova školy o 3 NP včetně části se sociálním zařízením o 2. NP navazující na první budovu školy byla postavena v roce 1986 s využitím stavebních konstrukcí shodných s první budovou školy. Střecha budovy je již také sedlová s plechovou krytinou. Druhým a třetím NP prochází v celé délce budovy chodba, z níž se vstupuje do jednotlivých přilehlých místností, v části 1. NP je tělocvična.

Učebny, kanceláře i pokoje v internátu jsou vytápěny na teplotu 20 – 21 °C, chodby, šatny a ostatní prostory jsou vytápěny zpravidla na teplotu 15 °C..

Zadavatel energetického auditu poskytl zpracovateli pouze nekompletní technickou dokumentaci od budovy internátu a 2. budovy školy, která téměř neobsahuje stavební části, od 1. budovy školy nebyla poskytnuta dokumentace žádná, neboť její kopie není založena ani na Stavebním úřadě v Ústí nad Orlicí. Plochy stavebních konstrukcí budov byly proto zjišťovány ve velmi omezené míře z poskytnuté dokumentace, převážně však v rámci místních šetření měření. Složení stavebních konstrukcí bylo z části určeno z dokumentací, převážně však na základě místních šetření a dalších informací včetně sond do stavebních konstrukcí.



Situační plán

Stará budova - internát

Svislé neprůsvitné stavební konstrukce venkovního pláště staré budovy jsou tvořeny obvodový zdívkou z plných cihel tl. 600 mm o celkové ploše 791,5 m² s vnitřní vápennou štukovou omítkou tl. 20 mm a vnější vápennocementovou omítkou tl. 30 mm. Na vnější omítku je uchycen zateplovací systém obsahující vrstvu z polystyrenu tl. 50 mm, s vrstvou vápennocementové omítky z vnější strany.

Průsvitné konstrukce tvoří dřevěná zdvojená okna (140,7 m²) a dřevěné domovní dveře celkové ploše 5,8 m².

Podlahu 1.NP o ploše 544,7 m² tvoří nášlapná vrstva (převážně keramická dlažba), betonová mazanina, pěnový polystyren tl. 20 mm, podkladový beton a škvára.

Strop nad 3.NP (554,7 m²) je z Hurdisek tl. 80 mm, vnitřní strany s vápennocementovou omítkou tl. 20 mm, na Hurdiskách s 15 mm betonové mazaniny, 45 mm škváry (pouze v části s vazbovou střechou), 10 mm Fibrexu, 100 mm pěnového polystyrenu a 35 až 50 mm betonové mazaniny.

Šatny a hlavní vchod

Svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy šaten jsou tvořeny v ploše 22,0 m² obvodovými panely tl 300 mm, vápennocementovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany a břizolitovou omítkou tl. 30 mm z venkovní strany a v ploše 18,4 m² obvodovými panely tl 300 mm, vápennocementovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany a keramickým obkladem z venkovní strany.

Průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy tvoří ze strany hlavního vstupu ocelové dveře s dvojitým zasklením (8,9 m²) a okna s kovovými rámy a jednoduchým zasklením (3,5 m²), ze strany do zahrady dřevěná zdvojená okna se 2 skly (23,0 m²).

Podlahu 1.NP o ploše 115,0 m² tvoří nášlapná vrstva (převážně keramická dlažba), betonová mazanina, pěnový polystyren tl. 20 mm, podkladový beton a škvára.

Konstrukce stropu o ploše 115,0 m² je tvořena železobetonovými stropními panely tl. 250 mm, s vápennocementovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany, na

panelech je násyp exp. perlitu tl. 180 mm a minerální rohož tl. 20 mm. Střešní konstrukce tvoří plochou střechu s živičnou krytinou.

Budova školy č. 1

Budova školy č.1 o dvou nadzemních podlažích bez podsklepení byla v roce postavena v roce 1983. Svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy na ploše 306,6 m² tvoří obvodové panely tl. 300 mm s vnitřní vápennoštukovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany a břizolitovou omítkou tl. 30 mm z venkovní strany.

Svislé průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy tvoří dřevěná zdvojená okna se 2 skly (plocha oken: 129,9 m²), z menší části již vyměněna za plastová okna s izolačním dvojsklem (plocha oken: 20,2 m²)

Konstrukce stropu o ploše 392,0 m² je tvořena železobetonovými stropními panely tl. 250 mm, s vápennocementovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany, na panelech je násyp exp. perlitu tl. 180 mm a minerální rohož tl. 20 mm. Nad stropem je původní střecha s živičnou krytinou, na níž je položena minerální rohož o tl. 160 mm. Nad původní konstrukcí ploché střechy byla dodatečně zbudována trémová konstrukce vazbové střechy s plechovou krytinou.

Podlahu 1.NP o ploše 80,85 m² tvoří nášlapná vrstva (převážně keramická dlažba), betonová mazanina, pěnový polystyren tl. 20 mm, podkladový beton a škvára, na ploše 311,15 m² tvoří nášlapnou vrstvu podlahové linoleum, další složení konstrukce podlahy je s úpravou vrstvy betonové mazaniny stejné.

Budova školy č. 2 včetně spojovacího krčku se sociálním zařízením

Budova školy č.2 o třech nadzemních podlažích a spojovací krček o dvou nadzemních podlažích bez podsklepení byly v postaveny v roce 1986. Svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy o ploše 796,7 m² tvoří obvodové panely tl. 300 mm s vnitřní vápennoštukovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany a břizolitovou omítkou tl. 30 mm z venkovní strany.

Svislé průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy tvoří dřevěná zdvojená okna se 2 skly (plocha oken: 217,7 m²), která byla z menší části nahrazena plastovými okny s izolačním dvojsklem (plocha oken: 20,2 m²). Svislé

průsvitné konstrukce venkovního pláště budovy tvoří v 1. NP také domovní dveře s kovovými rámy a dvojitým zasklením ($9,6 \text{ m}^2$) a okna s kovovými rámy a jednoduchým zasklením sklem tl. 6 mm ($9,1 \text{ m}^2$).

Konstrukce stropu nad 2. budovou školy (přístavbou) o ploše $499,1 \text{ m}^2$ je tvořena železobetonovými stropními panely tl. 250 mm, s vápennocementovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany, na panelech je násyp exp. perlitu tl. 180 mm a minerální rohož tl. 20 mm. Nad stropem je původní střecha s živičnou krytinou, na níž je položena minerální rohož o tl. 160 mm. Nad původní konstrukcí ploché střechy byla dodatečně zbudována trémová konstrukce vazbové střechy s plechovou krytinou. Konstrukci stropu nad krčkem se sociálním zařízením o ploše $68,0 \text{ m}^2$ je tvořena železobetonovými stropními panely tl. 250 mm, s vápennocementovou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany, na panelech je násyp exp. perlitu tl. 180 mm a minerální rohož tl. 20 mm, nad rohoží konstrukce ploché střechy s živičnou krytinou.

Podlahu 1.NP 2. budovy školy o ploše $72,85 \text{ m}^2$ tvoří nášlapná vrstva (převážně keramická dlažba), betonová mazanina, pěnový polystyren tl. 20 mm, podkladový beton a škvára, na ploše $426,25 \text{ m}^2$ tvoří nášlapnou vrstvu podlahové linoleum nebo pryžová podlaha AB ELPO v tělocvičně, zbývající vrstvy konstrukce podlah jsou stejné. Podlahu 1.NP spojovacího krčku se sociálním zařízením o ploše $68,0 \text{ m}^2$ tvoří keramická dlažba, betonová mazanina, pěnový polystyren tl. 20 mm, podkladový beton a škvára

Budova údržby

Budova údržby je původní, rok výstavby nebyl zjištěn. V rámci tohoto auditu je hodnocena pouze její vytápěná a běžně využívaná část (dílny, předsíň), zbývající část budovy lze dle technického stavu i způsobu využití charakterizovat jako kolny či opláštěné přístřešky. Budova je celkově ve špatném technickém stavu, před rekonstrukcí, prozatím však není vyjasněn rozsah rekonstrukce včetně případného budoucího využití budovy.

Svislé neprůsvitné konstrukce venkovního pláště budovy údržby jsou tvořeny v ploše $100,46 \text{ m}^2$ smíšeným zdivem (plné cihly, kámen) tl 550 mm s vápennou omítkou tl. 20 mm z vnitřní strany a vápennocementovou omítkou tl. 30 mm z venkovní strany. Vůči nevytápěným sousedícím prostorům jsou svislé neprůsvitné konstrukce téhož složení o celkové ploše $20,06 \text{ m}^2$.

Otvorové výplně venkovního pláště hodnocené části budovy tvoří vůči exteriéru dřevěná zdvojená okna se 2 skly (10,08 m²), dřevěné domovní cveře bez skla (1,8 m²) a domovní kovové dveře bez skla (3,2 m²).

Otvorovou výplň ve zdivu vůči nevytápěnému prostoru tvoří vnitřní 2 dřevěné dveře bez skla o celkové ploše 3,6 m² .

Podlaha 1.NP o ploše 116,92 m² je betonová, bez tepelné izolace.

Konstrukce trémového o ploše 116,92 m² je trémová se škvárovým záklopem, nad stropem je uzavřený nevyužívaný prostor, nad nímž je šikmá střecha s živičnou krytinou.

Dřevěná zdvojená okna jsou u všech budov fyzicky dožitá, zkroucená a značně netěsná.

2.1.2 Popis energetické části předmětu energetického auditu

2.1.2.1 Vytápění

Vytápění je v současné době v areálu Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí realizováno téměř výhradně akumulací kamen. Umístění a velikost akumulacích kamen v jednotlivých místnostech je provedeno dle zpracovaných projektových dokumentací – část akumulací vytápění, jejíž dílčí části jsou k dispozici. Všechna instalovaná akumulací kamna jsou vybavena vnitřním nabíjecím termostatem regulujícím míru nabíjení (regulace teploty cihel akumulujících teplo), který je však volně přístupný.

Vybíjecí ventilátory všech akumulacích kamen jsou spojeny s prostorovými termostaty, prostřednictvím nichž je ovládán chod ventilátoru v akumulacích kamnech. Regulace vybíjení a zejména doby chodu vybíjecího ventilátoru v kamnech je však značně závislá na lidském faktoru, neboť prostorové termostaty jsou volně přístupné a jen stěží lze zamezit nežádoucí manipulaci s nastavením požadované teploty vzduchu ve vytápěné místnosti a i doba vybíjení je závislá na lidském faktoru, neboť je nutné vždy po ukončení výuky snížit na prostorovém termostatu požadovanou teplotu v místnosti nebo vybíjecí ventilátor zcela vypnout.

Taktéž víkendové útlumy včetně např. zimních prázdnin lze spolehlivě zajistit

pouze kontrolou, popř. úpravou teplot na prostorových termostatech, prováděných ve všech místnostech s akumulčním vytápěním školníkem.

Centrální automatická regulace nabíjení nebyla instalována a dobu nabíjení tak centrálně řídí školník ručně, tzn. vypnutím či sepnutím příslušného jističe nabíjecích obvodů dle svých zkušeností a svého uvážení.

Počet a příkon instalovaných akumulčních kamen:

Stará budova (internát):	Inst.výkon (kW)	Počet AK
	2	1
	3	11
	4	8
	5	7
	6	8
	7,5	3
Budova školy č.1 včetně šaten	3	3
	4,5	13
	6	3
	8	1
Budova školy č.2 včetně krčku	2	4
	3	19
	4	1
	4,5	9
	6	5
	8	5
Dílňa	4,5	1

V místnostech s méně častým pobytem osob s potřebou jednorázového zvýšení teploty vzduchu a v místnostech, kde využití akumulčních kamen např. z prostorových důvodů není možné, byly ve vyhodnocovaném období instalovány přímotopné panely Ecoflex výkonu 500 W až 1500 W, standardně vybavené termostaty s teplotním čidlem, snímajícím teplotu vzduchu ve vytápěné místnosti. Při poklesu teploty vzduchu v místnosti pod nastavenou úroveň termostat sepnutím příslušného elektrického obvodu je vzduch ohříván vestavěnými elektrickými topnými tělesy. Provoz přímotopného vytápění byl tak závislý na lidském faktoru, na

nastavení spínací teploty vnitřního vzduchu i na nastavení doby vytápění (zapnuto/vypnuto). V průběhu roku 2005 jsou přímotopné panely z bezpečnostních i úsporných důvodů postupně demontovány, provozovatel předpokládá jejich ponechání pouze v provozních prostorech bez přístupu žáků, jako např. kuchyň a její zázemí a dílna. Lze však předpokládat, že teploty vzduchu v místnostech bez vytápění budou zejména v zimních měsících výrazně nižší, než teploty pro tyto prostory požadované a vytápění těchto místností bude třeba dodatečně řešit.

Počet a příkon instalovaných přímotopných panelů Ecoflex::

Stará budova (internát):	Inst.výkon (W)	Počet panelů
	500	10
	750	1
	1000	5
	1250	3
	1500	3
Budova školy č.2 včetně krčku	1500	1
Dílna (panely Ecosun)	700	2

V průběhu roku 2005 došlo k demontáži a odpojení topných panelů, dle sdělení provozovatele z důvodů jednak úsporných a zejména z důvodů bezpečnostních, neboť převážná část topných panelů byla umístěna v blízkosti umyvadel.

2.1.2.2 Vzduchotechnika

Vzduchotechnické zařízení neodpovídá zadavatelem poskytnuté projektové dokumentaci. Dle místních šetření je výměna vzduchu v jídelně zajišťována univerzální větrací jednotkou tepla Duplex 480, účinnost rekuperace tepla dle technických podkladů výrobce $\geq 70 \%$, množství odváděného vzduchu je rovno množství přiváděného vzduchu a činí $480 \text{ m}^3 / \text{hod.}$ Větrací jednotka tak zabezpečuje 1,17 – ti násobnou výměnu vzduchu, další výměna vzduchu je realizována přirozenou infiltrací. Do zdi vůči exteriéru je v jídelně ještě instalována podokenní větrací jednotka nezjištěného typu (dle projektu měla být instalována

SBH 400), která je však v současné době schopna dodávat do jídelny pouze neupravený studený vzduch z exteriéru. Tato jednotka se dle sdělení provozovatele nevyužívá vůbec, větrací jednotka Duplex ojedinele. Ovládání provozu vzduchotechnického zařízení je manuální (zapnuto/vypnuto) .

Z kuchyně je prováděno přímé odsávání par a pachů od varných spotřebičů uprostřed kuchyně s odvodem vzduchu nad střechu, ovládání ventilátoru je ruční z kuchyně. Přívod čerstvého ohřátého vzduchu měl zajišťován parapetní jednotkou SHB 400, v ucpaném otvoru však není jednotka instalována.

Kuchyň je tak větrána podtlakově, bez rekuperace tepla, ovládání odsávání vzduchu je ruční, množství odsávaného vzduchu $\sim 300 \text{ m}^3 / \text{hod.}$ Dokumentaci skutečného provedení vzduchotechniky provozovatel dle sdělení nemá.

2.1.2.3 Ohřev TV

V celém zvláštní školy a pomocné školy je ohřev TV řešen pomocí elektrických průtokových ohřivačů a elektrických zásobníkových ohřivačů (boilerů) s blokací na ohřev v době NT sazby .

Bojlery slouží převážně pro ohřev vody pro úklidové a provozní činnosti, v internátu i pro hygienická zařízení, průtokové ohřivače jsou instalovány zejména v kabinetech.

V budově internátu je včetně kuchyně instalováno celkem 10 průtokových ohřivačů (7 x 2,5 kW, 2 x 3,5 kW a 1 x 4kW) a 11 zásobníkových ohřivačů (4 x 0,85 kW, 1 x 1,2 kW, 1 x 1,35 kW, 1 x 2,2 kW a 4 x 2,4 kW).

V první budově školy jsou instalovány 2 průtokové ohřivače o výkonu 2 x 2 kW a 2 zásobníkové ohřivače o výkonu 2 x 1 kW.

V druhé budově školy je instalován 1 průtokový ohřivač o výkonu 3,5 kW a 7 zásobníkových ohřivačů (6 x 1,75 kW a 1 x 2 kW).

2.1.2.4 Regulační technika

Regulace vytápění je v jednotlivých místnostech realizována instalovanými prostorovými termostaty, které řídí chod vybíjecích ventilátorů akumulčních kamen.

Prostorové termostaty tak jsou schopny identifikovat vnější i vnitřní tepelné zisky, jejichž účinkem se dochází ke zvyšování teploty vzduchu ve vytápěných místnostech, využití tepelných zisků je realizováno nesepnutím obvodů vybíjecích ventilátorů v době, kdy skutečná teplota ve vytápěné místnosti \geq požadované teplotě ve vytápěné místnosti (na termostatech nastavována ve výši \sim vnitřním návrhovým teplotám θ_i).

Významným nedostatkem stávající regulační techniky je však vysoká míra závislosti na lidském faktoru, kdy jej jen obtížně možné zabránit nežádoucí manipulaci s termostaty v době výuky a zejména je z hlediska využívání útlumů vytápění denně třeba v každé místnosti, resp. na každém termostatu , příslušně snížit představenou teplotu vzduch ve vytápěné místnosti.

Regulační technika nabíjení akumulčních kamen není instalována, je proto prováděna školníkem ručně, podle klimatických podmínek, předpovídaných teplot venkovního vzduchu a zkušeností obsluhy.

Regulace teploty teplé vody je prováděna nastavení termostatů v ohřívácích.

2.1.2.5 Ostatní údaje

Při prohlídce budov a jejich energetického zařízení nebyly zjištěny zjevné závady na akumulčních kamnech nebo dalších spotřebičích, provozovatel provádí pravidelné revize elektrozařízení.

2.1.2.6 Rozvod elektřiny

Připojení areálu zvláštní a pomocné školy je provedeno 4 kabely AYKY 3x240+120 mm² uloženými zemi, vedenými z transformační stanice, jejímž vlastníkem a provozovatelem je dodavatel elektřiny do 1. pole rozvaděče HR (v.č.702, r.v.1995, výrobce Partner s.r.o.) s hlavním jističem 1000 A, instalovaným v samostatné rozvodně v 1. NP budovy údržby.

V druhém poli rozvaděče HR je umístěno nepřímé měření s měřicími transformátory 1000/5.

K 2. poli HR jsou připojeny 3. a 4. pole rozvaděče HR.

Z 3. pole je jsou připojeny rozvaděče R21, R31 a R11. Z. 4. pole jsou připojeny rozvaděče RMO 1.1, RMO 1.2, RDPR, R32 a RO 1. Z 5. pole jsou připojeny rozvaděče RSMO, RSM1 a RSM2.

V hlavní rozvodně jsou kromě hlavního rozvaděče HR instalovány i rozvaděče RDPR pro objekt údržby a RO1 pro ovládání ohřevu TV, ovládání nabíjení AK a spínacích hodin a pro vybíjení AK ve všech budovách.

Elektrické obvody budovy internátu s kuchyní a jídelnou v 1. NP. Jsou v 1. NP připojeny k RSM0, v 2. NP k RSM1 a v 3. NP k RSM2.

Elektrické obvody 1. budovy školy jsou připojeny v 1. NP k rozvaděči RMO 1.1., v 2. NP k rozvaděči RMO 1.2.

Elektrické obvody 2. budovy školy jsou v 1. NP připojeny k rozvaděči R11, v 2. NP k rozvaděči R21 a v 3. NP k rozvaděči R31, byt k rozvaděči R32.

Elektrické rozvody uložené ve stěnách jsou provedeny v příslušných dimenzích, v budově internátu s kuchyní a jídelnou jsou provedeny vodiči CYKY a CYBY, v 1. budově školy převážně AYKY a AYKYL a v 2. budově školy AYKY, AYKYL, pouze část v CYKY.

Světelné a zásuvkové okruhy jsou osazeny typizovanými přístroji a světly v krytí vyhovujícím prostředí, kde jsou instalovány.

V celém areálu zvláštní školy a pomocné školy je celkem:

<u>Instalováno spotřebičů</u>	<u>počet</u>	<u>příkon kW (kVA)</u>
Motorů, svářeček apod.	33	22,34
Tepelných spotřebičů	199	725,99
Zářiv., výbojk. svítidel celkem	735	55,60
<u>Jiných spotřebičů</u>	<u>19</u>	<u>8,52</u>
Celkem instalováno		812,45

Pravidelná revize elektrického zařízení se provádí jedenkrát za 36 měsíců. Provozovatel poskytl zprávu o pravidelné revizi elektrického zařízení provedenou v srpnu 2004 s tím, že elektrické zařízení je schopno bezpečného provozu.

2.1.2.7 Osvětlení

Osvětlení v jednotlivých místnostech je ve společných prostorech (chodby, vestibuly 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 provozní době budov školy je osvětlení, pokud je zapnuto, používáno téměř výhradně jako sdružené (s denním světlem). Budova internátu je ve dnech školní výuky využívána způsobem běžným pro budovy pro bydlení, o víkendech a prázdninách je provoz utlumen, neboť všichni žáci odjíždějí.

Při místním šetření bylo provedeno neautorizovanou osobou luxmetrem Lutron LX-103 orientační měření průměrných hodnot intenzity osvětlení, přičemž zjištěné hodnoty jsou použitelné výhradně pro účely tohoto energetického auditu. Měření bylo prováděno bez vlivu venkovního světla, po úplném setmění a při plném provozu instalovaných osvětlovacích soustav. Orientační měření bylo realizováno v typických místnostech – učebnách - a bylo prováděno vždy ve 3 skupinách bodů vzdálených od sebe 1 m (část čtvercové sítě), 1. skupina bodů u vnitřní zdi místnosti, 2. skupina bodů uprostřed místnosti, 3. skupina bodů u venkovní zdi místnosti poblíž oken, a to v úrovni pracovních desek stolků. Naměřené hodnoty průměrné intenzity osvětlení:

Přístavba - učebna č. 18.

skupina bodů č. 1 (u vnitřní zdi):	422 lx
skupina bodů č. 2 (uprostřed místnosti):	439 lx
skupina bodů č. 3 (u venkovní zdi):	345 lx

1. budova – škola, učebna č. 16

skupina bodů č. 1 (u vnitřní zdi):	301 lx
skupina bodů č. 2 (uprostřed místnosti):	310 lx
skupina bodů č. 3 (u venkovní zdi):	308 lx

Z naměřených hodnot vyplývá, že intenzita sdruženého osvětlení ve vybraných učebnách na pracovním místě je přiměřená a splňuje zákonné požadavky.

Konstrukce osvětlovacích soustav v ostatních místnostech je obdobná jako v učebnách, kde bylo měření realizováno jak z hlediska typu osvětlovacích soustav, tak i z hlediska počtu osvětlovacích těles a lze tedy předpokládat, že osvětlovací soustavy zabezpečují dostatečnou intenzitu osvětlení a neobsahují prvky nepřiměřeně náročné na spotřebu energie.

2.2 Energetické vstupy a výstupy

2.2.1 Energetické vstupy

2.2.1.1 Nakupované množství elektřiny za roky 2002, 2003 a 2004

Elektřinu dodává na základě odběratelských smluv dodavatel Východočeská energetika, a.s Hradec Králové. Elektrická energie je dodávána do jednoho měřicího místa s násobitelem činného i jalového odběru 20.

V letech 2002 a 2003 byla elektřina pro areál Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí nakupována na základě uzavřené kupní smlouvy s dodavatelem Východočeská energetika, a.s. Hradec králové v sazbě B11. V roce 2004 na základě uzavření smlouvy č. 3203121908 : topný tarif akumulace – silová elektřina v VT za 1129,72 Kč/MWh, v NT za 753,96 Kč/MWh a distribuční služby (352,32 Kč/MWh + rezervace kapacity VN – roční 114,57 Kč/kW, rezervace kapacity VN – měsíční 130,08 Kč/kW). V roce 2005 byla elektřina nakupována na základě uzavřené smlouvy s dodavatelem ČEZ Prodej, s.r.o., Praha: silová elektřina v VT za 1571,99 Kč/MWh, v NT za 849,66 Kč/MWh a regulované platby za dopravu elektřiny (příspěvek OZE, zúčtování OTE, systémové služby, použití sítí – celkem 322,13 Kč/MWh + rezervace kapacity roční 112,95 Kč/kW, rezervace kapacity měsíční 127,22 Kč/kW).

Provozovatel (odběratel) není plátcem DPH, uvedené ceny elektřiny jsou vyčísleny včetně DPH. Provozovatel nevede vlastní evidenci spotřeb elektřiny, protože fakturace je prováděna dodavatelem měsíčně, odečty stavu na měřicím zařízení jsou realizovány elektronicky. V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty spotřeb elektřiny (fakturované činné složky včetně 6 % ztrát) za jednotlivá období dle předložených faktur za roky 2002, 2003 a 2004.

	Spotřeba elektřiny za rok 2002			
Měsíc	VT (kWh)	NT (kWh)	Σ (kWh)	Σ (Kč)
Leden	9 201	73 606	82 807	94 264
Únor	7 441	44 456	51 897	62 580
Březen	6 805	48 908	55 713	66 116
Duben	5 703	31 630	37 333	46 375
Květen	4 897	5 915	10 812	18 470
Červen	5 194	3 583	8 777	16 565
Červenec	615	1 738	2 353	5 036
Srpen	1 866	1 314	3 180	8 474
Září	5 215	9 943	15 158	23 985
Říjen	6 551	33 623	40 174	50 465
Listopad	9 116	45 050	54 166	65 586
Prosinec	7 950	35 213	43 163	54 070
Σ	70 554	334 979	405 533	511 986

	Spotřeba elektřiny za rok 2003			
Měsíc	VT (kWh)	NT (kWh)	Σ (kWh)	Σ (Kč)
Leden	12 355	71 989	84 344	93 352
Únor	8 778	53 851	62 629	71 003
Březen	9 797	41 995	51 792	61 028
Duben	4 534	25 418	29 952	37 015
Květen	4 430	4 534	8 964	16 823
Červen	4 752	3 058	7 810	16 526
Červenec	749	1 352	2 101	7 702
Srpen	1 622	1 685	3 307	7 255
Září	5 366	5 491	10 857	19 033
Říjen	9 360	28 018	37 378	47 007
Listopad	7 381	34 510	41 891	51 823
Prosinec	8 293	39 931	48 224	59 657
Σ	77 417	311 832	389 249	488 225

	Spotřeba elektřiny za rok 2004			
Měsíc	VT (kWh)	NT (kWh)	Σ (kWh)	Σ (Kč)
Leden	9 851	65 252	75 103	93 749
Únor	7 628	45 107	52 735	68 466
Březen	7 793	44 650	52 443	67 908
Duben	5 353	20 195	25 548	36 577
Květen	4 926	8 245	13 171	22 166
Červen	4 130	4 479	8 609	16 392
Červenec	1 420	1 180	2 600	11 268
Srpen	1 282	1 014	2 296	10 889
Září	4 885	5 669	10 554	21 121
Říjen	6 205	21 157	27 362	40 386
Listopad	9 033	41 280	50 313	66 189
Prosinec	8 636	44 649	53 285	69 250
Σ	71 142	302 877	374 019	524 360

Za poslední uzavřený rok od 1.1.2004 do 31.12.2004 dodavatel fakturoval odběrateli za spotřebu elektrické energie pro areál školy ve VT 71.142 kWh a za 302.877 kWh v NT celkovou cenu 524.360 Kč včetně DPH.

2.2.2 Přepočtená výše energetických vstupů

Pro výpočet přepočtené výše energetických jsou známy pouze měsíční hodnoty spotřeby elektřiny v VT a NT sazbě bez dalšího rozlišení spotřeb a průměrné teploty venkovního vzduchu za jednotlivé měsíce.

Výpočet přepočtené výše energetických vstupů proto vychází z předpokladu, že elektřina odebraná v NT sazbě je spotřebována na nabíjení akumulčních kamen, tedy vytápění a na ohřev teplé vody v akumulčních zásobnících. Osvětlení je v době 22,00 hod. až 06,00 hod mimo činnost (to platí i pro budovu internátu), další energeticky významné spotřebiče elektřiny provozované v době 22,00 až 06,00 hodin nejsou instalovány.

Pro vytápění přímotopnými panely (Ecoflex, Ecosun) byla v letech 2002 – 2004 spotřebovávána i elektřina v VT sazbě, množství spotřebované elektřiny přímotopnými panely je vypočteno na základě instalovaného výkonu panelů - celkem 19,2 kW, předpokládané současnosti odběru 0,6 a provozních dob dle informací provozovatele:

	Rok 2002			Rok 2003			Rok 2004		
	Počet dní	Počet h./den	Spotřeba el. (kWh)	Počet dní	Počet h./den	Spotřeba el. (kWh)	Počet dní	Počet h./den	Spotřeba el. (kWh)
Leden	20	6,5	624	20	6,5	1498	20	6,5	998
Únor	20	6,5	624	20	6,5	1747	20	6,5	998
Březen	15	5	360	15	5	720	15	5	576
Duben	15	4,5	324	15	4,5	324	15	4,5	518
Říjen	15	6	432	15	6	432	15	6	691
Listopad	15	6	576	15	6	576	15	6	828
Prosinec	15	7	504	15	7	1210	15	7	806
Σ			3444			6506			5510

Vytápění a akumulční kameny Výpočet průměrné roční výše energetických vstupů vychází ze

Spotřeba elektřiny pro ohřev TV je vyjádřena na základě údajů dle ČSN 06 0320 v následující tabulce: .

			počet	kWh/jedn	energie/rok
Potřeba energie na ohřev TV	dny	m ² x 100	osob	kWh/os.d.	celkem
Školy - umývání (žáci+zaměstnanci)	192	x	211	0,8	32410
Internát - žáci	192	x	24	3,5	16128
Školy - úklid: internát	192	16,64	x	0,8	2556
škola	192	7,84	x	0,8	1204
přístavba	192	17,01	x	0,8	2613
šatny	192	1,15	x	0,8	177
Kuchň-mytí nádobí - 1 jídlo/den	192	x	187	0,15	5386
- celodenní strava	192	x	24	0,45	2074
Celkem					62546

Při předpokládané účinnosti ohřevu teplé ohřívacích ~ 97 % činí předpokládaná spotřeba elektřiny na ohřev teplé vody :

$$E_{TV \text{ celk.}} = E_{TV} + E_{Ztr. TV} = 62\,546 + 62\,546 \cdot \frac{3}{97} = \mathbf{64\,481 \text{ kWh/a}}$$

Přehled spotřeby energie na vytápění za předchozí 3 roky v přepočtu na průměrné provozní a klimatické podmínky (počet dnů vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy za tzv. referenční rok 201, střední teplota venkovního vzduchu ve vytápěcím období + 3,09 °C)

Vytápění budov	2002	2002 upr.	2003	2003 upr.	2004	2004 upr.
D° / a	3172,0	3313,0	3496,0	3313,0	3274,0	3313,0
Teplo pro vytápění GJ/a	986,2	1030,0	913,9	866,1	878,1	888,5
GJ / D°	0,311	0,311	0,261	0,261	0,268	0,268

Na základě přepočtených hodnot spotřeby energie pro vytápění za uplynulá období a spotřeb elektřiny pro ohřev TV a pro ostatní účely je sestaven soupis základních údajů o energetických vstupech za roky 2002, 2003 a 2004. Výdaje za elektřinu jsou vyčísleny za základě fakturovaných a platných cen, jejichž výše je vztažena k přepočtenému množství spotřebované elektřiny.

[illegible]

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

2.2.3 Energetické výstupy

V areálu Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí není instalován energetický zdroj, ze které by bylo možné externě dodávat energie. Za energetické výstupy, při nichž dochází k přeměně formy energie, tak lze považovat teplo vyrobené v akumulčních kamnech a teplou vodu ohřátou v elektrických akumulčních zásobnících.

2.3 Soupis významných spotřebičů elektřiny

	inst výkon (kW)	počet ks	instalovaný výkon celkem (kW)
Akumulační kamna			
Internát:	2	1	2
	3	11	33
	4	8	32
	5	7	35
	6	3	18
	7,5	3	22,5
Budova škola + šatny:	3	3	9
	4,5	13	58,5
	6	3	18
	8	1	8
Přístavba + krček:	2	4	8
	3	19	57
	4	1	4
	4,5	9	40,5
	6	5	30
	8	5	40
Údržba:	4,5	1	4,5

Ohřivače TV

Internát:	0,85	2	1,7
	1,2	1	1,2
	1,35	1	1,35
	2,2	1	4,4
	2,4	4	9,6
	2,5	7	17,5
	3	1	3
Budova škola:	1	2	2
	2	2	4
Přístavba + krček:	1,35	1	1,35
	1,75	6	10,5
	2	1	2
	3,5	1	3,5
Údržba:	1,2	1	1,2

Ostatní spotřebiče ($\geq 2,5$ kW) :Internát:

Výtah	4	1	4
Sporák Mora 3102	7,37	4	29,48
Myčka nádobí M501	13,1	1	13,1
Sporák SE40A	14	1	14
Varný kotel KE 15	12	1	12
Smažící pánev PE13	6	1	6
Konvekt. Retigo 611cb	18	1	18
Robor RE22	3	1	3
Varná stolička VE12	6	1	6

Přístavba + krček:

Sporák	7,225	2	8
--------	-------	---	---

Údržba:

Okružní pila SOP 300	2,2	1	2,2
----------------------	-----	---	-----

3. Zhodnocení výchozího stavu

Analýza energetického hospodářství

3.1 Potřeby tepelného výkonu

Potřeby tepelného výkonu pro vytápění a větrání budov byly vypočteny podle ČSN EN 12 831 s využitím ČSN 73 0540. Pro výpočty byla využita obálková metoda. Složení jednotlivých konstrukcí vnějších plášťů hodnocených budov bylo z menší 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 areálu zvláštní školy a pomocné školy, 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>
Stará budova - internát	96,5 kW
Šatny a vstup	10,6 kW
Budova 1 - škola	89,7 kW
Budova 2 - přístavba	205,2 kW
Údržba	14,6 kW

3.2 Spotřeba energie pro vytápění budov

Výpočet roční potřeby tepla na vytápění budov areálu zvláštní školy a pomocné školy za roky 2002, 2003 a 2004 byl proveden dennostupňovou metodou podle následujícího vztahu :

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

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 budov 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 - Moravská Třebová : $t_e = -15^{\circ}\text{C}$

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

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

f_2 - součinitel vlivu režimu vytápění

f_3 - součinitel změny vnitřní teploty (zvýšení/snížení vnitřní teploty)

f_4 - součinitel vlivu regulace

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

Údaje o dobách vytápění a temperování jednotlivých budov vycházejí z provozní doby akumulčních kamen (vybíjení 6,00 až 22,00 hodin, nabíjení 22,00 až 06,00 hodin) a informací od provozovatele areálu budov.

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

Rok 2002	Tau-d	Ta -p	Tau	θ inter	θ šat	θzv.šk.	θpřis.	θes	θe	Dst	Qc inter.	f1-intr.	f2-intr.	f3-intr.	f4-intr.	Ec inter.	Qc šat.	f1-šat	f2-šat	f3-šat	f4-šat	Ec šatny	Qc zvl.šk.	f1-zv.š.	f2-zv.š.	f3-zv.š.	f4-zv.š.	Ec zv.škola.	Qc Pří	f1-pří	f2-pří	f3-pří	f4-pří	Ec přístav.	Ec suma	
leden	19	8	547200	19,8	15	19,1	18,9	-1,90	-15	560,1	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	21,91	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	2,17	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	20,02	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	45,66	89,76	
leden	31	8	892800	15	10	10	10	-1,90	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	32,29	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	2,99	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	25,25	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	57,79	118,33	
únor	20	8	576000	19,8	15	19,1	18,9	3,30	-15	395,2	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	17,54	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,58	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	15,86	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	36,05	71,02	
únor	28	8	806400	15	10	10	10	3,30	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	20,19	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,52	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	12,84	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	29,39	63,95	
březen	14	8	403200	19,8	15	19,1	18,9	4,30	-15	370,1	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	11,53	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,01	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	10,40	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	23,62	46,56	
březen	31	8	892800	15	10	10	10	4,30	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	20,45	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,43	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	12,09	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	27,68	61,66	
duben	21	8	604800	19,8	15	19,1	18,9	7,30	-15	314,2	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	13,95	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,09	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	12,43	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	28,14	55,62	
duben	30	8	864000	15	10	10	10	7,30	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	14,24	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	0,66	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	5,54	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	12,69	33,13	
květen	1	8	28800	19,8	15	19,1	18,9	15,00	-15	4,0	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,26	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	0,00	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	0,21	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	0,45	0,91	
květen	1	8	28800	15	15	15	18,9	15,00	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,00	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	0,00	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	0,00	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	0,45	0,45	
září	1	8	28800	19,8	15	19,1	18,9	9,30	-15	9,7	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,56	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	0,04	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	0,49	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	1,11	2,20	
září	1	8	28800	15	10	10	10	9,30	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,35	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	0,01	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	0,05	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	0,11	0,51	
říjen	20	8	576000	19,8	15	19,1	18,9	6,70	-15	334,3	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	13,92	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,12	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	12,44	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	28,19	55,68	
říjen	31	8	892800	15	10	10	10	6,70	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	15,86	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	0,83	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	7,00	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	16,03	39,72	
listopad	21	8	604800	19,8	15	19,1	18,9	5,10	-15	373	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	16,40	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,40	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	14,75	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	33,48	66,04	
listopad	30	8	864000	15	10	10	10	5,10	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	18,31	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,19	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	10,06	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	23,03	52,59	
prosinec	15	8	432000	19,8	15	19,1	18,9	-3,70	-15	413	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	18,73	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	1,90	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	17,16	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	39,17	76,95	
prosinec	20	8	576000	15	10	10	10	-3,70	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	23,05	10623	0,95	0,75	1,00	0,93	2,22	89659	0,95	0,75	1,00	0,93	18,75	205234	0,95	0,75	1,00	0,93	42,93	86,95	
Σ rok										2774						236,49						18,95						176,59						403,04	835,07	
Rok 2002	Tau-d	Ta -p	Tau	θ dílna				tes	te		Qc dílna	f1-díl.	f2-díl.	f3-díl.	f4-díl.	Ec dílna																				
leden	31	18	2008800	15				-1,90	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	5,72																				
únor	28	16	1612800	15				3,30	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	3,18																				
březen	31	16	1785600	15				4,30	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	3,22																				
duben	30	13	1404000	15				7,30	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	1,82																				
květen	10	6	216000	15				15,00	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	0,00																				
září	0	0	0	15				9,30	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	0,00																				
říjen	23	10	828000	15				6,70	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	1,16																				
listopad	30	14	1512000	15				5,10	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	2,52																				
prosinec	31	16	1785600	15				-3,70	-15		14619	1,00	0,40	0,93	0,93	5,63																				
Σ rok																23,26																				
Rok 2003	Tau-d	Ta -p	Tau	θ inter	θ šat	θzv.šk.	θpřis.	θes	θe	Dst	Qc inter.	f1-intr.	f2-intr.	f3-intr.	f4-intr.	Ec inter.	Qc šat.	f1-šat	f2-šat	f3-šat	f4-šat	Ec šatny	Qc zvl.šk.	f1-zv.š.	f2-zv.š.	f3-zv.š.	f4-zv.š.	Ec zv.škola.	Qc Pří	f1-pří	f2-pří	f3-pří	f4-pří	Ec přístav.	Ec suma	
leden	19	8	547200	19,8	15	19,1	18,9	-2,70	-15	581,5	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	22,72	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	2,12	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	19,40	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	44,25	88,49	
leden	31	8	892800	15	10	10	10	-2,70	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	33,82	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	2,98	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	25,15	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	57,57	119,52	
únor	20	8	576000	19,8	15	19,1	18,9	-5,00	-15	603,3	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	26,36	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	2,52	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	22,57	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	51,54	103,00	
únor	28	8	806400	15	10	10	10	-5,00	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	34,52	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	3,18	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	26,83	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	61,41	125,94	
březen	14	8	403200	19,8	15	19,1	18,9	2,80	-15	407,7	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	12,65	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	1,08	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	10,69	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	24,31	48,72	
březen	31	8	892800	15	10	10	10	2,80	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	23,31	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	1,69	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	14,26	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	32,64	71,90	
duben	21	8	604800	19,8	15	19,1	18,9	5,40	-15	365	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	16,07	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	1,27	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	13,47	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	30,57	61,38	
duben	30	8	864000	15	10	10	10	5,40	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	17,75	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	1,04	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	8,82	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	20,18	47,79	
květen	1	8	28800	19,8	15	19,1	18,9	11,70	-15	7,3	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,43	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	0,02	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	0,35	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	0,78	1,57	
květen	1	8	28800	15	15	19,1	18,9	11,70	-15		95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,20	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	0,02	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	0,35	205234	0,95	0,70	1,00	0,93	0,78	1,35	
září	1	8	28800	19,8	15	19,1	18,9	11,40	-15	7,6	95563	0,85	0,85	1,00	0,93	0,45	10623	0,95	0,70	1,00	0,93	0,02	89659	0,95	0,70	1,00	0,93	0,36	205234	0,95	0,70	1,00				

[illegible]

3.3 Energetická náročnost jednotlivých budov areálu

V návaznosti na výpočet tepelných ztrát jednotlivých budov zvláštní školy a pomocné školy byla prověřována i jejich energetická náročnost podle kritérií stanovených vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. a ČSN 73 0540 – 2 – Z1 (2005).

U budov byly zjištěny ochlazované plochy jednotlivých konstrukcí, jejich složení (u některých konstrukcí bylo jejich složení vzhledem k dostupné dokumentaci a dalším dostupným informacím kvalifikovaně odhadnuto), byly vypočteny součinitelé prostupu tepla konstrukcemi venkovních plášťů budov, obestavěné prostory V_n , zjištěny 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 vytápěcího zařízení, tj. akumulčních kamen, je instalována regulační technika v podobě prostorových termostatů řídících chod vybijecích ventilátorů, kterou lze považovat dynamickou regulaci vytápění, neboť termostaty průběžně měří a vyhodnocují momentální teplotu vnitřního vzduchu ve vytápěném prostoru, takže identifikují a jsou schopny zajistit i využití vnitřních i vnějších tepelných zisků.

Účinek regulační techniky je však negativně ovlivněn její technickou úrovní, neboť instalovaných prostorových termostatech není možné provádět časové programování vytápění jednotlivých místností na předprogramovanou teplotu v daný čas, běžné denní, resp. odpolední a večerní útlumy vytápění jsou plně závislé na lidském faktoru, tj. na tom, zda po konci vyučování požadovanou teplotu v místnosti na termostatu vyučující nebo jiná osoba příslušně sníží a útlum vytápění je tak skutečně realizován. Stávající termostaty také nejsou ochráněny před neoprávněnou manipulací žáky, jako je např. neodůvodněné zvyšování teploty vnitřního vzduchu v místnosti apod.

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

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Stará budova - internát	26,4	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	39,0	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	33,7	32,1	Požadavek nesplněn
Budova 2 - přístavba	35,9	30,6	Požadavek nesplněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

Hodnocení budov dle ČSN 73 0540 -2 - Z1 (2005) :

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Stará budova - internát	0,60	0,69	87
Šatny a vstup	0,73	0,49	149
Budova 1 - škola	0,75	0,64	118
Budova 2 - přístavba	0,94	0,69	136
Údržba	1,01	0,45	224

3.4. 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 nejsou tepelné zisky u žádné budovy gymnázia v Moravské Třebové započitatelné.

Vypočtená hodnota E_r na vlastní vytápění budov – stávající stav:

Stará budova - internát	140 477 kWh/a	~	506 GJ
Šatny a vstup	14 810 kWh/a	~	53 GJ
Budova 1 - škola	95 031 kWh/a	~	342 GJ
Budova 2 - přístavba	209 424 kWh/a	~	754 GJ
Údržba	24 821 kWh/a	~	89 GJ

b) Potřeby tepla na vytápění budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí za místně průměrných vnitřních a vnějších - tzv. referenčních - podmínek

Na základě poznatků záznamů o provozu a vytápění budov, informací provozovatele, skutečných spotřeb 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.

Skutečnou spotřebu energie pro vytápění nejvýznamněji ovlivňuje způsob vytápění, tj. zejména využívání odpoledních a večerních útlumů, temperování v nočních hodinách (22,00 až 06,00 hodin jsou vybíjecí ventilátory mimo provoz) , 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 i snižování jeho intenzity. Skutečnou spotřebu energie pro vytápění ovlivňuje i to, že za nepříznivých klimatických podmínek (nízké teploty venkovního

vzduchu) nejsou prostory v budovách dotápěny na projektované teploty θ_i , ale na teploty o 1 až 2 °C nižší.

Pro ověření skutečných spotřeb energie na vytápění 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: Ústí nad Orlicí

Průměrný skutečný počet dní vytápění včetně temperování: 201 dnů

Střední tepl. venkovního vzduchu skut. vytápěcího období θ_{es} : +3,09 °C

Výpočtová venková teplota θ_e : - 15 °C

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

c) MODEL energetické potřeby za tzv. referenční rok

Na základě vypočtené roční potřeby tepla na vytápění jednotlivých budov areálu školy za tzv. referenčních podmínek, na ohřev teplé vody, spotřeb elektrické energie pro ostatní účely (zářivkové osvětlení, spotřebiče v kuchyni, malé spotřebiče atd.) a dalších hodnot je na následující straně sestaven MODEL energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí.

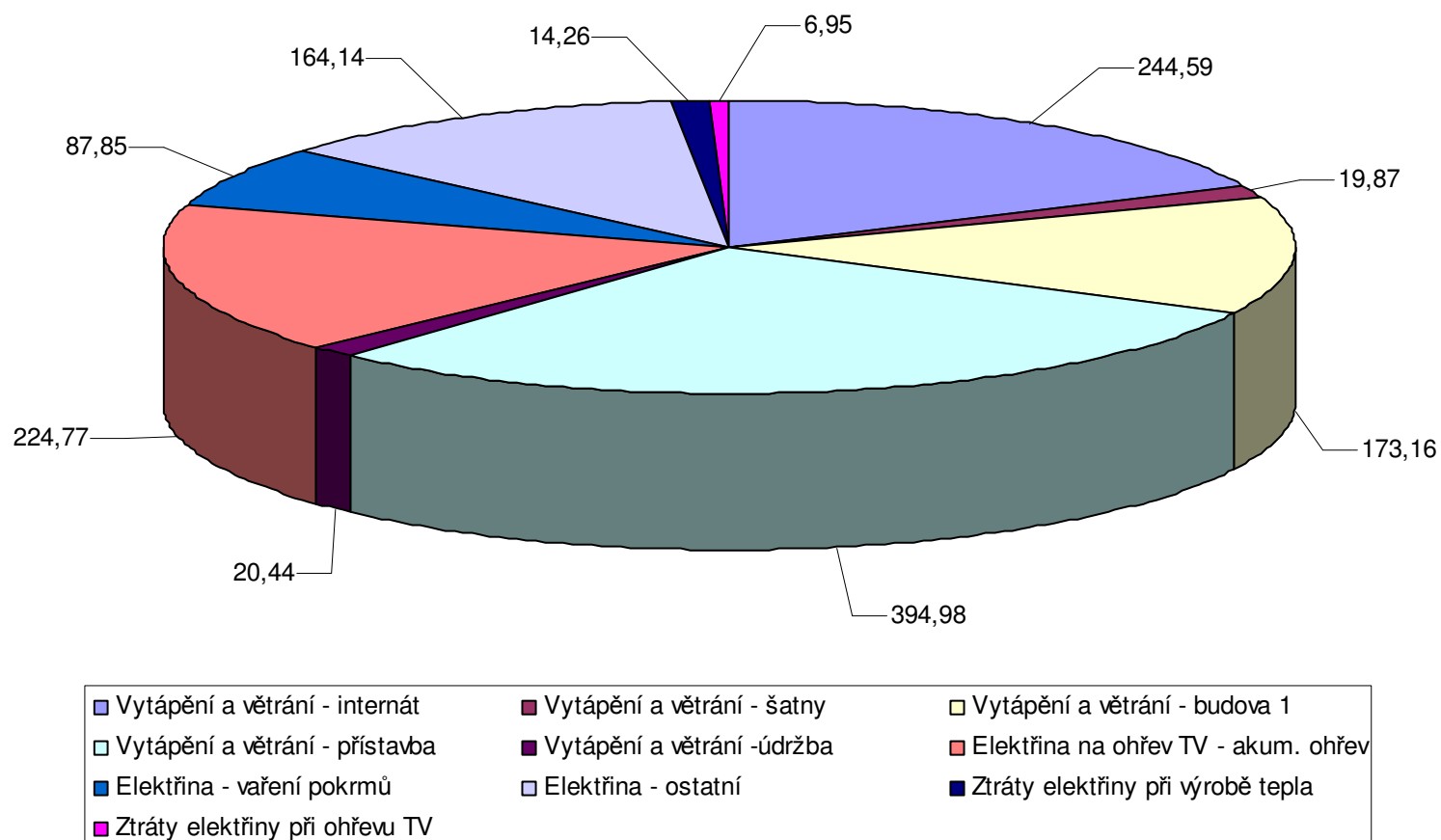
Referenčním rokem je označen rok se střední teplotou venkovního vzduchu ve vytápěcím období +3,09 °C při stávajícím způsobu vytápění a počtem dnů vytápění a temperování 201. Střední teplota venkovního vzduchu byla určena na základě hodnot dlouhodobých průměrných měsíčních teplot.

Hodnoty potřeby energie pro vytápění budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí uvedené v MODELU potřeby energie za referenční rok vycházejí z předchozích výpočtů uvedených v tabulce na straně č. 31 dole.

Množství elektřiny pro ohřev teplé vody vychází z výpočtů uvedených na straně 23, přičemž ztráty energie vzniklé při ohřevu teplé vody jsou uvažovány v množství 3 %.

<u>Model energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí</u>						
<u>Stávající stav</u>						
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu v topném období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov a obvyklou dobu vytápění 201 dnů)						
MODEL	Zvláštní škola a Pomocná škola Ústí nad Orlicí					
ENERGETICKÉ POTŘEBY	Stará bud. internát	Šatny a vstup	Budova 1 (škola)	Budova 2 (přístavba)	Údržba	celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	244,59	19,87	173,16	394,98	20,44	853,04
Elektřina na ohřev TV - akumulační ohř.	94,04	0,00	34,32	96,34	0,07	224,77
Elektřina - vaření pokrmů	87,85	0,00	0,00	0,00	0,00	87,85
Elektřina - ostatní	47,06	3,82	33,32	76,00	3,93	164,14
Ztráty elektřiny při výrobě tepla	4,99	0,30	2,64	6,01	0,31	14,26
Ztráty elektřiny při ohřevu TV	2,91	0,00	1,06	2,98	0,00	6,95
Energie celkem	481,44	24,00	244,50	576,32	24,76	1351,01

**MODEL energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad
Orlicí za tzv. referenční rok v GJ - stávající stav**



3.5 Základní tvar energetické bilance:

Ř	Ukazatel	Stávající stav	
		Energie	Náklady
		GJ/a,ref.	Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	1351,01	561 312
2	Změna zásob paliva	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1351,01	561 312
4	Prodej energie cizím	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1351,01	561 312
	z toho: elektřina	1351,01	561 312
	jiný druh energie	0,00	0
6	Ztráty energie při výrobě tepla a TV	21,21	7 754
	z toho: ztráty energie při výrobě tepla	14,26	5 213
	ztráty energie při ohřevu TV	6,95	2 542
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	1077,81	394 070
	z toho: spotřeba tepla na vytápění a větrání budov	853,04	311 890
	spotřeba elektřiny na ohřev teplé vody	224,77	82 181
9	Spotř. energie ostatní	251,99	159 487
	z toho: spotř. energie na technologické procesy	87,85	55 601
	spotřeba energie ostatní	164,14	103 886

Na základě MODELU energetické potřeby a energetické bilance v základním tvaru vyjadřujícím stávající stav energetické potřeby předmětu energetického auditu na vstupu do areálu lze konstatovat, že celková potřeba energie za tzv. referenční rok činí 1351 GJ GJ , tj. 375 MWh.

Ceny za energie jsou v základním tvaru energetické bilance jsou uvedeny v cenách platných v době dokončení energetického auditu, tedy v cenách dle uzavřené smlouvy o sdružených dodávkách elektřiny ze sítě VN pro rok 2005. K 1.1.2006 se předpokládá navýšení cen minimálně za silovou elektřinu, avšak v době zpracování energetického auditu nejsou ceny pro rok 2006 ještě známy.

Po demontáži většiny přímotopných panelů je za současného stavu za tzv. referenční rok pro výrobu tepla - na vytápění a větrání - spotřebovávána elektřina v NT v množství 241 MWh, pro ohřev teplé vody v množství 65 MWh, v kuchyni pro vaření v VT množství 24 MWh a na ostatní procesy ve VT v množství 45 MWh.

3.6 Závěr celkové analýzy a zhodnocení energetického hospodářství

Objektivizací spotřeby elektřiny na vytápění a větrání přepočtem na srovnávací úroveň venkovního prostředí charakterizovanou 2.803 D° / referenční rok bylo zjištěno, že rozdíl ve spotřebě elektřiny pro vytápění a větrání pro stejnou srovnávací úroveň je mezi rokem s nejvíce a nejméně hospodárným provozem vytápění neobvykle velký a činí $158,5\text{ GJ}$, tzn. $15,9\%$.

Neobvykle velký rozdíl spotřeby energie na vytápění mezi jednotlivými roky je způsoben více faktory. Za nejdůležitější z nich lze považovat změnu režimu vytápění realizovanou v roce za účelem snížení výdajů za elektřinu prostřednictvím ruční regulace nabíjení akumulčních kamen (realizuje školník) a regulace doby vytápění prováděnou nastavováním útlumů vytápění na instalovaných termostatech ovládajících chod vybíjecích ventilátorů akumulčních kamen. Druhým významným faktorem je, že akumulční vytápění ve dnech s nízkými teplotami venkovního vzduchu není ve stávajících budovách schopno po celou dobu provozu zabezpečit vytápění místností na stanovené teploty θ_i , což částečně ovlivnilo hodnotu objektivizované spotřeby, ve které je tato skutečnost obtížně vyjádřitelná.

Z celkové analýzy jednotlivých potřeb energie areálu budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí gymnázia v Moravské Třebové vyplývá, že hlavní podíl na spotřebě energie tvoří elektřina pro vytápění akumulčními kamny, nakupovaná v NT sazbě, přímotopné panely Ecoflex a Ecosun byly v době zpracování energetického auditu většinou demontovány, ponechány byly pouze v prostorech nepřístupných žákům.

Úroveň vybavení vytápěcích zařízení - akumulčních kamen - je neuspokojivá, prostorové termostaty řídící chod vybíjecích ventilátorů identifikují a jsou schopny zajistit i využití vnitřních i vnějších tepelných zisků, avšak celkový účinek regulační techniky je však negativně ovlivněn její nízkou technickou úrovní. Na instalovaných prostorových termostatech není možné provádět časové programování vytápění jednotlivých místností na předprogramovanou teplotu v daný čas, obvyklé denní, resp. odpolední a večerní útlumy vytápění jsou plně závislé na lidském faktoru, tj. na tom, zda po konci vyučování požadovanou teplotu v místnosti na termostatu vyučující nebo jiná osoba příslušně sníží a útlum vytápění je tak skutečně realizován. Stávající termostaty také nejsou ochráněny před neoprávněnou

manipulací žáky, jako je např. neodůvodněné zvyšování teploty vnitřního vzduchu v místnosti apod.

Nabíjecí regulační technika není instalována žádná, doba nabíjení akumulčních kamen je řízena ručně, školníkem, který dle předpovědi počasí, zkušeností a odhadu, spíná na odhadnutou dobu nabíjecí obvody.

Ohřev TV je prováděn decentralizovaně v průtokových a zejména zásobníkových ohřívácích TV instalovaných po jednotlivých budovách, jejich množství je uvedeno v soupisu významných spotřebičů energie. Teplota vody na výstupu z ohříváků je regulována instalovanými termostaty.

Vybavení kuchyně je realizováno elektrospotřebiči, při varném procesu je využíván konvektomat šetřící spotřebu energie na vaření pokrmů.

Větrání budov je přirozené, pouze kuchyň a její příslušenství a jídelna jsou větrány nuceně. Z kuchyně, z prostorů s tepelným spotřebiči, je odsáván teplý vzduch s párami, směs vzduchu a par je odsávána sběrným potrubím a ventilátorem a je vypouštěna volně do venkovního prostředí. Dokumentace ke vzduchotechnickému zařízení není dostupná, podle dosažitelných informací je z kuchyně odsáváno 308 m^3 vzduchu za hodinu, což zabezpečuje 1,5 násobnou výměnu vzduchu v kuchyni. Do kuchyně je vzduch přiváděn spárami oken, dveří a z prostoru jídelny.

Větrání jídelny je realizováno univerzální větrací jednotkou tepla Duplex 480 a příslušnými rozvodnými potrubími vzduchu, účinnost rekuperace tepla dle údaje výrobce $\geq 70 \%$, množství odváděného vzduchu je rovno množství přiváděného vzduchu a činí $480 \text{ m}^3 / \text{hod}$. Větrací jednotka tak zabezpečuje 1,17 – ti násobnou výměnu vzduchu, další výměna vzduchu je realizována přirozenou infiltrací. Do zdi vůči exteriéru je v jídelně ještě instalována podokenní větrací jednotka, která je však v současné době schopna dodávat do jídelny pouze neupravený studený vzduch z exteriéru. Tato jednotka se dle sdělení provozovatele nevyužívá vůbec, větrací jednotka Duplex ojediněle

Významnými nedostatky je charakterizována většina konstrukcí venkovních plášťů budov, budovy se šatnami a hlavním vstupem a zejména 1. budovy školy a 2. budovy přístavby včetně spojovacího krčku se sociálním zařízeními.

Jejich tepelně technické vlastnosti i měrné spotřeby tepla na vytápění a větrání jsou nevyhovující, což vyplývá z provedeného hodnocení energetické náročnosti budov dle vyhlášky MPO č 291/2001 Sb. a ČSN 73 0540 -2 – Z1 (2005) .

Zjištěné hodnoty jsou uvedeny ve vyhodnocení energetické náročnosti budov v přílohách.

Rekapitulace vyhodnocení energetické náročnosti jednotlivých budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí:

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

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Stará budova - internát	26,4	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	39,0	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	33,7	32,1	Požadavek nesplněn
Budova 2 - přístavba	35,9	30,6	Požadavek nesplněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

Hodnocení budov dle ČSN 73 0540 -2 - Z1 (2005) :

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Stará budova - internát	0,60	0,69	87
Šatny a vstup	0,73	0,49	149
Budova 1 - škola	0,75	0,64	118
Budova 2 - přístavba	0,94	0,69	136
Údržba	1,01	0,45	224

Celkově lze stav energetického hospodářství budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí hodnotit jako výrazně neuspokojivý, přičemž je charakterizován zejména nedostatečným využitím měřicí a regulační techniky na vytápěcích zařízeních a neuspokojivými tepelně – technickými vlastnostmi průsvitných i neprůsvitných stavebních konstrukcí venkovních plášťů jednotlivých budov.

Provozovatel nebyl schopen zpracovateli auditu poskytnout jednoznačnou informaci o dalším využití stávající staré budovy údržby, jejíž stav vyžaduje celkovou

a zásadní rekonstrukci, přičemž tento stav nelze řešit pouze realizací jednotlivých opatření. Z těchto důvodů nelze za stávajícího stavu k budově údržby efektivně energeticky úsporná opatření navrhnout. Provozovatel musí dořešit záměr využití, z toho odvodit rozsah stavebních prací a stavební úpravy řešit tak, aby budova odpovídala požadavkům legislativy včetně norem v době realizace stavby.

V důsledku výše uvedených nedostatků energetického hospodářství je neuspokojivá výše energetické spotřeby na vytápění budov areálu a v důsledku toho i výdajů za spotřebovanou elektřinu, u které lze vzhledem k situaci na trhu s energiemi očekávat nezanedbatelné zvyšování její ceny.

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

zpracování organizačního opatření k zabezpečení drobných energetických úspor, finanční zainteresování obsluhy energetického zařízení na dosažených úsporách energie

Toto opatření je navrženo na základě poznatků celkové analýzy energetického hospodářství předmětu energetického auditu, v rámci které byly objektivizovány spotřeby tepla na vytápění a větrání přepočtem na srovnávací úroveň venkovního prostředí charakterizovanou 2.803 D° / referenční rok a bylo zjištěno, že rozdíl ve spotřebě elektřiny pro vytápění a větrání pro stejnou srovnávací úroveň je mezi rokem s nejvíce a nejméně hospodárným provozem vytápění neobvykle velký a činí 158,5 GJ, tzn. 15,9 % .

V oblasti úspor energie na vytápění je nutné považovat část beznákladových energeticky úsporných opatření za opatření přechodová, uplatňovaná pouze do realizace nákladových energeticky úsporných opatření.

Za stávajícího stavu, kdy není instalována regulační technika nabíjení akumulčních kamen, nadále provádět tuto regulaci stávajícím způsobem, manuálně, v maximální možné míře využívat víkendové či prázdninové útlumy vytápění (nabíjení AK).

V rámci organizační směrnice pro zabezpečení drobných energetických úspor řešit konkrétní zodpovědnost vyučujících za přestavení teploty na prostorových termostatech v učebnách či dalších místnostech po poslední vyučovací hodině na sníženou teplotu vzduchu v místnosti, nebo chod vybíjecích ventilátorů dle venkovních klimatických podmínek zcela vypnout. Školník není schopen denně všechny instalované termostaty denně regulovat, avšak omezování vytápění musí i nadále průběžně kontrolovat.

Přestože stupeň využití regulační techniky je naprosto nedostatečný, lze výše popsanými opatřeními alespoň částečně omezit energetickou spotřebu a zabezpečit, aby vytápěné místnosti vytápěny jen po dobu vyučování a na předepsané teploty, tzn. učebny na $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, chodby a tělocvičnu na $\theta_i = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Např. snížení průměrné vnitřní teploty během topné sezony o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ znamená v klimatických podmínkách města Ústí nad Orlicí úsporu až 6 % energie na vytápění.

Současně navrhuji provádět pravidelné alespoň přibližné vyhodnocování spotřeby elektřiny a obsluhu (školníka) na dosažených úsporách finančně zainteresovat.

Pro zabezpečení drobných úspor energie navrhuji zpracovat organizační směrnici obsahující kromě výše uvedeného ještě tyto body:

- 1) v topném období provádět pravidelné intenzivní krátkodobé větrání učeben
- 2) provádět pravidelné čištění krytů osvětlovacích těles (zpravidla zářivek)
- 3) provádět pravidelné čištění oken
- 4) osvětlovací soustavy využívat hospodárně, dle technických možností stávajícího zařízení využívat v učebnách alespoň děleného osvětlení dle jednotlivých řad

Realizací výše uvedených beznákladových opatření lze v budovách Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí v krátkodobém časovém horizontu předpokládat docílení úspor ve spotřebě energií $\geq 1,5\text{ }%$.

<u>Model energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí</u>						
<u>Stav po realizaci beznákladových energeticky úsporných opatření</u>						
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu v topném období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov a obvyklou dobu vytápění 201 dnů)						
MODEL	Zvláštní škola a Pomocná škola Ústí nad Orlicí					
ENERGETICKÉ POTŘEBY	Stará bud. internát	Šatny a a vstup	Budova 1 (škola)	Budova 2 (přístavba)	Údržba	celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	239,70	19,47	169,70	387,08	20,03	835,98
Elektřina na ohřev TV - akumulární ohř.	94,04	0,00	34,32	96,34	0,07	224,77
Elektřina - vaření pokrmů	87,85	0,00	0,00	0,00	0,00	87,85
Elektřina - ostatní	46,12	3,75	32,65	74,48	3,85	160,86
Ztráty elektřiny při výrobě tepla	4,89	0,30	2,58	5,89	0,31	13,97
Ztráty elektřiny při ohřevu TV	2,91	0,00	1,06	2,98	0,00	6,95
Energie celkem	475,51	23,52	240,32	566,78	24,26	1330,38

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

Ř	Ukazatel	Stávající stav		Stav po real. bEÚO	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ/a,ref.	Kč/a,ref.	GJ/a,ref.	Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	1351,01	561 312	1330,38	553 939
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1351,01	561 312	1330,38	553 939
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1351,01	561 312	1330,38	553 939
	z toho: elektřina	1351,01	561 312	1330,38	553 939
	jiný druh energie	0,00	0	0,00	0
6	Ztráty energie při výrobě tepla a TV	21,21	7 754	20,92	7 663
	z toho: ztráty energie při výrobě tepla	14,26	5 213	13,97	5 117
	ztráty energie při ohřevu TV	6,95	2 542	6,95	2 546
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	1077,81	394 070	1060,75	388 492
	z toho: spotřeba tepla na vytápění a větrání budov	853,04	311 890	835,98	306 172
	spotřeba elektřiny na ohřev teplé vody	224,77	82 181	224,77	82 321
9	Spotř. energie ostatní	251,99	159 487	248,71	157 783
	z toho: spotř. energie na technologické procesy	87,85	55 601	87,85	55 733
	spotřeba energie ostatní	164,14	103 886	160,86	102 050

4.2 Opatření nákladová

Energeticky úsporné opatření:

Doplnění M + R techniky do tepelných strojoven ÚT a instalace ventilů s termostatickými hlavicemi (TRV) ke všem topným tělesům v budovách gymnázia, opatření na izolacích rozvodů ÚT po budovách, opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budov gymnázia

Varianta č. 1)

Doplnění regulační techniky - nabíjecí regulační automatika a vybíjecí regulační technika

Nabíjecí regulační technika

Za stávajícího stavu regulace nabíjení akumulčních kamen je realizována u jednotlivých kamen vnitřními nabíjecími termostaty, centrální regulace nabíjení je realizována manuálně, školníkem, který dle teploty venkovního vzduchu a předpovědi upravuje dobu nabíjení kamen sepnutím jističů v rozvaděčích.

Dle stávajícího konstrukčního uspořádání navrhuji do jednotlivých rozvaděčů s nabíjecími obvody pro akumulční kamna instalovat nabíjecí regulační automatiky s teplotním čidlem monitorujícím teplotu venkovního vzduchu, regulující délku doby nabíjení v závislosti na venkovní teplotě. Při zpracování projektové dokumentace a montáži nabíjecí regulační automatiky upřednostnit regulátory, na kterých nebude pro obsluhu složité provádět operativní změny nastavení včetně např. volby ekvitemních křivek závislosti doby nabíjení na venkovní teplotě (např. zvýšení ekvitemní křivky při větrném počasí, zvýšení či snížení ekvitemní křivky při očekávané prudké změně počasí atd.).

Vybíjecí regulační technika

Stávající jednoduché prostorové termostaty ve vytápěných místnostech navrhuji nahradit prostorovými termostaty s týdenním programovacím cyklem, které umožní naprogramovat dobu vybíjení akumulčních kamen, tedy vytápění místnosti na požadovanou teplotu, pouze po dobu nezbytně nutnou. Jelikož se po sestavení školního rozvrhu využítí jednotlivých učeben a dalších místností školy (včetně kuchyně, jídelny a dalších prostorů) zpravidla do konce pololetí nemění, pro optimalizaci doby vytápění tak prakticky postačí 1 x za pololetí přeprogramovat prostorové termostaty.

Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (na systémové hranici budov).

Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (konstrukce na systémové hranici budov) jsou v první variantě energeticky úsporného opatření navržena tím způsobem, aby obvodový plášť každé celé budovy splňoval normovanou požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla U_{em} dle ČSN 73 0540 – 2 - Z1 (2005) a současně požadavky Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb., avšak při minimalizaci celkových výdajů na realizaci těchto opatření.

U stávajících průsvitných konstrukcí venkovních plášťů budov (otvorových výplních) navrhuji všechna dosud nevyměněná dřevěná okna nebo okna s kovovými rámy nahradit okny plastovými s izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha oken k výměně u budovy internátu činí: $140,1 \text{ m}^2$, u budovy šaten $26,56 \text{ m}^2$, u budovy školy $129,9 \text{ m}^2$ a u budovy přístavby $280,8 \text{ m}^2$.

Stávající domovní dřevěné dveře na systémové hranici budov vyměnit za nové plastové s 2/3 zasklením izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha domovních dveří k výměně u budovy internátu činí $5,8 \text{ m}^2$, u šaten $8,93 \text{ m}^2$ a u budovy přístavby $9,1 \text{ m}^2$.

Stávající vnitřní dveře u jídelny v 1.NP budovy internátu, u nichž $\Delta\theta_i$ mezi jednotlivými vytápěnými prostory $\geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$, navrhuji vyměnit za nové plastové s 2/3 zasklením izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha vnitřních dveří k výměně činí $8,67 \text{ m}^2$.

Stávající svislé neprůsvitné konstrukce na systémové hranici budov opatřit z vnější strany 2 vrstvami tepelně – izolační omítky, tloušťka izolační vrstvy $\geq 2 \times 20 \text{ mm}$, součinitel tepelné vodivosti tepelně – izolační omítky $\lambda \leq 0,06 \text{ W / m} \cdot \text{K}$,

celková plocha omítek u šaten činí 40,4 m², u budovy školy 306,6 m² a u budovy přístavby 796,74 m².

Stávající vodorovné neprůsvitné konstrukce na nad nejvyšším podlažím budovy internátu dodatečně zaizolovat, na podlahu půdy (strop nad 3. NP) o ploše 554,7 m² položit desky z minerální plsti o tl. ≥ 40 mm, $\lambda \leq 0,045$ W /m*K.

Rekuperace tepla vzduchu s párami odsávaného z kuchyně

Od tepelných spotřebičů v kuchyni je teplý vzduch s párami od vaření obsahující nečistoty (zejména tuky) ventilátory odsáván a vzduchotechnickým potrubím veden od spotřebičů do venkovního prostředí, kam je bez využití tepla ve vzduchu volně vypouštěn.

Stávající odsávací ventilátory navrhuji nahradit vzduchotechnickou jednotkou s rekuperačním výměníkem tepla z odsávaného vzduchu a topným členem pro dohřívání předehřátého vzduchu na požadovanou teplotu 22 °C. Na vzduchotechnické potrubí vedoucí teplý znečištěný vzduch z kuchyně instalovat před vzduchotechnickou jednotku odkalovače nečistot, zejména tuků.

Ve výměníku obsaženém ve vzduchotechnické jednotce tak bude teplo z odsávaného vzduchu předáváno (rekuperováno) do přívodního čerstvého vzduchu. Účinnost rekuperace tepla ze vzduchu z kuchyně je průběžně ovlivňována různými faktory, jako např. rozdílem teplot mezi odsávaným teplým a nasávaným studeným vzduchem (teplota obou se nezávisle na sobě průběžně mění), vlhkostí nasávaného studeného vzduchu a množstvím par v teplém odsávaném vzduchu atd., avšak z zkušeností z jiných provozů lze účinnost rekuperace uvažovat v tomto případě $\geq 70\%$.

Předehřátý vzduch bude následně elektrickým topným členem řízeným M+R technikou s čidlem teploty vzduchu přiváděného do kuchyně dohříván na regulovanou teplotu 22 °C, ohřátý čerstvý vzduch bude poté novým vzduchotechnickým rozvodným potrubím přiváděn k podlaze kuchyně.

Pro zabezpečení minimální intenzity výměny vzduchu v kuchyni 1,5 1/h je třeba do kuchyně a z kuchyně přivést / odvést 308 m³ vzduchu za hodinu, podle této hodnoty průtoku vzduchu dimenzovat instalovanou vzduchotechnickou jednotku.

Výpočet úspor rekuperací vychází ze známé střední teploty venkovního (nasávaného) vzduchu po dobu vytápění pro město Ústí nad Orlicí + 3,09 °C, a teploty vzduchu v kuchyni $\theta_i = 22$ °C, množství protékajícího vzduchu celkem 308 m³/hod. a předpokládané účinnost rekuperace ≥ 70 % (skutečně dosahované úspory tepla lze však očekávat vyšší, neboť podle empiricky zjištěných hodnot teplot odsávaného vzduchu na obdobných zařízeních je průměrná hodnota odsávaného vzduchu minimálně 24 °C). Pro výpočet je uvažován suchý vzduch, protože hodnoty množství par v odsávaném vzduchu se neustále mění a objektivní hodnota není bez dlouhodobého měření zjistitelná.

Rekuperace na výměníku vzduch/vzduch (rekuperační výkon) :

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

$$E_{\text{rekuper}} = 308/3600 * 1200 * (22 - (-15)) * 0,70 = \mathbf{2.659 \text{ W}}$$

Teplota nasávaného vzduchu za rekuperačním výměníkem θ_{Rek} :

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = -15 + 0,70 * (22 - (-15)) = \mathbf{10,90 \text{ °C}}$$

Tepelný výkon elektrických topných těles pro ohřevu vzduchu na 22 °C.

$$E_{\text{vým.}} = V_{\text{proték.vz}} * \rho_{\text{v.vz.}} * c_{\text{v.vz.}} * (\theta_{\text{výst.}} - \theta_{\text{Rek}}) / \eta_{\text{vým.}} =$$

$$E_{\text{vým.}} = 308/3600 * 1200 * (22 - 10,90) = \mathbf{1 \text{ 140 W}}$$

V tabulkách na následujících stranách je provedeno porovnání hodnot součinitelů tepla stávajících konstrukcí na systémové hranici budovy a konstrukcí upravených dle návrhu varianty č. 1) energeticky úsporného opatření včetně porovnání s požadavky ČSN 73 0540 (Změna 1: 2005) – požadované hodnoty U_N :

Internát	Stávající stav		Vyhovuje Nevyhovuje	Internát	Stav po real. v1		Vyhovuje Nevyhovuje
	U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)			U (W/m ² .K)	U _N (W/m ² .K)	
Konstrukce				Konstrukce			
ZD PC650iz	0.48	0,38	N	ZD PC650iz	0.48	0,38	N
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	N	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Zd.PC650vni	1.01	2,70	V	Zd.PC650vni	1.01	2,70	V
Okno s 1 sklem	4.50	3,50	N	Okno s 1 sklem	4.50	3,50	N
Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V	Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V
Dveře vnitřní d	2.00	3,50	V	Dveře vnitřní d	2.00	3,50	V
Strop vni	1.08	2,20	V	Strop vni	1.08	2,20	V
Zd. PC300vni	1.56	2,70	V	Zd. PC300vni	1.56	2,70	V
Zd.vni CD300	1.16	2,70	V	Zd.vni CD300	1.16	2,70	V
Dveře domovní d	2.60	1,70	N	Dveře domovní d	2.60	1,70	V
Dveře vnitřní d	3.00	3,50	V	Dveře vnitřní d	3.00	3,50	V
Str.3.NP intr.A	0.32	0,30	N	Str.3.NP intr.A	0.25	0,30	V
Str.3.NP intr.B	0.34	0,30	N	Str.3.NP intr.B	0.26	0,30	V
Strop vni kob.	1.08	2,20	V	Strop vni kob.	1.08	2,20	V
Strop vni KD	1.15	2,20	V	Strop vni KD	1.15	2,20	V
Strop vni kob	1.08	2,20	V	Strop vni kob	1.08	2,20	V
Strop vni KD	1.15	2,20	V	Strop vni KD	1.15	2,20	V
Strop vni PVC	1.12	2,20	V	Strop vni PVC	1.12	2,20	V

Šatny	Stávající stav		Vyhovuje	Šatny	Stav po real. v1		Vyhovuje
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
Okno s jedním s	5.70	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Dv.dom.kov.2sk.	5.50	1,70	N	Dveře plastové	1.60	1,70	V
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Panel obv.s k.o	0.86	0,38	N	Panel obv.s om.	0.54	0,38	N
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.s iz.	0.54	0,38	N
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Str.pan.	0.23	0,30	V	Str.pan.	0.23	0,30	V
Zd. PC650vni	1.01	2,70	V	Zd. PC650vni	1.01	2,70	V
Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N	Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	V
Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N	Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	V
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V
Okno s jedním s	5.70	3,50	N	Okno s jedním s	5.70	3,50	N
Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V	Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V

Škola	Stávající stav		Vyhovuje	Škola	Stav po real. v1		Vyhovuje
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
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.s om.	0.54	0,38	N
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Okno dř.zdvoj 2	1.40	1,70	V
Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	N	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Podl.vni lino	0.59	0,60	N	Podl.vni lino	0.59	0,60	V
Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V	Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V
Ok.kov.1sk	6.50	3,50	V	Ok.kov.1sk	6.50	3,50	N
Dv.kov.1sk	6.50	3,50	N	Dv.kov.1sk	6.50	3,50	N
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0,80	2,70	V
Přístavba	Stávající stav		Vyhovuje	Přístavba	Stav po real. v1		Vyhovuje
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
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.s om.	0.54	0,38	N
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Dveře domovní k	6.50	1,70	N	Dveře plastové	1.60	1,70	V
Okno s jedním s	5.70	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD	0.60	0,60	V	Podl.vniKD	0.60	0,60	V
Podl.vniKD	0.60	0,60	V	Podl.vniKD	0.60	0,60	V
Podl.vni lino	0.59	0,60	V	Podl.vni lino	0.59	0,60	V
Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V	Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V
Str.pan.iz	0.23	0,30	V	Str.pan.iz	0.23	0,30	V
Panel obv.s om.	0,80	2,70	V	Panel obv.s om.	0,80	2,70	V

Z tabulek na předchozích stranách je patrné, že u méně finančně náročné varianty č. 1) navrženého energeticky úsporného opatření část konstrukcí venkovního pláště budov nesplňuje požadavky ČSN 73 0540 (2005) na jednotlivé stavební konstrukce.

Přesto, jak vyplývá z následujících vyhodnocení, všechny budovy předmětu energetického auditu splňují po realizaci této méně nákladné varianty požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb. i ČSN 73 0540 (změna 2005) .

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:

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

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Stará budova - internát	22,9	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	22,4	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	25,9	32,1	Požadavek splněn
Budova 2 - přístavba	25,9	30,6	Požadavek splněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

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

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Stará budova - internát	0,51	0,69	74
Šatny a vstup	0,41	0,49	84
Budova 1 - škola	0,56	0,64	88
Budova 2 - přístavba	0,64	0,69	93
Údržba	1,01	0,45	224

Potřeby tepla na vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy po realizaci navržené varianty č.1) energeticky úsporného opatření 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 °C, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den)

Stará budova - internát	122 085 kWh/a	~	439 GJ
Šatny a vstup	8 506 kWh/a	~	31 GJ
Budova 1 - škola	73 087 kWh/a	~	263 GJ
Budova 2 - přístavba	150 905 kWh/a	~	543 GJ
Údržba	24 821 kWh/a	~	89 GJ

Potřeba tepla na vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy po realizaci varianty č. 1) navrženého energeticky úsporného opatření za tzv. referenční rok (rok s místně průměrnými vnitřními a vnějšími klimatickými podmínkami a s místně obvyklým provozním režimem):

V první tabulce v Příloze EA č. 1 je vypočtena potřeba tepla na vytápění jednotlivých budov za místně průměrných podmínek – tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počtu dní vytápění 201 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů:

Stará budova - internát	53 889 kWh/a	~	194 GJ
Šatny a vstup	3 333 kWh/a	~	12 GJ
Budova 1 - škola	36 944 kWh/a	~	133 GJ
Budova 2 - přístavba	82 778 kWh/a	~	298 GJ
Údržba	5 278 kWh/a	~	19 GJ

<u>Model energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí</u>						
<u>Stav po realizaci bEÚO a energeticky úsporných optření - varianta č.1)</u>						
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu v topném období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov a obvyklou dobu vytápění 201 dnů)						
MODEL	Zvláštní škola a Pomocná škola Ústí nad Orlicí					
ENERGETICKÉ POTŘEBY	Stará bud. internát	Šatny a a vstup	Budova 1 (škola)	Budova 2 (přístavba)	Údržba	celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	180,22	11,40	123,95	277,72	17,39	610,68
Elektřina na ohřev TV - akumulační ohř.	94,04	0,00	34,32	96,34	0,07	224,77
Elektřina - vaření pokrmů	87,85	0,00	0,00	0,00	0,00	87,85
Elektřina - ostatní	46,12	3,75	32,65	74,48	3,85	160,86
Ztráty elektřiny při výrobě tepla	3,68	0,17	1,89	4,23	0,26	10,23
Ztráty elektřiny při ohřevu TV	2,91	0,00	1,06	2,98	0,00	6,95
Energie celkem	414,82	15,32	193,88	455,75	21,58	1101,34

Upravená energetická bilance – stav po realizaci beznákladových EÚO a nákladových energeticky úsporných opatření – dle varianty č. 1) EÚO:

Ř	Ukazatel	Stav po real. bEÚO		Stav po real. EÚO v.1)	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ/a,ref.	Kč/a,ref.	GJ/a,ref.	Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	1330,38	553 939	1101,34	479 386
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1330,38	553 939	1101,34	479 386
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1330,38	553 939	1101,34	479 386
	z toho: elektřina	1330,38	553 939	1101,34	479 386
	jiný druh energie	0,00	0	0,00	0
6	Ztráty energie při výrobě tepla a TV	20,92	7 663	17,18	6 439
	z toho: ztráty energie při výrobě tepla	13,97	5 117	10,23	3 835
	ztráty energie při ohřevu TV	6,95	2 546	6,95	2 605
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	1060,75	388 492	835,45	313 057
	z toho: spotřeba tepla na vytápění a větrání budov	835,98	306 172	610,68	228 832
	spotřeba elektřiny na ohřev teplé vody	224,77	82 321	224,77	84 225
9	Spotř. energie ostatní	248,71	157 783	248,71	159 889
	z toho: spotř. energie na technologické procesy	87,85	55 733	87,85	56 478
	spotřeba energie ostatní	160,86	102 050	160,86	103 412

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

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace30.000 Kč
 Vybíjecí regulace včetně montáže328.000 Kč
 Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová2,312.000 Kč
 Výměna stávajících dveří na systémové hranici budov za plastové158.0000 Kč
 Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nov52.000 Kč
 Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu181.000 Kč
 Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:
 - tepelně izolační omítka – 2 x 20 mm458.000 Kč
Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně80.0000 Kč

Celkové výdaje na realizaci EÚO – varianta č. 1):..... 3,599.000 Kč

Varianta č. 2)

Varianta č. 2 navrženého energeticky – úsporného opatření je charakterizována větším rozsahem navržených opatření na stavebních konstrukcích venkovních plášťů budov, vyšším stupněm dosažitelných energetických úspor, ale také větší finanční náročností.

Doplnění regulační techniky - nabíjecí regulační automatika a vybíjecí regulační technika

Nabíjecí regulační technika

Za stávajícího stavu regulace nabíjení akumulčních kamen je realizována u jednotlivých kamen vnitřními nabíjecími termostaty, centrální regulace nabíjení je realizována manuálně, školníkem, který dle teploty venkovního vzduchu a předpovědi upravuje dobu nabíjení kamen sepnutím jističů v rozvaděčích.

Dle stávajícího konstrukčního uspořádání navrhuji do jednotlivých rozvaděčů s nabíjecími obvody pro akumulční kamna instalovat nabíjecí regulační automatiky s teplotním čidlem monitorujícím teplotu venkovního vzduchu, regulující délku doby nabíjení v závislosti na venkovní teplotě. Při zpracování projektové dokumentace a montáži nabíjecí regulační automatiky upřednostnit regulátory, na kterých nebude pro obsluhu složité provádět operativní změny nastavení včetně např. volby ekvitemních křivek závislosti doby nabíjení na venkovní teplotě (např. zvýšení ekvitemní křivky při větrném počasí, zvýšení či snížení ekvitemní křivky při očekávané prudké změně počasí atd.).

Vybíjecí regulační technika

Stávající jednoduché prostorové termostaty ve vytápěných místnostech navrhuji nahradit prostorovými termostaty s týdenním programovacím cyklem, které umožní naprogramovat dobu vybíjení akumulčních kamen, tedy vytápění místnosti na požadovanou teplotu, pouze po dobu nezbytně nutnou. Jelikož se po sestavení

školního rozvrhu využití jednotlivých učeben a dalších místností školy (včetně kuchyně, jídelny a dalších prostorů) zpravidla do konce pololetí nemění, pro optimalizaci doby vytápění tak prakticky postačí 1 x za pololetí přeprogramovat prostorové termostaty.

Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (na systémové hranici budov).

Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (konstrukce na systémové hranici budov) jsou v druhé variantě energeticky úsporného opatření charakterizována vyšším stupněm zateplení tak, že po realizaci navržených úprav většina těchto konstrukcí splňuje doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N ($W/m^2 \cdot K$) ve smyslu ČSN 73 0450 – Z -1 (2005) a obvodový plášť každé z budov splňoval normovanou požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla U_{em} dle ČSN 73 0540 – 2 - Z1 (2005) a současně požadavky Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb.

U stávajících průsvitných konstrukcí venkovních plášťů budov (otvorových výplních) navrhuji všechna dosud nevyměněná dřevěná okna nebo okna s kovovými rámy nahradit okny plastovými s izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,40 W/m^2 \cdot K$, celková plocha oken k výměně u budovy internátu činí: $140,1 m^2$, u budovy šaten $26,56 m^2$, u budovy školy $129,9 m^2$ a u budovy přístavby $280,8 m^2$.

Stávající domovní dřevěné dveře na systémové hranici budov vyměnit za nové plastové s 2/3 zasklením izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,60 W/m^2 \cdot K$, celková plocha domovních dveří k výměně u budovy internátu činí $5,8 m^2$, u šaten $8,93 m^2$ a u budovy přístavby $9,1 m^2$.

Stávající vnitřní dveře u jídelny v 1.NP budovy internátu, u nichž $\Delta\theta_i$ mezi jednotlivými vytápěnými prostory $\geq 5 ^\circ C$, navrhuji vyměnit za nové plastové s 2/3 zasklením izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,60 W/m^2 \cdot K$, celková plocha vnitřních dveří k výměně činí $8,67 m^2$.

Stávající svislé neprůsvitné konstrukce na systémové hranici budov opatřit u budov internátu, šaten, školy (budova 1) a přístavby z vnější strany tepelně

izolačním systémem obsahující extrudovaný polystyren ($\lambda \leq 0,034 \text{ W / m} \cdot \text{K}$) s tloušťkou izolační vrstvy $\geq 100 \text{ mm}$ a, celková plocha zateplení stěn zateplovacím systémem činí u internátu $791,7 \text{ m}^2$, u budovy šaten činí $40,4 \text{ m}^2$, u budovy školy $306,6 \text{ m}^2$ a u budovy přístavby $796,7 \text{ m}^2$.

Stávající vodorovné neprůsvitné konstrukce na nad nejvyšším podlažím budovy internátu dodatečně zaizolovat, na podlahu půdy (strop nad 3. NP) o ploše $554,7 \text{ m}^2$ položit desky z minerální plsti o tl. $\geq 100 \text{ mm}$, $\lambda \leq 0,045 \text{ W / m} \cdot \text{K}$., na stávající strop budovy šaten a strop nejvyššího podpaží sociálního zařízení mezi první budovou školy a přístavbou nanést z vnitřní strany 2 vrstvy tepelně-izolační omítky tl. $\geq (2 \cdot 20) \text{ mm}$, $\lambda \leq 0,06 \text{ W / m} \cdot \text{K}$, celková plocha omítek u stopu šaten 115 m^2 , u stropu nad nejvyšším podlažím sociálního zařízení (mezi 1. budovou školy a přístavbou) 68 m^2 .

Rekuperace tepla vzduchu s párami odsávaného z kuchyně

Od tepelných spotřebičů v kuchyni je teplý vzduch s párami od vaření obsahující nečistoty (zejména tuky) ventilátory odsáván a vzduchotechnickým potrubím veden od spotřebičů do venkovního prostředí, kam je bez využití tepla ve vzduchu volně vypouštěn.

Stávající odsávací ventilátory navrhuji nahradit vzduchotechnickou jednotkou s rekuperačním výměníkem tepla z odsávaného vzduchu a topným členem pro dohřívání předehřátého vzduchu na požadovanou teplotu $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Na vzduchotechnické potrubí vedoucí teplý znečištěný vzduch z kuchyně instalovat před vzduchotechnickou jednotku odkalovače nečistot, zejména tuků.

Ve výměníku obsaženém ve vzduchotechnické jednotce tak bude teplo z odsávaného vzduchu předáváno (rekuperováno) do přívodního čerstvého vzduchu. Účinnost rekuperace tepla ze vzduchu z kuchyně je průběžně ovlivňována různými faktory, jako např. rozdílem teplot mezi odsávaným teplým a nasávaným studeným vzduchem (teplota obou se nezávisle na sobě průběžně mění), vlhkostí nasávaného studeného vzduchu a množstvím par v teplém odsávaném vzduchu atd., avšak z zkušeností z jiných provozů lze účinnost rekuperace uvažovat v tomto případě $\geq 70\%$.

Předeřhřátý vzduch bude následně elektrickým topným členem řízeným M+R technikou s čidlem teploty vzduchu přiváděného do kuchyně dohříván na regulovanou teplotu 22 °C, ohřátý čerstvý vzduch bude poté novým vzduchotechnickým rozvodným potrubím přiváděn k podlaze kuchyně.

Pro zabezpečení minimální intenzity výměny vzduchu v kuchyni 1,5 1/h je třeba do kuchyně a z kuchyně přivést / odvést 308 m³ vzduchu za hodinu, podle této hodnoty průtoku vzduchu dimenzovat instalovanou vzduchotechnickou jednotku.

Výpočet úspor rekuperací vychází ze známé střední teploty venkovního (nasávaného) vzduchu po dobu vytápění pro město Ústí nad Orlicí + 3,09 °C, a teploty vzduchu v kuchyni $\theta_i = 22$ °C, množství protékajícího vzduchu celkem 308 m³/hod. a předpokládané účinnost rekuperace ≥ 70 % (skutečně dosahované úspory tepla lze však očekávat vyšší, neboť podle empiricky zjištěných hodnot teplot odsávaného vzduchu na obdobných zařízeních je průměrná hodnota odsávaného vzduchu minimálně 24 °C). Pro výpočet je uvažován suchý vzduch, protože hodnoty množství par v odsávaném vzduchu se neustále mění a objektivní hodnota není bez dlouhodobého měření zjistitelná.

Rekuperace na výměníku vzduch/vzduch (rekuperační výkon) :

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

$$E_{\text{rekuper}} = 308/3600 * 1200 * (22 - (-15)) * 0,70 = \mathbf{2.659 \text{ W}}$$

Teplota nasávaného vzduchu za rekuperačním výměníkem θ_{Rek} :

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = -15 + 0,70 * (22 - (-15)) = \mathbf{10,90 \text{ °C}}$$

Tepelný výkon elektrických topných těles pro ohřevu vzduchu na 22 °C.

$$E_{\text{vým.}} = V_{\text{proték.vz}} * \rho_{\text{v.vz.}} * c_{\text{v.vz.}} * (\theta_{\text{výst.}} - \theta_{\text{Rek}}) / \eta_{\text{vým.}} =$$

$$E_{\text{vým.}} = 308/3600 * 1200 * (22 - 10,90) = \mathbf{1 \ 140 \text{ W}}$$

V tabulkách na následujících stranách je provedeno porovnání hodnot součinitelů tepla stávajících konstrukcí na systémové hranici budovy a konstrukcí upravených dle návrhu varianty č. 1) energeticky úsporného opatření včetně porovnání s požadavky ČSN 73 0540 (Změna 1: 2005) – požadované hodnoty U_N :

Internát	Stávající stav		Vyhovuje	Internát	Stav po real. v.2		Vyhovuje
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
ZD PC650iz	0.48	0,38	N	ZD PC650 2xiz	0.20	0,38	V
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	N	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Zd.PC650vni	1.01	2,70	V	Zd.PC650vni	1.01	2,70	V
Okno s 1 sklem	4.50	3,50	N	Okno s 1 sklem	4.50	3,50	N
Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V	Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V
Dveře vnitřní d	2.00	3,50	V	Dveře vnitřní d	2.00	3,50	V
Strop vni	1.08	2,20	V	Strop vni	1.08	2,20	V
Zd. PC300vni	1.56	2,70	V	Zd. PC300vni	1.56	2,70	V
Zd.vni CD300	1.16	2,70	V	Zd.vni CD300	1.16	2,70	V
Dveře domovní d	2.60	1,70	N	Dveře dom. plast.	1,6	1,70	V
Dveře vnitřní d	3.00	3,50	V	Dveře vnitřní d	3.00	3,50	V
Str.3.NP intr.A	0.32	0,30	N	Str.3.NP intr.A	0.19	0,30	V
Str.3.NP intr.B	0.34	0,30	N	Str.3.NP intr.B	0.20	0,30	V
Strop vni kob.	1.08	2,20	V	Strop vni kob.	1.08	2,20	V
Strop vni KD	1.15	2,20	V	Strop vni KD	1.15	2,20	V
Strop vni kob	1.08	2,20	V	Strop vni kob	1.08	2,20	V
Strop vni KD	1.15	2,20	V	Strop vni KD	1.15	2,20	V
Strop vni PVC	1.12	2,20	V	Strop vni PVC	1.12	2,20	V

Šatny	Stávající stav		Vyhovuje	Šatny	Stav po real. v.2		Vyhovuje
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
Okno s jedním s	5.70	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Dv.dom.kov.2sk.	5.50	1,70	N	Dveře plastové	1.60	1,70	V
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Panel obv.s k.o	0.86	0,38	N	Panel obv.iz.e.p.	0.24	0,38	V
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.iz.e.p.	0.24	0,38	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Str.pan.	0.23	0,30	V	Str.pan.iz+i.om	0.20	0,30	V
Zd. PC650vni	1.01	2,70	V	Zd. PC650vni	1.01	2,70	V
Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N	Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N
Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N	Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V
Okno s jedním s	5.70	3,50	N	Okno s jedním s	5.70	3,50	N
Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V	Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V

Škola	Stávající stav		Vyhovuje	Škola	Stav po real. v.2		Vyhovuje
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
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.iz.e.p.	0.24	0,38	V
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	N	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Podl.vni lino	0.59	0,60	N	Podl.vni lino/A	0.59	0,60	V
Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V	Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V
Ok.kov.1sk	6.50	3,50	V	Ok.kov.1sk	6.50	3,50	N
Dv.kov.1sk	6.50	3,50	N	Dv.kov.1sk	6.50	3,50	N
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0,80	2,70	V
Přístavba	Stávající stav		Vyhovuje	Přístavba	Stav po real. v.2		Vyhovuje
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
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.iz e.p.	0.24	0,38	V
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Dveře domovní k	6.50	1,70	N	Dveře plastové	1.60	1,70	V
Okno s jedním s	5.70	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD	0.60	0,60	V	Podl.vniKD	0.60	0,60	V
Podl.vniKD	0.60	0,60	V	Podl.vniKD	0.60	0,60	V
Podl.vni lino	0.59	0,60	V	Podl.vni lino	0.59	0,60	V
Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V	Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V
Str.pan.iz	0.23	0,30	V	Str.pan.iz+i.om	0.20	0,30	V
Panel obv.s om.	0,80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V

Z tabulek na předchozích stranách je patrné, že u více finančně náročné varianty č. 2) navrženého energeticky úsporného opatření konstrukce venkovních plášťů budov splňují požadavky ČSN 73 0540 (2005) na jednotlivé stavební konstrukce, u vnitřních konstrukcí na hranici sousedících budov nesplňují tyto požadavky pouze u budovy internátu výdejní okna pokrmů (kuchyň / jídelna), která jsou však za provozu jídelny otevřena a jednoduše zasklené dveře s kovovými rámy a naddveřní prosklené stěny tvořené okny s kovovými rámy, u nichž však $\Delta\theta \sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (oddělují jednotlivé části hlavní chodby vytápěné na $15\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Jak vyplývá z následujících vyhodnocení, všechny budovy předmětu energetického auditu splňují po realizaci této více finančně náročné varianty požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb. i ČSN 73 0540 (změna 2005) .

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:

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

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Stará budova - internát	18,6	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	18,9	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	20,7	32,1	Požadavek splněn
Budova 2 - přístavba	19,9	30,6	Požadavek splněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

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

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Stará budova - internát	0,39	0,69	56
Šatny a vstup	0,34	0,49	70
Budova 1 - škola	0,42	0,64	66
Budova 2 - přístavba	0,47	0,69	68
Údržba	1,01	0,45	224

Potřeby tepla na vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy po realizaci navržené varianty č.2) energeticky úsporného opatření 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 °C, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den)

Stará budova - internát	99 168 kWh/a	~	357 GJ
Šatny a vstup	7 160 kWh/a	~	26 GJ
Budova 1 - škola	58 310 kWh/a	~	210 GJ
Budova 2 - přístavba	116 125 kWh/a	~	418 GJ
Údržba	24 821 kWh/a	~	89 GJ

Potřeba tepla na vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy po realizaci varianty č. 2) navrženého energeticky úsporného opatření za tzv. referenční rok (rok s místně průměrnými vnitřními a vnějšími klimatickými podmínkami a s místně obvyklým provozním režimem):

V druhé tabulce v Příloze EA č. 1 je vypočtena potřeba tepla na vytápění jednotlivých budov za místně průměrných podmínek – tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počtu dní vytápění 201 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů:

Stará budova - internát	48 333 kWh/a	~	174 GJ
Šatny a vstup	3 056 kWh/a	~	11 GJ
Budova 1 - škola	34 444 kWh/a	~	124 GJ
Budova 2 - přístavba	76 667 kWh/a	~	276 GJ
Údržba	5 278 kWh/a	~	19 GJ

<u>Model energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí</u>						
<u>Stav po realizaci bEÚO a energeticky úsporných optření - varianta č.2)</u>						
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu v topném období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov a obvyklou dobu vytápění 201 dnů)						
MODEL	Zvláštní škola a Pomocná škola Ústí nad Orlicí					
ENERGETICKÉ POTŘEBY	Stará bud. internát	Šatny a a vstup	Budova 1 (škola)	Budova 2 (přístavba)	Údržba	celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	162,31	10,47	115,30	257,29	17,39	562,76
Elektřina na ohřev TV - akumulační ohř.	94,04	0,00	34,32	96,34	0,07	224,77
Elektřina - vaření pokrmů	87,85	0,00	0,00	0,00	0,00	87,85
Elektřina - ostatní	46,12	3,75	32,65	74,48	3,85	160,86
Ztráty elektřiny při výrobě tepla	3,31	0,16	1,76	3,92	0,26	9,41
Ztráty elektřiny při ohřevu TV	2,91	0,00	1,06	2,98	0,00	6,95
Energie celkem	396,54	14,38	185,08	435,01	21,58	1052,60

Upravená energetická bilance – stav po realizaci beznákladových EÚO a nákladových energeticky úsporných opatření – dle varianty č. 2) EÚO:

Ř	Ukazatel	Stav po real. bEÚO		Stav po real. EÚO v.2)	
		Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.	Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	1330,38	553 939	1052,60	463 521
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1330,38	553 939	1052,60	463 521
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1330,38	553 939	1052,60	463 521
	z toho: elektřina	1330,38	553 939	1052,60	463 521
	jiný druh energie	0,00	0	0,00	0
6	Ztráty energie při výrobě tepla a TV	20,92	7 663	16,36	6 169
	z toho: ztráty energie při výrobě tepla	13,97	5 117	9,41	3 548
	ztráty energie při ohřevu TV	6,95	2 546	6,95	2 621
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	1060,75	388 492	787,53	296 896
	z toho: spotřeba tepla na vytápění a větrání budov	835,98	306 172	562,76	212 159
	spotřeba elektřiny na ohřev teplé vody	224,77	82 321	224,77	84 737
9	Spotř. energie ostatní	248,71	157 783	248,71	160 456
	z toho: spotř. energie na technologické procesy	87,85	55 733	87,85	56 678
	spotřeba energie ostatní	160,86	102 050	160,86	103 778

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

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace30.000 Kč
 Vybíjecí regulace včetně montáže328.000 Kč
 Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová2,312.000 Kč
 Výměna stávajících dveří na systémové hranici budov za plastové158.0000 Kč
 Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nov.....52.000 Kč
 Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu (min. plst')181.000 Kč
 Zateplení stropů šaten a 2.NP sociál zařízení (tep.izol.omítka vnitřní)46.000 Kč
 Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:
 - zateplovací systém s polystyrenem 100 mm1,935.000 Kč
Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně80.0000 Kč

Celkové výdaje na realizaci EÚO – varianta č. 2):..... 5,122.000 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 (redukovány) na výdaje zabezpečující energetické úspory bez výdajů na zanedbanou údržbu.

Varianta č. 1)

a) výdaje zahrnuté ve výši 100 %

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace	30.000 Kč
Vybíjecí regulace včetně montáže	328.000 Kč
Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nové	52.000 Kč
Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu	181.000 Kč
Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:	
- tepelně izolační omítka – 2 x 20 mm	458.000 Kč
Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně	80.000 Kč

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

b) výdaje zahrnuté ve výši 50 %

Výměna dřev. dveří na systémové hranici budov za plastové158.000 Kč

Opatření, které řeší z části zanedbanou údržbu, jsou navrženy nové konstrukce s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

c) výdaje zahrnuté ve výši 20 %

Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová2,312.000 Kč

Opatření, které řeší především zanedbanou údržbu (okna jsou prakticky dožitá, křivá a netěsná), jsou navrženy nové konstrukce s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

Redukované výdaje na realizaci navrženého EÚO dle varianty č. 1)

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace30.000 Kč

Vybíjecí regulace včetně montáže328.000 Kč

Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nové52.000 Kč

Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu181.000 Kč

Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:

- tepelně izolační omítka – 2 x 20 mm458.000 Kč

Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně80.0000 Kč

Výměna dřev. dveří na systémové hranici budov za plastové79.000 Kč

Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová462.000 Kč

Redukované výdaje na real. EÚO dle varianty č. 1) celkem..... 1,670.000 Kč

Varianta č. 2)**a) výdaje zahrnuté ve výši 100 %**

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace	30.000 Kč
Vybíjecí regulace včetně montáže	328.000 Kč
Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová	2,312.000 Kč
Výměna stávajících dveří na systémové hranici budov za plastové	158.0000 Kč
Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nov.....	52.000 Kč
Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu (min. plst')	181.000 Kč
Zateplení stropů šaten a 2.NP sociál zařízení (tep.izol.omítka vnitřní)	46.000 Kč
Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:	
- zateplovací systém s polystyrenem 100 mm	1,935.000 Kč
<u>Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně</u>	<u>80.0000 Kč</u>

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

b) výdaje zahrnuté ve výši 50 %

Výměna stávajících dveří na systémové hranici budov za plastové	158.0000 Kč
---	-------------

Opatření, které řeší z části zanedbanou údržbu, jsou navrženy nové konstrukce s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

c) výdaje zahrnuté ve výši 20 %

Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová	2,312.000 Kč
--	--------------

Opatření, které řeší především zanedbanou údržbu (okna jsou prakticky dožitá, křivá a netěsná), jsou navrženy nové konstrukce s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

Redukované výdaje na realizaci navrženého EÚO dle varianty č. 2)

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace	30.000 Kč
Vybíjecí regulace včetně montáže	328.000 Kč
Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nov.....	52.000 Kč
Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu (min. plstř)	181.000 Kč
Zateplení stropů šaten a 2.NP sociál zařízení (tep.izol.omítka vnitřní)	46.000 Kč
Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:	
- zateplovací systém s polystyrenem 100 mm	1,935.000 Kč
Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně	80.0000 Kč
Výměna stávajících dveří na systémové hranici budov za plastové	79.0000 Kč
<u>Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová</u>	<u>462.000 Kč</u>

Redukované výdaje na real. EÚO dle varianty č. 2) celkem..... 3,193.000 Kč

5.1 Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků

T_{PN} (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 opatření
 CF_t cash - flow projektu v roce t
 CHV čistý hospodářský výsledek za rok
 DO daňové odpisy související s realizací navrženého opatření
 V výnosy opatření za rok
 N nově vzniklé provozní náklady související s opatřením za rok
 DS daňová sazba daně z příjmů právnických osob

5.1.1 T_{PN} - energeticky úsporné opatření - varianta č. 1)

Uvažované fyzické životnosti :

- měřicí a regulační technika, vzduchotechnika 12 let
- opatření na venkovním plášti budov (okna, dveře, izolace, zateplení) > 45 let

Redukované výdaje na realizaci EÚO - var. č. 1) celkem: 1,670.000 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 varianty č. 1) navrženého energeticky úsporného opatření:

CF v jedn. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	V Kč	N Kč	Dod. IN Kč
IN	-1 670 000	-1 670 000			
CF ₁	-1 591 569	78 431	81 431	3 000	
CF ₂	-1 513 138	78 431	81 431	3 000	
CF ₃	-1 434 707	78 431	81 431	3 000	
CF ₄	-1 356 276	78 431	81 431	3 000	
CF ₅	-1 277 845	78 431	81 431	3 000	
CF ₆	-1 199 414	78 431	81 431	3 000	
CF ₇	-1 120 983	78 431	81 431	3 000	
CF ₈	-1 042 552	78 431	81 431	3 000	
CF ₉	-964 121	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₀	-885 690	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₁	-807 259	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₂	-728 828	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₃	-1 008 397	-279 569	81 431	3 000	358 000
CF ₁₄	-929 966	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₅	-851 535	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₆	-773 104	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₇	-694 673	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₈	-616 242	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₉	-537 811	78 431	81 431	3 000	
CF ₂₀	-459 380	78 431	81 431	3 000	

5.1.2 T_{PN} - energeticky úsporné opatření - varianta č. 2)

Uvažované fyzické životnosti :

- měřicí a regulační technika , vzduchotechnika 12 let
- opatření na venkovním plášti budov (okna, dveře, izolace) > 45 let

Redukované výdaje na realizaci EÚO - var. č. 2) celkem: 3,193.000 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.

CF v jedn. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	V Kč	N Kč	Dod. IN Kč
IN	-3 193 000	-3 193 000			
CF ₂	-3 004 408	94 296	97 296	3 000	
CF ₃	-2 910 112	94 296	97 296	3 000	
CF ₄	-2 815 816	94 296	97 296	3 000	
CF ₅	-2 721 520	94 296	97 296	3 000	
CF ₆	-2 627 224	94 296	97 296	3 000	
CF ₇	-2 532 928	94 296	97 296	3 000	
CF ₈	-2 438 632	94 296	97 296	3 000	
CF ₉	-2 344 336	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₀	-2 250 040	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₁	-2 155 744	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₂	-2 061 448	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₃	-2 325 152	-263 704	97 296	3 000	358 000
CF ₁₄	-2 230 856	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₅	-2 136 560	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₆	-2 042 264	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₇	-1 947 968	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₈	-1 853 672	94 296	97 296	3 000	
CF ₁₉	-1 759 376	94 296	97 296	3 000	
CF ₂₀	-1 665 080	94 296	97 296	3 000	

Prostá doba návratnosti u navrženého energeticky úsporného opatření dle varianty č. 1) = 13,35 let

5.2 Reálná doba návratnosti

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 jednotlivé varianty energeticky úsporných opatření je uvedena v následující tabulce:

Energeticky úsporné opatření	$\sum_{i=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN = 0 \quad \text{pro } :$	
	<i>počet roků</i>	
EUO varianta 1	nenávratné pro $i \leq 20$	NPV pro $i=20$: -746 925 Kč
EUO varianta 2	nenávratné pro $i \leq 20$	NPV pro $i=20$: -2 033 894 Kč

ení následující:

varianta 1) v období 20 let nenávratná

varianta 2) v období 20 let nenávratná

Obě varianty energetických úsporných opatření mají reálnou dobu návratnosti delší než 20 let.

5.3 Čistá současná hodnota navrženého opatření - NPV (Kč)

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

$$NPV = \sum_{i=1}^{T_{z20}} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN$$

Hodnoty NPV pro i-tý rok po realizaci opatření jsou uvedeny v následujících tabulkách, v nichž 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 opatření do roku $i = 20$ také provedeno vyhodnocení ztrátovosti či ziskovosti opatření v jednotlivých letech po realizaci opatření z hlediska NPV.

V následujících tabulkách provedeno vyhodnocení čisté současné hodnoty (NPV) navrženého energeticky úsporného opatření podle varianty č. 1) a varianty č. 2):

EÚO varianta 1)	i - tý rok po		NPV _{CF} pro i-tý	NPV _{EÚO}
	realizaci	CF _{ti}	rok po realizaci	Zisk (+) Kč
	opatření	(Kč)	opatření (Kč)	Ztráta (-) Kč
	1	78 431	76 147	-1 593 853
	2	78 431	150 075	-1 519 925
	3	78 431	221 851	-1 448 149
	4	78 431	291 536	-1 378 464
	5	78 431	359 191	-1 310 809
	6	78 431	424 876	-1 245 124
	7	78 431	488 647	-1 181 353
	8	78 431	550 561	-1 119 439
	9	78 431	610 672	-1 059 328
	10	78 431	669 032	-1 000 968
	11	78 431	725 693	-944 307
	12	78 431	780 702	-889 298
	13	-279 569	590 330	-1 079 670
	14	78 431	642 182	-1 027 818
	15	78 431	692 524	-977 476
	16	78 431	741 399	-928 601
	17	78 431	788 851	-881 149
	18	78 431	834 921	-835 079
	19	78 431	879 649	-790 351
	20	78 431	923 075	-746 925

EÚO varianta 2)	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	94 296	91 550	-3 101 450
	2	94 296	180 433	-3 012 567
	3	94 296	266 727	-2 926 273
	4	94 296	350 508	-2 842 492
	5	94 296	431 848	-2 761 152
	6	94 296	510 819	-2 682 181
	7	94 296	587 491	-2 605 509
	8	94 296	661 929	-2 531 071
	9	94 296	734 199	-2 458 801
	10	94 296	804 364	-2 388 636
	11	94 296	872 485	-2 320 515
	12	94 296	938 623	-2 254 377
	13	-263 704	759 053	-2 433 947
	14	94 296	821 394	-2 371 606
	15	94 296	881 919	-2 311 081
	16	94 296	940 681	-2 252 319
	17	94 296	997 732	-2 195 268
	18	94 296	1 053 121	-2 139 879
	19	94 296	1 106 896	-2 086 104
	20	94 296	1 159 106	-2 033 894

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

Čistá současná hodnota ($NPV_{i=20}$) efektů spojených s navrhovanými energeticky úspornými opatřeními je následující:

pro variantu 1) - 746.925,- Kč

pro variantu 2) - 2,033.894,- Kč

5.4 Vnitřní výnosové procento IRR (%):

Vnitřní výnosové procento jednotlivých variant navržených opatření 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 navržených EÚO v obou variantách 20 let byly vypočteny následující hodnoty vnitřního výnosového procenta (IRR) pro jednotlivé varianty:

EÚO - varianta 1)	- 3,05 %
- varianta 2)	- 6,36 %

5.5 Rekapitulace ekonomického vyhodnocení

1) Prostá doba návratnosti T_{Pn} :

EÚ opatření var. 1)	> 20 let
EÚ opatření var. 2)	>20 let

2) Reálná doba návratnosti :

(pro $T_z = 20$ let)

EÚ opatření var. 1) > 20 let

EÚ opatření var. 2) > 20 let

3) Čistá současná hodnota NPV:

pro NPV_{10 let}

EÚO - var. 1) - 1,000.968 Kč

EÚO - var. 2) - 2,388.636 Kč

pro NPV_{20 let}

EÚO - var. 1) - 746.925 Kč

EÚO - var. 2) - 2,033.894 Kč

4) Vnitřní výnosové procento IRR	EÚO - var. 1)	- 3,05 %
	EÚO - var. 2)	- 6,36 %
5) Reduk. výdaje na realizaci EÚO	EÚO - var. 1)	1,670.000 Kč
	EÚO - var. 2)	3,193.000 Kč

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

Energetické úspory vyplývající z realizace jednotlivých opatření se projeví ve snížené spotřebě elektřiny. Z globálního hlediska se tedy pozitivně odrazí na zlepšení kvality životního prostředí snížením emisí z uhelných elektráren, avšak z lokálního hlediska je nelze vyhodnotit.

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 hodnot obsažených v metodice Státního fondu životního prostředí ČR.

Vyhodnocení je provedeno na globální úrovni:

Vyhodnocení navrženého EÚO - varianta 1) z hlediska ochrany ŽP			
Znečišťující látka	Výchozí stav (kg / rok)	Stav po realizaci (kg / rok)	Rozdíl (kg/ rok)
Tuhé látky	35,005	28,536	6,469
SO ₂	661,153	538,970	122,183
No _x	561,613	457,825	103,788
CO	53,095	43,283	9,812
C _x H _y	41,692	33,987	7,705
CO ₂	439078,770	357935,760	81143,010

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	35,005	27,273	7,732
SO ₂	661,153	515,117	146,035
No _x	561,613	437,564	124,049
CO	53,095	41,367	11,728
C _x H _y	41,692	32,483	9,209
CO ₂	439078,770	342095,130	96983,640

7. Závazné výstupy energetického auditu

7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Nejvýznamnější část energetické spotřeby areálu Zvláštní školy a pomocné školy v Ústí nad Orlicí tvoří spotřeba elektřiny v NT pro vytápění budov akumulárními kamny a ohřev teplé užitkové vody v akumulárních zásobníkových ohřivačích.

Celkový stav areálu školy je z pohledu energetické spotřeby charakterizován zejména nedostatečným využitím měřicí a regulační techniky a nedostatečnými tepelně – izolačními vlastnostmi svislých průsvitných i neprůsvitných a vodorovných konstrukcí budov na systémové hranici.

Jako nabíjecí regulační technika fungují u akumulárních kamen vnitřní termostaty zabezpečující nabití kamen na představenou vnitřní teplotu. Centrální nabíjecí regulace není instalována žádná, doba nabíjení akumulárních kamen je řízena ručně, školníkem, který dle předpovědi počasí, zkušeností a odhadu, spíná na odhadnutou dobu nabíjecí obvody.

Funkci vybíjecí regulace zabezpečují prostorové termostaty řídící chod vybíjecích ventilátorů. Po dobu využití místností identifikují a jsou schopny zajistit i využití vnitřních i vnějších tepelných zisků, avšak celkový účinek regulační techniky je však negativně ovlivněn její nízkou technickou úrovní. Na instalovaných prostorových termostatech není možné provádět časové programování vytápění jednotlivých místností na předprogramovanou teplotu v daný čas, obvyklé denní,

resp. odpolední a večerní útlumy vytápění jsou plně závislé na lidském faktoru, tj. na tom, zda po konci vyučování požadovanou teplotu v místnosti na termostatu vyučující nebo jiná osoba příslušně sníží a útlum vytápění je tak skutečně realizován. Stávající termostaty také nejsou ochráněny před neoprávněnou manipulací žáky, jako je např. neodůvodněné zvyšování teploty vnitřního vzduchu v místnosti apod.

Významnými nedostatky je charakterizována většina konstrukcí venkovních plášťů budov, budovy se šatnami a hlavním vstupem a zejména 1. budovy školy a 2. budovy přístavby včetně spojovacího krčku se sociálním zařízeními.

Jejich tepelně technické vlastnosti i měrné spotřeby tepla na vytápění a větrání jsou nevyhovující, což vyplývá z provedeného hodnocení energetické náročnosti budov dle vyhlášky MPO č 291/2001 Sb. a ČSN 73 0540 -2 – Z1 (2005) . Zjištěné hodnoty jsou uvedeny ve vyhodnocení energetické náročnosti budov v přílohách.

Rekapitulace vyhodnocení energetické náročnosti jednotlivých budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí:

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

Budova:	e_v (kWh/m ³ .a)	e_{vN} (kWh/m ³ .a)	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Stará budova - internát	26,4	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	39,0	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	33,7	32,1	Požadavek nesplněn
Budova 2 - přístavba	35,9	30,6	Požadavek nesplněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

Hodnocení budov dle ČSN 73 0540 -2 - Z1 (2005) :

Budova:	U_{em} (W/m ² .K)	$U_{em,N}$ (kWh/m ³ .a)	Klasifikace SEV
Stará budova - internát	0,60	0,69	87
Šatny a vstup	0,73	0,49	149
Budova 1 - škola	0,75	0,64	118
Budova 2 - přístavba	0,94	0,69	136
Údržba	1,01	0,45	224

Ohřev TV je prováděn decentralizovaně především v zásobníkových ohřívácích TV instalovaných po jednotlivých budovách, jejich množství je uvedeno v soupisu významných spotřebičů energie. . Teplota vody na výstupu z ohříváků je regulována instalovanými termostaty.

Vybavení kuchyně je realizováno elektrospotřebiči, při varném procesu je využíván konvektomat šetřící spotřebu energie na vaření pokrmů.

Větrání budov je přirozené, pouze kuchyň a její příslušenství a jídelna jsou větrány nuceně. Rekuperace tepla z odsávaného vzduchu je prováděna pouze v jídelně.

Provozovatel nemá vyjasněn záměr na další využití stávající staré budovy údržby, jejíž stav vyžaduje celkovou a zásadní rekonstrukci. Stávající stav nelze řešit realizací jednotlivých opatření na jednotlivých konstrukcích, dílčí úpravy jako např. výměna oken, zateplení zdiva atd. nemá za stávajícího stavu smysl. Z těchto důvodů nelze efektivně energeticky úsporná opatření navrhnout.

Při případné rekonstrukci budovy musí být rozsah stavebních prací a stavební úpravy řešeny tak, aby budova odpovídala požadavkům platné legislativy včetně norem.

V důsledku výše uvedených nedostatků je nutné konstatovat, že úroveň energetického hospodářství areálu budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí je neuspokojivá, v důsledku toho je neuspokojivá i výše energetické spotřeby na vytápění budov areálu a výdajů za spotřebovanou elektřinu.

Případné využití solární energie pro ohřev TV není vhodné, protože právě v měsících červenci a srpnu, tedy v měsících s nejvyšší intenzitou slunečního záření (a využitelnou solární energií), je areál školy mimo provoz a při současných cenách solárních kolektorů je tak jejich využití pro ohřev TV ekonomicky nevýhodné.

Protože vlastník budov disponuje pouze s limitovaným objemem finančních prostředků a pro provoz budov bude v blízké budoucnosti nezbytné realizovat finančně náročné výměny otvorových výplní, navrhuji upřednostnit realizaci vybraných energeticky úsporných opatření a až v případě nepředvídatelně výrazného zvýšení cen elektřiny (NT) případné využití obnovitelných zdrojů 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 „Doplnění regulační techniky, opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (na systémové hranici budov) a rekuperace tepla ze vzduchu s párami odsávaného z kuchyně“ lze dle varianty č.1) možno docílit úspor energie v celkovém množství 249,7 GJ/a_{ref.}, při realizaci varianty č. 2) úspor energie v celkovém množství 298,4 GJ/a_{ref.}.

Maximální dosažitelná výše úspor z navržených variant energeticky úsporného opatření činí 298,4 GJ/a_{ref.}, ekonomicky efektivní výše dosažitelných úspor činí 249,7 GJ/a_{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 pořízení a instalaci měřicí a regulační techniky a rekuperace tepla ze vzduchu odváděného z kuchyně, ale především na opatření k vylepšení tepelně-izolačních vlastností venkovních plášťů 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 energetického zařízení na dosažených úsporách energie**
- **Zpracování organizačního opatření k zabezpečení drobných energetických úspor**
- **Doplnění M + R techniky (nabíjecí regulační automatika a vybíjecí regulační technika)**
- **Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné (na systémové hranici budov).**
- **Rekuperace tepla ze vzduchu s párami odsávaného z kuchyně**

Finanční zainteresování obsluhy energetického zařízení na dosažených úsporách energie

Toto opatření je navrženo na základě poznatků celkové analýzy energetického hospodářství předmětu energetického auditu, v rámci které byly objektivizovány spotřeby tepla na vytápění a větrání přepočtem na srovnávací úroveň venkovního prostředí charakterizovanou 2.803 D° / referenční rok a bylo zjištěno, že rozdíl ve spotřebě elektřiny pro vytápění a větrání pro stejnou srovnávací úroveň je mezi rokem s nejvíce a nejméně hospodárným provozem vytápění neobvykle velký a činí 158,5 GJ, tzn. 15,9 % .

V oblasti úspor energie na vytápění je nutné považovat beznákladovou část energeticky úsporného projektu z části za opatření přechodovou, uplatňovanou pouze do realizace nákladové části energeticky úsporných opatření – doplnění M+R techniky.

Za stávajícího stavu, kdy není instalována regulační technika nabíjení akumulčních kamen, nadále provádět tuto regulaci stávajícím způsobem, manuálně, v maximální možné míře využívat víkendové či prázdninové útlumy vytápění (nabíjení AK).

Provádět pravidelné alespoň vyhodnocování spotřeby elektřiny a obsluhu (školníka) na dosažených úsporách finančně zainteresovat

Zpracování organizačního opatření k zabezpečení drobných energetických úspor

Pro zabezpečení drobných úspor energie navrhuji zpracovat organizační směrnici obsahující kromě výše uvedeného ještě tyto body:

- 1) v topném období provádět pravidelné intenzivní krátkodobé větrání učeben
- 2) provádět pravidelné čištění krytů osvětlovacích těles (zpravidla zářivek)
- 3) provádět pravidelné čištění oken
- 4) osvětlovací soustavy využívat hospodárně, dle technických možností stávajícího zařízení využívat v učebnách alespoň děleného osvětlení dle jednotlivých řad

V rámci organizační směrnice pro zabezpečení drobných energetických úspor dále řešit konkrétní zodpovědnost vyučujících za přestavení teploty na prostorových termostatech v učebnách či dalších místnostech po poslední vyučovací hodině na sníženou teplotu vzduchu v místnosti, nebo chod vybíjecích ventilátorů dle venkovních klimatických podmínek zcela vypnout. Školník není schopen denně všechny instalované termostaty denně regulovat, avšak omezování vytápění musí i nadále průběžně kontrolovat.

Přestože stupeň využití regulační techniky je naprosto nedostatečný, lze výše popsanými opatřeními alespoň částečně omezit energetickou spotřebu a zabezpečit, aby vytápěné místnosti vytápěny jen po dobu vyučování a na předepsané teploty, tzn. učebny na $\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, chodby a tělocvičnu na $\theta_i = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Např. snížení průměrné vnitřní teploty během topné sezony o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ znamená v klimatických podmínkách města Ústí nad Orlicí úsporu až 6 % energie na vytápění.

Doplnění regulační techniky - nabíjecí regulační automatika a vybíjecí regulační technika

Nabíjecí regulační automatika

Za stávajícího stavu regulace nabíjení akumulčních kamen je realizována u jednotlivých kamen vnitřními nabíjecími termostaty, centrální regulace nabíjení je realizována manuálně, školníkem, který dle teploty venkovního vzduchu a předpovědi upravuje dobu nabíjení kamen sepnutím jističů v rozvaděčích.

Dle stávajícího konstrukčního uspořádání navrhuji do jednotlivých rozvaděčů s nabíjecími obvody pro akumulční kamna instalovat nabíjecí regulační automaty s teplotním čidlem monitorujícím teplotu venkovního vzduchu, regulující délku doby nabíjení v závislosti na venkovní teplotě. Při zpracování projektové dokumentace a montáži nabíjecí regulační automaty upřednostnit regulátory, na kterých nebude pro obsluhu složité provádět operativní změny nastavení včetně např. volby ekvitemních křivek závislosti doby nabíjení na venkovní teplotě (např. zvýšení ekvitemní křivky při větrném počasí, zvýšení či snížení ekvitemní křivky při očekávané prudké změně počasí atd.).

Vybíjecí regulační technika

Stávající jednoduché prostorové termostaty ve vytápěných místnostech navrhuji nahradit prostorovými termostaty s týdenním programovacím cyklem, které umožní naprogramovat dobu vybíjení akumulčních kamen, tedy vytápění místnosti na požadovanou teplotu, pouze po dobu nezbytně nutnou. Jelikož se po sestavení školního rozvrhu využití jednotlivých učeben a dalších místností školy (včetně kuchyně, jídelny a dalších prostorů) zpravidla do konce pololetí nemění, pro optimalizaci doby vytápění tak prakticky postačí 1 x za pololetí přeprogramovat prostorové termostaty.

Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (na systémové hranici budov).

Opatření na průsvitných i neprůsvitných konstrukcích venkovních plášťů budov zvláštní školy a pomocné školy (konstrukce na systémové hranici budov) jsou v první variantě energeticky úsporného opatření navržena tím způsobem, aby obvodový plášť každé celé budovy splňoval normovanou požadovanou hodnotu průměrného součinitele tepla U_{em} dle ČSN 73 0540 – 2 - Z1 (2005) a současně požadavky Vyhlášky MPO č. 291/2001 Sb., avšak při minimalizaci celkových výdajů na realizaci těchto opatření.

U stávajících průsvitných konstrukcí venkovních plášťů budov (otvorových výplních) navrhuji všechna dosud nevyměněná dřevěná okna nebo okna s kovovými rámy nahradit okny plastovými s izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha oken k výměně u budovy internátu činí: $140,1 \text{ m}^2$, u budovy šaten $26,56 \text{ m}^2$, u budovy školy $129,9 \text{ m}^2$ a u budovy přístavby $280,8 \text{ m}^2$.

Stávající domovní dřevěné dveře na systémové hranici budov vyměnit za nové plastové s 2/3 zasklením izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, celková plocha domovních dveří k výměně u budovy internátu činí $5,8 \text{ m}^2$, u šaten $8,93 \text{ m}^2$ a u budovy přístavby $9,1 \text{ m}^2$.

Stávající vnitřní dveře u jídelny v 1.NP budovy internátu, u nichž $\Delta\theta_i$ mezi jednotlivými vytápěnými prostory $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, navrhuji vyměnit za nové plastové s 2/3 zasklením izolačním dvojsklem, s garantovaným součinitelem prostupu tepla výplně otvoru $U_w \leq 1,60\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, celková plocha vnitřních dveří k výměně činí $8,67\text{ m}^2$.

Stávající svislé neprůsvitné konstrukce na systémové hranici budov opatřit z vnější strany 2 vrstvami tepelně – izolační omítky, tloušťka izolační vrstvy $\geq 2 \times 20\text{ mm}$, součinitel tepelné vodivosti tepelně – izolační omítky $\lambda \leq 0,06\text{ W / m} \cdot \text{K}$, celková plocha omítek u šaten činí $40,4\text{ m}^2$, u budovy školy $306,6\text{ m}^2$ a u budovy přístavby $796,74\text{ m}^2$.

Stávající vodorovné neprůsvitné konstrukce na nad nejvyšším podlažím budovy internátu dodatečně zaizolovat, na podlahu půdy (strop nad 3. NP) o ploše $554,7\text{ m}^2$ položit desky z minerální plsti o tl. $\geq 40\text{ mm}$, $\lambda \leq 0,045\text{ W / m}\cdot\text{K}$.

Rekuperace tepla ze vzduchu s párami odsávaného z kuchyně

Od tepelných spotřebičů v kuchyni je teplý vzduch s párami od vaření obsahující nečistoty (zejména tuky) ventilátory odsáván a vzduchotechnickým potrubím veden od spotřebičů do venkovního prostředí, kam je bez využití tepla ve vzduchu volně vypouštěn.

Stávající odsávací ventilátory navrhuji nahradit vzduchotechnickou jednotkou s rekuperačním výměníkem tepla z odsávaného vzduchu a topným členem pro dohřívání předehřátého vzduchu na požadovanou teplotu $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na vzduchotechnické potrubí vedoucí teplý znečištěný vzduch z kuchyně instalovat před vzduchotechnickou jednotku odkalovače nečistot, zejména tuků.

Ve výměníku obsaženém ve vzduchotechnické jednotce tak bude teplo z odsávaného vzduchu předáváno (rekuperováno) do přívodního čerstvého vzduchu. Účinnost rekuperace tepla ze vzduchu z kuchyně je průběžně ovlivňována různými faktory, jako např. rozdílem teplot mezi odsávaným teplým a nasávaným studeným vzduchem (teplota obou se nezávisle na sobě průběžně mění), vlhkostí nasávaného studeného vzduchu a množstvím par v teplém odsávaném vzduchu atd., avšak z zkušeností z jiných provozů lze účinnost rekuperace uvažovat v tomto případě $\geq 70\%$.

Přehřátý vzduch bude následně elektrickým topným členem řízeným M+R technikou s čidlem teploty vzduchu přiváděného do kuchyně dohříván na regulovanou teplotu 22 °C, ohřátý čerstvý vzduch bude poté novým vzduchotechnickým rozvodným potrubím přiváděn k podlaze kuchyně.

Pro zabezpečení minimální intenzity výměny vzduchu v kuchyni 1,5 1/h je třeba do kuchyně a z kuchyně přivést / odvést 308 m³ vzduchu za hodinu, podle této hodnoty průtoku vzduchu dimenzovat instalovanou vzduchotechnickou jednotku.

Výpočet úspor rekuperací vychází ze známé střední teploty venkovního (nasávaného) vzduchu po dobu vytápění pro město Ústí nad Orlicí + 3,09 °C, a teploty vzduchu v kuchyni $\theta_i = 22$ °C, množství protékajícího vzduchu celkem 308 m³/hod. a předpokládané účinnost rekuperace ≥ 70 % (skutečně dosahované úspory tepla lze však očekávat vyšší, neboť podle empiricky zjištěných hodnot teplot odsávaného vzduchu na obdobných zařízeních je průměrná hodnota odsávaného vzduchu minimálně 24 °C). Pro výpočet je uvažován suchý vzduch, protože hodnoty množství par v odsávaném vzduchu se neustále mění a objektivní hodnota není bez dlouhodobého měření zjistitelná.

Rekuperace na výměníku vzduch/vzduch (rekuperační výkon) :

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

$$E_{\text{rekuper}} = 308/3600 * 1200 * (22 - (-15)) * 0,70 = \mathbf{2.659 \text{ W}}$$

Teplota nasávaného vzduchu za rekuperačním výměníkem θ_{Rek} :

$$\theta_{\text{Rek}} = \theta_e + \eta_{\text{rek}} * (\theta_{\text{ods.vz}} - \theta_e) = -15 + 0,70 * (22 - (-15)) = \mathbf{10,90 \text{ °C}}$$

Tepelný výkon elektrických topných těles pro ohřevu vzduchu na 22 °C.

$$E_{\text{vým.}} = V_{\text{proték.vz}} * \rho_{\text{v.vz.}} * c_{\text{v.vz.}} * (\theta_{\text{výst.}} - \theta_{\text{Rek}}) / \eta_{\text{vým.}} =$$

$$E_{\text{vým.}} = 308/3600 * 1200 * (22 - 10,90) = \mathbf{1 \ 140 \text{ W}}$$

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

Internát	Stávající stav		Vyhovuje Nevyhovuje	Internát	Stav po real. EÚP		Vyhovuje Nevyhovuje
	U (W/m ² .K)	U_N (W/m ² .K)			U (W/m ² .K)	U_N (W/m ² .K)	
ZD PC650iz	0.48	0,38	N	ZD PC650iz	0.48	0,38	N
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	N	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Zd.PC650vni	1.01	2,70	V	Zd.PC650vni	1.01	2,70	V
Okno s 1 sklem	4.50	3,50	N	Okno s 1 sklem	4.50	3,50	N
Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V	Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V
Dveře vnitřní d	2.00	3,50	V	Dveře vnitřní d	2.00	3,50	V
Strop vni	1.08	2,20	V	Strop vni	1.08	2,20	V
Zd. PC300vni	1.56	2,70	V	Zd. PC300vni	1.56	2,70	V
Zd.vni CD300	1.16	2,70	V	Zd.vni CD300	1.16	2,70	V
Dveře domovní d	2.60	1,70	N	Dveře domovní d	2.60	1,70	V
Dveře vnitřní d	3.00	3,50	V	Dveře vnitřní d	3.00	3,50	V
Str.3.NP intr.A	0.32	0,30	N	Str.3.NP intr.A	0.25	0,30	V
Str.3.NP intr.B	0.34	0,30	N	Str.3.NP intr.B	0.26	0,30	V
Strop vni kob.	1.08	2,20	V	Strop vni kob.	1.08	2,20	V
Strop vni KD	1.15	2,20	V	Strop vni KD	1.15	2,20	V
Strop vni kob	1.08	2,20	V	Strop vni kob	1.08	2,20	V
Strop vni KD	1.15	2,20	V	Strop vni KD	1.15	2,20	V
Strop vni PVC	1.12	2,20	V	Strop vni PVC	1.12	2,20	V

Šatny	Stávající stav		Vyhovuje	Šatny	Stav po real. EÚP		Vyhovuje
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
Okno s jedním s	5.70	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Dv.dom.kov.2sk.	5.50	1,70	N	Dveře plastové	1.60	1,70	V
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Panel obv.s k.o	0.86	0,38	N	Panel obv.s om.	0.54	0,38	N
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.s iz.	0.54	0,38	N
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Str.pan.	0.23	0,30	V	Str.pan.	0.23	0,30	V
Zd. PC650vni	1.01	2,70	V	Zd. PC650vni	1.01	2,70	V
Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N	Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	V
Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	N	Dv.vni.kov.1sk.	6.50	3,50	V
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V
Okno s jedním s	5.70	3,50	N	Okno s jedním s	5.70	3,50	N
Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V	Zd.vni.150d.c.	1.72	2,70	V

Škola	Stávající stav		Vyhovuje	Škola	Stav po real. EUP		Vyhovuje
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
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.s om.	0.54	0,38	N
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Okno dř.zdvoj 2	1.40	1,70	V
Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD P2	0.60	0,60	N	Podl.vniKD P2	0.60	0,60	V
Podl.vni lino	0.59	0,60	N	Podl.vni lino	0.59	0,60	V
Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V	Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0.80	2,70	V
Ok.kov.1sk	6.50	3,50	V	Ok.kov.1sk	6.50	3,50	N
Dv.kov.1sk	6.50	3,50	N	Dv.kov.1sk	6.50	3,50	N
Panel obv.s om.	0.80	2,70	V	Panel obv.s om.	0,80	2,70	V
Přístavba	Stávající stav		Vyhovuje	Přístavba	Stav po real. EUP		Vyhovuje
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
Panel obv.s om.	0.86	0,38	N	Panel obv.s om.	0.54	0,38	N
Okno dř.zdvoj 2	2.40	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Dveře domovní k	6.50	1,70	N	Dveře plastové	1.60	1,70	V
Okno s jedním s	5.70	1,70	N	Ok.plast.iz2sk	1.40	1,70	V
Podl.vniKD	0.60	0,60	V	Podl.vniKD	0.60	0,60	V
Podl.vniKD	0.60	0,60	V	Podl.vniKD	0.60	0,60	V
Podl.vni lino	0.59	0,60	V	Podl.vni lino	0.59	0,60	V
Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V	Str.pan.iz+d.iz	0.15	0,30	V
Str.pan.iz	0.23	0,30	V	Str.pan.iz	0.23	0,30	V
Panel obv.s om.	0,80	2,70	V	Panel obv.s om.	0,80	2,70	V

Z tabulek na předchozích stranách je patrné, že po realizaci energeticky úsporného projektu některé jednotlivé konstrukce venkovních plášťů budov nesplňují požadavky ČSN 73 0540 (2005) na jednotlivé stavební konstrukce, avšak provedení úprav na stav, aby všechny konstrukce venkovních plášťů budov splňovaly požadavky výše uvedené normy je ekonomicky nevýhodné a neodůvodnitelné.

Jak vyplývá z následujících vyhodnocení, všechny budovy předmětu energetického auditu splňují po realizaci EÚP požadavky Vyhlášky č. 291/2001 Sb. i ČSN 73 0540 (změna 2005) .

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:

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

<u>Budova:</u>	<u>e_v (kWh/m³.a)</u>	<u>e_{vN} (kWh/m³.a)</u>	<u>Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$</u>
Stará budova - internát	22,9	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	22,4	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	25,9	32,1	Požadavek splněn
Budova 2 - přístavba	25,9	30,6	Požadavek splněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

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

<u>Budova:</u>	<u>U_{em} (W/m².K)</u>	<u>$U_{em,N}$ (kWh/m³.a)</u>	<u>Klasifikace SEV</u>
Stará budova - internát	0,51	0,69	74
Šatny a vstup	0,41	0,49	84
Budova 1 - škola	0,56	0,64	88
Budova 2 - přístavba	0,64	0,69	93
Údržba	1,01	0,45	224

Potřeby tepla na vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy 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 °C, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den)

Stará budova - internát	122 085 kWh/a	~	439 GJ
Šatny a vstup	8 506 kWh/a	~	31 GJ
Budova 1 - škola	73 087 kWh/a	~	263 GJ
Budova 2 - přístavba	150 905 kWh/a	~	543 GJ
Údržba	24 821 kWh/a	~	89 GJ

Potřeba tepla na vytápění budov zvláštní školy a pomocné školy po realizaci navrženého energeticky úsporného projektu (EÚP) za tzv. referenční rok (rok s místně průměrnými vnitřními a vnějšími klimatickými podmínkami a s místně obvyklým provozním režimem):

V první tabulce v příloze EA č. 1 je vypočtena potřeba tepla na vytápění jednotlivých budov za místně průměrných podmínek – tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$, počtu dní vytápění 201 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů:

Stará budova - internát	53 889 kWh/a	~	194 GJ
Šatny a vstup	3 333 kWh/a	~	12 GJ
Budova 1 - škola	36 944 kWh/a	~	133 GJ
Budova 2 - přístavba	82 778 kWh/a	~	298 GJ
Údržba	5 278 kWh/a	~	19 GJ

<u>Model energetické potřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí</u>						
<u>Stav po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP)</u>						
(Model sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu v topném období $\theta_{es} = 3,09^{\circ}\text{C}$, teploty θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát jednotlivých vytápěných budov a obvyklou dobu vytápění 201 dnů)						
MODEL	Zvláštní škola a Pomocná škola Ústí nad Orlicí					
ENERGETICKÉ POTŘEBY	Stará bud. internát	Šatny a a vstup	Budova 1 (škola)	Budova 2 (přístavba)	Údržba	celkem
	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.	GJ/a.ref.
Teplo na vytápění a větrání	180,22	11,40	123,95	277,72	17,39	610,68
Elektřina na ohřev TV - akumulační ohř.	94,04	0,00	34,32	96,34	0,07	224,77
Elektřina - vaření pokrmů	87,85	0,00	0,00	0,00	0,00	87,85
Elektřina - ostatní	46,12	3,75	32,65	74,48	3,85	160,86
Ztráty elektřiny při výrobě tepla	3,68	0,17	1,89	4,23	0,26	10,23
Ztráty elektřiny při ohřevu TV	2,91	0,00	1,06	2,98	0,00	6,95
Energie celkem	414,82	15,32	193,88	455,75	21,58	1101,34

Upravená energetická bilance – stav po realizaci energeticky úsporného projektu (EÚP) :

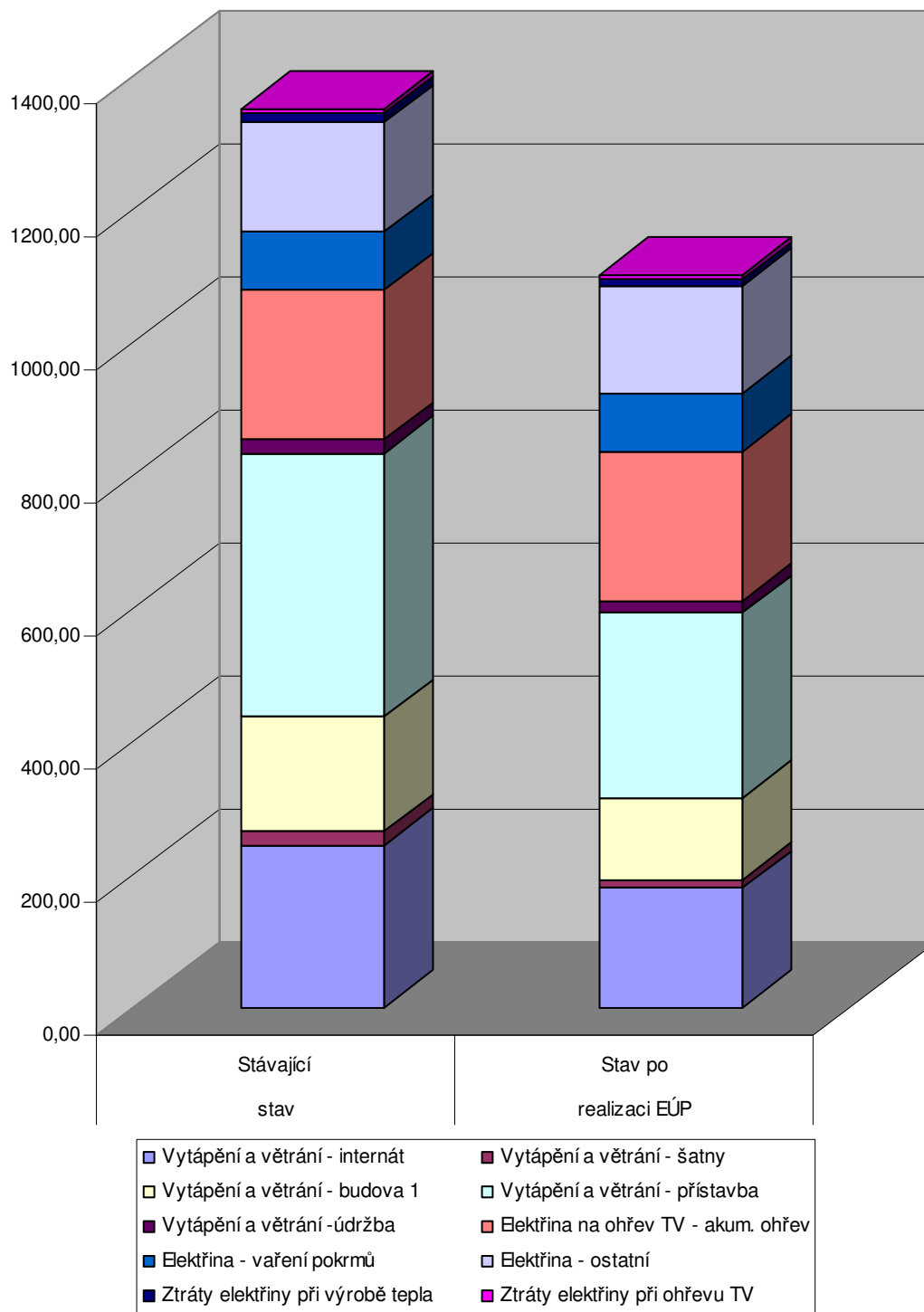
Ř	Ukazatel	Stávající stav		Stav po real. EÚP	
		Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.	Energie GJ/a,ref.	Náklady Kč/a,ref.
1	Vstupy paliv a energie	1351,01	561 312	1101,34	479 386
2	Změna zásob paliva	0,00	0	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1351,01	561 312	1101,34	479 386
4	Prodej energie cizím	0,00	0	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1351,01	561 312	1101,34	479 386
	z toho: elektřina	1351,01	561 312	1101,34	479 386
	jiný druh energie	0,00	0	0,00	0
6	Ztráty energie při výrobě tepla a TV	21,21	7 754	17,18	6 439
	z toho: ztráty energie při výrobě tepla	14,26	5 213	10,23	3 835
	ztráty energie při ohřevu TV	6,95	2 542	6,95	2 605
8	Spotř. energie na vytápění a ohřev TV	1077,81	394 070	835,45	313 057
	z toho: spotřeba tepla na vytápění a větrání budov	853,04	311 890	610,68	228 832
	spotřeba elektřiny na ohřev teplé vody	224,77	82 181	224,77	84 225
9	Spotř. energie ostatní	251,99	159 487	248,71	159 889
	z toho: spotř. energie na technologické procesy	87,85	55 601	87,85	56 478
	spotřeba energie ostatní	164,14	103 886	160,86	103 412

Předpokládané celkové výdaje na realizaci EÚP :

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace30.000 Kč
 Vybíjecí regulace včetně montáže328.000 Kč
 Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová2,312.000 Kč
 Výměna stávajících dveří na systémové hranici budov za plastové158.0000 Kč
 Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nov52.000 Kč
 Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu181.000 Kč
 Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:
 - tepelně izolační omítka – 2 x 20 mm458.000 Kč
Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně80.0000 Kč

Celkové výdaje na realizaci EÚP:..... 3,599.000 Kč

MODEL energetické spotřeby Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí - stávající stav / stav po realizaci EÚP - v GJ/a,ref.



Ekonomické vyhodnocení EÚP

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 (redukovány) na výdaje zabezpečující energetické úspory bez výdajů na zanedbanou údržbu.

a) výdaje zahrnuté ve výši 100 %

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace	30.000 Kč
Vybíjecí regulace včetně montáže	328.000 Kč
Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nové.....	52.000 Kč
Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu	181.000 Kč
Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:	
- tepelně izolační omítka – 2 x 20 mm	458.000 Kč
Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně	80.0000 Kč

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

b) výdaje zahrnuté ve výši 50 %

Výměna dřev. dveří na systémové hranici budov za plastové158.000 Kč

Opatření, které řeší z části zanedbanou údržbu, jsou navrženy nové konstrukce s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

c) výdaje zahrnuté ve výši 20 %

Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová2,312.000 Kč

Opatření, které řeší především zanedbanou údržbu (okna jsou prakticky dožitá, křivá a netěsná), jsou navrženy nové konstrukce s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

Redukované výdaje na realizaci energeticky úsporného projektu

Nabíjecí regulace AK včetně projektové dokumentace30.000 Kč

Vybíjecí regulace včetně montáže328.000 Kč

Výměna vnitřních dveří v 1.NP bud. internátu za nové52.000 Kč

Dodatečné zateplení stropu nad 3.NP budovy internátu181.000 Kč

Dodatečné zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí:

- tepelně izolační omítka – 2 x 20 mm458.000 Kč

Vzduchotechnika - rekuperace tepla z kuchyně80.0000 Kč

Výměna dřev. dveří na systémové hranici budov za plastové79.000 Kč

Výměna stávajících oken na systémové hranici budov za plastová462.000 Kč

Redukované výdaje na realizaci EUP celkem: 1,670.000 Kč

Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků

T_{PN} (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 opatření
 CF_t cash - flow projektu v roce t
 CHV čistý hospodářský výsledek za rok
 DO daňové odpisy související s realizací navrženého opatření
 V výnosy opatření za rok
 N nově vzniklé provozní náklady související s opatřením za rok
 DS daňová sazba daně z příjmů právnických osob

Uvažované fyzické životnosti :

- měřicí a regulační technika, vzduchotechnika 12 let
- opatření na venkovním plášti budov (okna, dveře, izolace, zateplení) > 45 let

Redukované výdaje na realizaci EÚP celkem: 1,670.000 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	-1 670 000	-1 670 000			
CF ₁	-1 591 569	78 431	81 431	3 000	
CF ₂	-1 513 138	78 431	81 431	3 000	
CF ₃	-1 434 707	78 431	81 431	3 000	
CF ₄	-1 356 276	78 431	81 431	3 000	
CF ₅	-1 277 845	78 431	81 431	3 000	
CF ₆	-1 199 414	78 431	81 431	3 000	
CF ₇	-1 120 983	78 431	81 431	3 000	
CF ₈	-1 042 552	78 431	81 431	3 000	
CF ₉	-964 121	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₀	-885 690	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₁	-807 259	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₂	-728 828	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₃	-1 008 397	-279 569	81 431	3 000	358 000
CF ₁₄	-929 966	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₅	-851 535	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₆	-773 104	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₇	-694 673	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₈	-616 242	78 431	81 431	3 000	
CF ₁₉	-537 811	78 431	81 431	3 000	
CF ₂₀	-459 380	78 431	81 431	3 000	

Prostá doba návratnosti u navrženého energeticky úsporného projektu je delší než 20 let.

5.2 Reálná doba návratnosti

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 jednotlivé varianty energeticky úsporných opatření 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	
EÚP	návratný pro $i \leq 20$	NPV pro $i=20$: -746 925 Kč
	návratnost je u jednot...	

řzení následující:

Reálná doba návratnosti navrženého energeticky úsporného projektu je při uvažované diskontní sazbě 3 % delší než 20 let.

Čistá současná hodnota navrženého EÚP - NPV (Kč)

Čistá současná hodnota navrženého energeticky úsporného projektu je vypočtena pro 20 let po realizaci EÚP a při diskontní sazbě 3,00 %:

$$NPV = \sum_{i=1}^{T_{z20}} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN$$

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 $\sum CF_t$ je od roku realizace opatření do roku $i = 20$ také provedeno vyhodnocení ztrátovosti či ziskovosti EÚP v jednotlivých letech po realizaci z hlediska NPV.

i - tý rok po realizaci	CF _{ti}	NPV _{CF} pro i-tý rok po realizaci	NPV _{EÚP}
EÚP	(Kč)	EÚP (Kč)	Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč
1	78 431	76 147	-1 593 853
2	78 431	150 075	-1 519 925
3	78 431	221 851	-1 448 149
4	78 431	291 536	-1 378 464
5	78 431	359 191	-1 310 809
6	78 431	424 876	-1 245 124
7	78 431	488 647	-1 181 353
8	78 431	550 561	-1 119 439
9	78 431	610 672	-1 059 328
10	78 431	669 032	-1 000 968
11	78 431	725 693	-944 307
12	78 431	780 702	-889 298
13	-279 569	590 330	-1 079 670
14	78 431	642 182	-1 027 818
15	78 431	692 524	-977 476
16	78 431	741 399	-928 601
17	78 431	788 851	-881 149
18	78 431	834 921	-835 079
19	78 431	879 649	-790 351
20	78 431	923 075	-746 925

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: - 746.925,- Kč

5.4 Vnitřní výnosové procento IRR (%):

Vnitřní výnosové procento jednotlivých variant navržených opatření 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 EÚP za dané období. Tato výnosová míra se pak porovnává zejména se stanovenou požadovanou minimální výnosností (tj. diskontní míra 3,00 %).

Při uvažované životnosti EÚP 20 let byla vypočtena následující hodnota vnitřního výnosového procenta (IRR): $IRR_{EÚP} = - 3,05 \%$

Vyhodnocení energeticky úsporného projektu z hlediska ochrany životního prostředí.

Energetické úspory vyplývající z realizace jednotlivých opatření se projeví ve snížené spotřebě elektřiny. Z globálního hlediska se tedy pozitivně odrazí na zlepšení kvality životního prostředí snížením emisí z uhelných elektráren, avšak z lokálního hlediska je nelze vyhodnotit.

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 hodnot obsažených v metodice Státního fondu životního prostředí ČR.

Vyhodnocení je provedeno na globální

Vyhodnocení navrženého EÚP z hlediska ochrany ŽP			
	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	(kg / rok)	(kg / rok)	(kg/ rok)
Tuhé látky	35,005	28,536	6,469
SO ₂	661,153	538,970	122,183
No _x	561,613	457,825	103,788
CO	53,095	43,283	9,812
C _x H _y	41,692	33,987	7,705
CO ₂	439078,770	357935,760	81143,010

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.

Jednotlivé části energeticky úsporného projektu lze podle objemu použitelných prostředků realizovat postupně, přednostně doporučuji započít s doplněním M+R techniky a výměnou oken, která jsou již nyní fyzicky dožitá a nadměrnou infiltrací netěsnými spárami dochází k velkým ztrátám tepla

Garantovaná potřeba energie na vytápění budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí za průměrných podmínek území České republiky definovaných vyhláškou MPO č. 291/2001 Sb. (střední teplota venkovního vzduchu v průběhu topného období +3,8 °C, počet dnů vytápění 242, 24 hodin / den) po realizaci navrženého energeticky úsporného projektu (EÚP):

Stará budova - internát	122 085 kWh/a	~	439 GJ
Šatny a vstup	8 506 kWh/a	~	31 GJ
Budova 1 - škola	73 087 kWh/a	~	263 GJ
Budova 2 - přístavba	150 905 kWh/a	~	543 GJ
Údržba	24 821 kWh/a	~	89 GJ

Garantovaná potřeba tepla na vytápění budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí 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, tzn. při střední teplotě venkovního vzduchu ve vytápěcím období $\theta_{es} : + 3,09\text{ }^{\circ}\text{C}$, počtu dní vytápění 201 a obvyklém provozním režimu vytápění včetně útlumů):

Stará budova - internát	53 889 kWh/a	~	194 GJ
Šatny a vstup	3 333 kWh/a	~	12 GJ
Budova 1 - škola	36 944 kWh/a	~	133 GJ
Budova 2 - přístavba	82 778 kWh/a	~	298 GJ
Údržba	5 278 kWh/a	~	19 GJ

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

Budova:	$e_v(\text{kWh/m}^3.\text{a})$	$e_{vN}(\text{kWh/m}^3.\text{a})$	Hodnocení: $e_v \leq e_{vN}$
Stará budova - internát	22,9	30,6	Požadavek splněn
Šatny a vstup	22,4	41,6	Požadavek splněn
Budova 1 - škola	25,9	32,1	Požadavek splněn
Budova 2 - přístavba	25,9	30,6	Požadavek splněn
Údržba	70,8	48,3	Požadavek nesplněn

Garantované hodnoty měrné spotřeby energie na vytápění 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 201 a s obvyklým provozním režimem vytápění včetně útlumů) :

Vytápění a větrání budov školy včetně internátu: 621 GJ/a_{ref} tj. 0,144 GJ/m²*a_{ref}
Ohřev teplé vody (včetně kuchyně): 232 GJ/a_{ref} tj. 0,055 GJ/ m²*a_{ref}

7.6 Okrajové podmínky

- 1) cena nakupované silové elektřiny v době realizace EÚP :
 $\geq 0,9 * 1572 \text{ Kč/MW}$ u VT (cena včetně DPH) a
 $\geq 0,9 * 850 \text{ Kč/MW}$ u NT (cena včetně DPH), přičemž
ostatní položky ceny za dodávanou elektřinu (služby, obchod
příspěvek na OZE+KVET) $\geq 0,9 * 321 \text{ Kč/ MWh}$ a cena za
měsíční rezervovanou kapacitu $\geq 0,9 * 127 \text{ Kč/kW}$ a cena
za roční rezervovanou kapacitu $\geq 0,9 * 113 \text{ Kč/kW}$
- 2) cena výdajů na realizaci EÚP (redukovaných výdajů) $\leq 1,670$
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)			1 670 000 Kč
Změna nákladů na energii (+ snížení, - zvýšení)			81 431 Kč
Změna ostatních provozních nákladů , v tom :			
- změna osobních nákladů (mzdy pojistné, ...) (- +)			0 Kč
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění majetku, ...) (- +)			3 000 Kč
- samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise resp. i odpady (- +)			
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady, pronájem) (+ zvýšení, - snížení)			0 Kč
Přínosy projektu celkem (roční)			78 431 Kč
Doba hodnocení			20 let
Diskont			3,0%
Hodnoty kritérií:	T_s	(prostá doba návratnosti)	20 let
	T_{sd}	(reálná doba návratnosti)	> 20 let
	NPV₂₀	(čistá současná hodnota)	-746 925 Kč
	IRR	(vnitřní výnosové procento)	-3,05%
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 rekuperaci tepla z odsávaného vzduchu z kuchyně i opatření na venkovním plášti budov 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	20,63	7 373 Kč	0	0	0
2							
3							
4							
5							
6							
varianta celkem			20,63				
7 373 Kč							

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	Areál budov Zvláštní školy a Pomocní školy Ústí nad Orlicí		
Adresa	Lázeňská 206, 562 01, Ústí nad Orlicí		
Zadavatel EA	Zvláštní škola a Pomoc.škola ÚO	Zástupce	Mgr.H.Kapounová
Adresa zadavatele	Svitavská 310, 571 01, Moravská Třebová		
Telefon	465523497	Fax	
		E-mail	zs.lazne@seznam.cz
Charakteristika předmětu EA	Areál 4 budov a budovou údržby se sklady . Stará budova - internát, 3. NP, (cca 1940), 1. NP šatna a 2.NP budova 1- škola (1983), přístavba školy a sociální zařízení nová budova 2 – přístavba, 3.NP (1986). Stará budova – 1.NP kuchyň, jídelna, tech. Zázemí, 2. a3. NP. Internát, ostatní budovy slouží pouze pro výuku a sport.. Vytápění – akumulční kamna, přímotopy demontovány, ohřev TV elektřinou, převážně akumulční zásobníky v NT sazbě. Počet žáků 153, z toho 24 i internát,, zaměstnanců 58.		
Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	Stará budova-internát: venk. zdivo PC 600 + 50 mm polystyren, strop nad. 3.NP Hurdis+100 mm polystyren, střecha vazbová. Otvorové výplně – dřevěná zdvoj. okna, dřevěné domovní dveře. Podlaha 1NP ker.dlažba nebo beton, 20 mm polystyren. Šatny,budova školy, přístavba: svis. neprůsv. konstrukce –k.panel tl 300 mm s omítkami, otvorové výplně – dřevěná zdvoj. okna, netěsná, zkroucená,fyzicky dožitá, u vchodů okna i dveře s kov. rámy, jednoduché zasklení. Podlahy 1.NP s ker. dlažbou nebo linoleem, 20 mm polystyren. Stropy nad nejvyšším podlažím: šatny, sociální zařízení u přístavby - železobet. stopní panely 250 mm, 180 mm perlit.,20 mm min.rohož, u bytov 1 – školy a přístavby dtto + 160 mm minerální rohož na původní konstrukci střechy, na ní trémová konstrukce, vazbová střecha – plech. Souhrnně: okna dožitá, netěsná k výměně, zdivo nedostatečné tepelně-izolační vlastnosti. Prům souč. U_{em} u všech budov kromě internátu > $U_{em,N}$. Vytápění:akumulční dynamická komna, prostorové termostaty neprogramovatelné, nabíjecí regulace není (jen vnitřní termostaty). Osvětlení zářivkovými trubcovými svítidly.		
Vlastní energetické zdroje	Instalovaný tep. výkon (MW)	Instalovaný el. výkon (MW)	
	není	0	
Typ energosoustrojí (protitlaká ...)		není	
Teplo	Výroba ve vlast. zdrojích (GJ/a,ref.)	0	
	Nákup (GJ/a)	0	
	Prodej (GJ/a)	0	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/a)	0	
	Nákup (MWh/a,ref)	375	
	Prodej (MWh/a)	0	
Spotřeba energie (GJ/a)	1351	z toho přímá tech. spotř.(GJ/a)	88
Spotřebič energie	Inst. výkon (kW)	Spotř. en.(GJ/a _{ref.})	Nositel energie
Akumulační kamna 97 ks	420	867,3	elektřina/teplý vzduch

Energeticky úsporný projekt

Stručný popis doporučené varianty: organizačního opatření k zabezpečení drobných energetických úspor (intenzivní krátkodobé větrání, pravidelné čištění krytů svítidel, oken, hospodárné využívání osvětlovacích soustav). Do instalování M+R provádět nadále ruční regulaci doby nabíjení, finanční zainteresování obsluhy (školníka) na energetických úsporách.

Instalace a využití M+R techniky: instalovat nabíjecí regulační automatiku řídící dobu nabíjení akumulčních kamen v závislosti na venkovní teplotě s možností operativních zásahů a dynamickou programovatelnou regulací vytápění, nahradit stávající vybíjecí prostorové termostaty programovatelnými – týdenní cyklus, v maximální míře vyloučit lidský faktor z regulace vytápění

Rekuperace tepla ze vzduchu z kuchyně: st. odsávací ventilátory nahradit VTZ jednotkou s rekuperací tepla z odsávaného vzduchu a topným členem pro dohřívání přehřátého vzduchu. Na VZT potrubí vedoucí vzduch z kuchyně instalovat před vzduchotechnickou jednotku odkalovače nečistot, zejména tuků. Účinnost rekuperace $\geq 70\%$ Přehřátý vzduch následně dohřívá elektrickým topným členem řízeným M+R technikou s čidlem teploty vzduchu přiváděného do kuchyně dohříván na regulovanou teplotu $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ a novým vzduchotechnickým rozvodným potrubím jej přivádět k podlaze kuchyně. Intenzita výměny vzduchu $1,5\text{ l/h}$, tzn. 308 m^3 vzduchu/hod., $E_{\text{rek.}} \geq 2560\text{ W}$.

Opatření na venkovních pláštích budov (na systémové hranici): stará budova-internát: otvorové výplně – dřevěná zdv.okna nahradit plastovým $U_w \leq 1,40\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, dom. dřevěné dveře nahradit plastovými $U_w \leq 1,60\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, vnitřní dveře u jídelny v 1.NP, nichž $\Delta\theta_i \geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ nahradit plastovými $U_w \leq 1,60\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, na strop nad 3.NP (podlaha půdy) položit desky z minerální plsti o tl. $\geq 40\text{ mm}$, $\lambda \leq 0,045\text{ W/m}\cdot\text{K}$. Šatny a vstup: otvorové výplně – jedn. okna s kov. rámy nahradit plastovým $U_w \leq 1,40\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, dom. dveře s kov. rámy a jednoduch. zaskl. nahradit plastovými $U_w \leq 1,60\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, na svislé neprůsvitné z vnější strany 2 vrstvy tepelně – izolační omítky, tl. $\geq 2 \times 20\text{ mm}$, $\lambda \leq 0,06\text{ W/m}\cdot\text{K}$, budova 1 – škola: – dřevěná zdv.okna nahradit plastovým $U_w \leq 1,40\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, na svislé neprůsvitné z vnější strany 2 vrstvy tepelně – izolační omítky, tl. $\geq 2 \times 20\text{ mm}$, $\lambda \leq 0,06\text{ W/m}\cdot\text{K}$, budova 2- přístavba včetně soc. zař.: otvorové výplně – dřevěná zdv.okna i kov. okna s jedn.zaskl. a ocel. rámy nahradit plastovým $U_w \leq 1,40\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, dom. dveře s kov. rámy a jednoduch. zaskl. nahradit plastovými $U_w \leq 1,60\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, na svislé neprůsvitné z vnější strany 2 vrstvy tepelně – izolační omítky, tl. $\geq 2 \times 20\text{ mm}$, $\lambda \leq 0,06\text{ W/m}\cdot\text{K}$. Prům. součinitel U_{em} u budov $< U_{\text{em,N}}$, SEV: st.budova – 74, budova šaten 84, bud.1 – škola 88, přístavba 93, u budov dodržen požadavek

Celkové výdaje (tis. Kč)	3.599	z toho technologie (tis. Kč)	0
Red. výdaje EÚP (tis.Kč)	1670		

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)
	1.351	561	1101	479
Potenciál energetických úspor	GJ/a,ref.		MWh/a,ref.	
	250		69,4	

Environmentální přínosy

Znečišťující látka	Výchozí stav (kg/a,ref.)	Stav po realizaci (kg/a,ref.)	Rozdíl (kg/a,ref.)
Tuhé látky	35,005	28,536	6,469
SO ₂	661,153	538,970	122,183
NO _x	561,613	457,825	103,788
CO	53,095	43,283	9,812
CO ₂	439078,770	357935,760	81143,010
C _x H _y	41,692	33,987	7,705

Ekonomická efektivnost

Cash - Flow projektu (tis. Kč/a)	78,4	Doba hodnocení (roky)		20	
Prostá doba návratnosti (roky)	>20	Diskont (%)		3,0	
Reálná doba návratnosti (roky)	>20	NPV ₂₀ (tis. Kč)	- 746	IRR (%)	-3,05
Zpracoval: Jaromír Džbánek	Č. osvědčení		203		
Podpis:	Datum		Listopad 2005		

Přílohy energetického auditu:

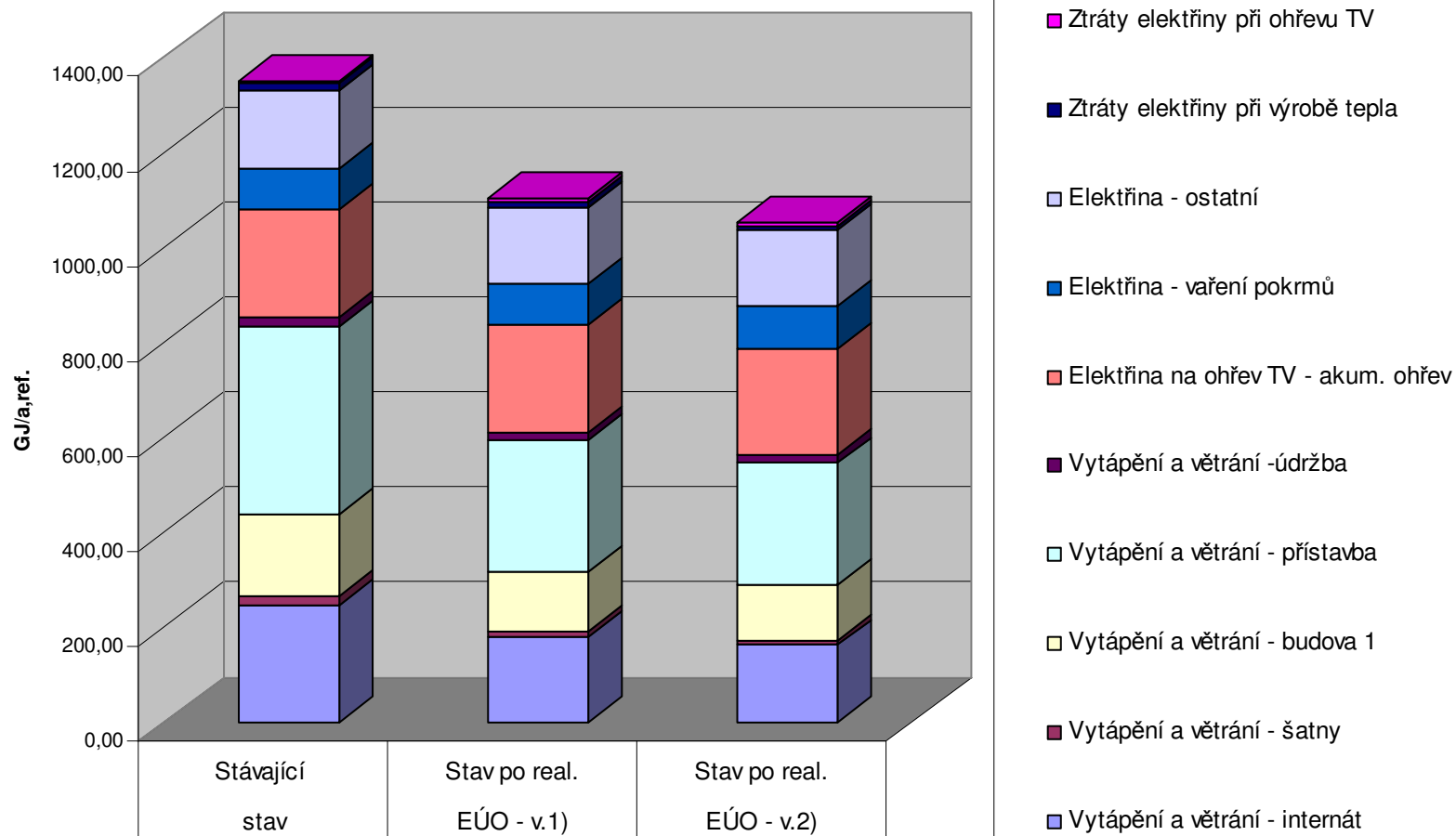
- 1) Výpočet teoretické potřeby tepla na vytápění budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí za referenční rok ($\text{GJ/a}_{\text{ref.}}$) - stávající stav, stav po realizaci EÚO varianta č. 1), varianta č.2) a po realizaci energeticky – úsporného projektu EÚP

- 2) Potřeba energie Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí za referenční rok – stávající stav / stav po realizaci EÚO v. č.1) / stav po realizaci EÚO v. č.2

- 3) Protokoly o výpočtech tepelných ztrát budov, potřeb tepla na vytápění a průměrného součinitele prostupu tepla dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 (2005) a Vyhlášky č. 291/2001 Sb.

[illegible]

Potřeba energie areálu budov Zvláštní školy a Pomocné školy v Ústí nad Orlicí - stávající stav/stav po real. EÚO - varianta č.1) / stav po real. EÚO - varianta č.2) v GJ/a,ref.



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

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

Název objektu : Stará budova - internát
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : stávající stav

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.8 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 554.7 m²
Exponovaný obvod objektu P : 89.5 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 5325.1 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.7 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Kuchyň
Pūd. plocha A :	84.4 m ²	Objem vzduchu V :	204.9 m ³
Exp. obvod P :	17.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	22.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	22.0 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	4.0 C	Trvání zátoku :	3.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	0.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	308.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	-15.0 C
Výměna n_{50} :	5.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZD PC650iz	219.5	0.48	$e = 1.00$	0.10	-----	127.29 W/K
Okno dř.zdvoj 2	8.6	2.40	$e = 1.15$	0.40	-----	27.82 W/K
Podl.vniKD P2	84.4	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.25	15.69 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = 0.19$	0.15	-----	3.62 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = 0.05$	0.10	-----	0.99 W/K
Okno s 1 sklem	2.2	4.50	$f_{i,i} = 0.05$	0.50	-----	0.58 W/K
Zd.vni.150d.c.	28.5	1.72	$f_{i,i} = 0.05$	0.15	-----	2.88 W/K
Dveře vnitřní d	2.7	2.00	$f_{i,i} = 0.05$	0.50	-----	0.36 W/K
Strop vni	84.4	1.08	$f_{i,i} = 0.05$	0.10	-----	5.38 W/K
Zd. PC300vni	16.5	1.56	$f_{i,i} = 0.19$	0.10	-----	5.18 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 1518 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.37 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	7022 W,	tj.	16.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	957 W,	tj.	3.7 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	9498 W,	tj.	9.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	Jídelna
Pūd. plocha A :	157.5 m ²	Objem vzduchu V :	410.9 m ³
Exp. obvod P :	15.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s

Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	4.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	480.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	480.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	9.5 C
Výměna n_{50} :	5.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Okno dř.zdvoj 2	13.0	2.40	$e = 1.15$	0.50	-----	43.22 W/K
ZD PC650iz	38.2	0.48	$e = 1.00$	0.10	-----	22.15 W/K
Podl.vniKD P2	157.5	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.17	18.44 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = -0.06$	0.10	-----	-1.05 W/K
Zd.vni.150d.c.	28.5	1.72	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-3.05 W/K
Okno s 1 sklem	3.2	4.50	$f_{i,i} = -0.06$	0.50	-----	-0.93 W/K
Dveře vnitřní d	1.6	2.00	$f_{i,i} = -0.06$	0.50	-----	-0.23 W/K
Dveře vnitřní d	8.7	2.00	$f_{i,i} = 0.14$	0.40	-----	2.97 W/K
Zd.PC650vni	43.0	1.01	$f_{i,i} = 0.10$	0.10	-----	4.54 W/K
Dveře vnitřní d	4.4	2.00	$f_{i,i} = 0.10$	0.50	-----	1.06 W/K
Zd.PC650vni	5.6	1.01	$f_{i,i} = 0.14$	0.10	-----	0.88 W/K
Zd.vni CD300	21.5	1.16	$f_{i,i} = 0.14$	0.15	-----	4.01 W/K
Strop vni	157.5	1.08	$f_{i,i} = 0.00$	0.05	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 3780 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.72 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	3221 W,	tj.	7.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	3529 W,	tj.	13.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	10530 W,	tj.	11.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	3	Název místnosti :	Obálka ost.
Půd. plocha A :	312.8 m ²	Objem vzduchu V :	668.2 m ³
Exp. obvod P :	56.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
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 :	4.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	5.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZD PC650iz	35.5	0.48	$e = 1.00$	0.10	-----	20.60 W/K
Okno dř.zdvoj 2	22.7	2.40	$e = 1.15$	0.50	-----	75.80 W/K
Dveře domovní d	5.8	2.60	$e = 1.15$	0.40	-----	20.01 W/K
Podl.vniKD P2	312.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	48.21 W/K
Zd.vni CD300	21.5	1.16	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-1.70 W/K
Zd.PC650vni	74.2	1.01	$f_{i,i} = -0.09$	0.20	-----	-8.16 W/K
Dveře vnitřní d	5.3	3.00	$f_{i,i} = -0.09$	0.50	-----	-1.69 W/K
Dveře vnitřní d	3.7	3.00	$f_{i,i} = 0.09$	0.40	-----	1.13 W/K
Dveře vnitřní d	1.6	2.00	$f_{i,i} = 0.54$	0.50	-----	2.13 W/K
Strop vni	312.8	1.08	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-23.32 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 7508 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	4390 W,	tj.	10.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	3521 W,	tj.	13.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	15419 W,	tj.	16.1 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 14633 W, tj. 33.8 % z celkové ztráty prostupem objektu

Ztráta větráním $F_{i,V}$: 8007 W, tj. 30.7 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 35447 W, tj. 37.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : obálka 2/3 NP
 Číslo místnosti : 1 Název místnosti : obálka 2/3
 Půd. plocha A : 554.7 m² Objem vzduchu V : 3037.6 m³
 Exp. obvod P : 99.5 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole
 Stř.rad.teplota : 20.0 C Rychlost proudění : 0.0 m/s
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 4.0 C Trvání zátoku : 2.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n50 : 5.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Okno dř.zdvoj 2	96.4	2.40	e = 1.15	0.50	-----	321.36 W/K
ZD PC650iz	498.4	0.48	e = 1.00	0.10	-----	289.05 W/K
Str.3.NP intr.A	442.2	0.32	bu = 0.74	0.10	-----	137.45 W/K
Str.3.NP intr.B	112.5	0.34	bu = 0.74	0.15	-----	40.78 W/K
Strop vni kob.	129.0	1.08	f,i = -0.03	0.15	-----	-4.53 W/K
Strop vni KD	33.6	1.15	f,i = -0.03	0.00	-----	-1.11 W/K
Strop vni kob	86.8	1.08	f,i = 0.14	0.10	-----	14.63 W/K
Strop vni KD	103.5	1.15	f,i = 0.14	0.10	-----	18.48 W/K
Strop vni PVC	22.4	1.12	f,i = 0.14	0.00	-----	3.58 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 13313 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 28689 W, tj. 66.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 18074 W, tj. 69.3 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 60076 W, tj. 62.9 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 28689 W, tj. 66.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 18074 W, tj. 69.3 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 60076 W, tj. 62.9 % 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	Kuchyň	22.0	84.4	204.9	9498	9.9%	256.70
1/ 2	Jídelna	20.0	157.5	410.9	10530	11.0%	300.87
1/ 3	Obálka ost.	18.0	312.8	668.2	15419	16.1%	467.24
2/ 1	obálka 2/3	20.0	554.7	3037.6	60076	62.9%	1716.45
Součet:			1109.4	4321.6	95523	100.0%	2741.26

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 95.523 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **43.322 kW** 45.4 %
 Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **26.081 kW** 27.3 %
 Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : 26.119 kW 27.3 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
ZD PC650iz	13.474 kW	14.1 %	791.5 m2	17.0 W/m2
Okno dř.zdvoj 2	13.513 kW	14.1 %	140.7 m2	96.0 W/m2
Podl.vniKD P2	2.817 kW	2.9 %	554.7 m2	5.1 W/m2
Zd.PC650vni	0.065 kW	0.1 %	172.2 m2	0.4 W/m2
Okno s 1 sklem	-0.010 kW	-0.0 %	5.4 m2	-1.8 W/m2
Zd.vni.150d.c.	0.000 kW	0.0 %	57.0 m2	0.0 W/m2
Dveře vnitřní d	0.162 kW	0.2 %	27.9 m2	5.8 W/m2
Strop vni	-0.494 kW	-0.5 %	554.7 m2	-0.9 W/m2
Zd. PC300vni	0.180 kW	0.2 %	16.5 m2	10.9 W/m2
Zd.vni CD300	0.075 kW	0.1 %	42.9 m2	1.7 W/m2
Dveře domovní d	0.572 kW	0.6 %	5.8 m2	98.7 W/m2
Str.3.NP intr.A	3.665 kW	3.8 %	442.2 m2	8.3 W/m2
Str.3.NPintr.B	0.990 kW	1.0 %	112.5 m2	8.8 W/m2
Strop vni kob.	-0.139 kW	-0.1 %	129.0 m2	-1.1 W/m2
Strop vni KD	0.556 kW	0.6 %	137.1 m2	4.1 W/m2
Strop vni kob	0.469 kW	0.5 %	86.8 m2	5.4 W/m2
Strop vni PVC	0.125 kW	0.1 %	22.4 m2	5.6 W/m2
Tepelné mosty	7.301 kW	7.6 %	---	---

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

Uvažované hodnoty :	- objem vytápěných částí budovy V =	5325.12 m3
	- plocha ochlazovaných konstrukcí A =	2047.42 m2
	- převažující prům. vnitřní teplota Ti =	19.8 C
	- prům. souč. prostupu U _{em} =	0.60 W/m2K
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E _{vp} :		114.659 MWh/a
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E _{vv} :		68.951 MWh/a
Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E _{vz} :		31.951 MWh/a
Tepelný zisk ze slunečního záření E _{zs} :		15.975 MWh/a
Využitelnost tepelných zisků:		0.9
Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r:		140.477 MWh/a
<i>(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)</i>		

budova s regulací
Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: 26.4 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:	1234.5 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	2047.4 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} :	0.69 W/m2K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	0.60 W/m2K
Stupeň tepelné náročnosti STN:	87 %

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 KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Stará budova - internát

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 5325,1 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 2047,4 \text{ m}^2$

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 $e_{VN} = 30,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 26,4 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Šatny a vstup
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Stávající stav

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 15.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 115.0 m²
Exponovaný obvod objektu P : 23.0 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 379.5 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Šatny
Půd. plocha A :	115.0 m ²	Objem vzduchu V :	283.5 m ³
Exp. obvod P :	23.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	15.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod ve středu
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 :	4.0 C	Trvání zátopy :	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
Okno s jedním s	3.5	5.70	$e = 1.15$	0.40	-----	24.69 W/K
Dv.dom.kov.2sk.	8.9	5.50	$e = 1.15$	0.30	-----	59.56 W/K
Okno dř.zdvoj 2	23.0	2.40	$e = 1.15$	0.30	-----	71.54 W/K
Panel obv.s k.o	18.4	0.86	$e = 1.00$	0.25	-----	20.46 W/K
Panel obv.s om.	22.0	0.86	$e = 1.00$	0.25	-----	24.36 W/K
Podl.vniKD P2	115.0	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.25	16.33 W/K
Str.pan.	115.0	0.23	$b_u = 0.74$	0.10	-----	28.08 W/K
Zd. PC650vni	24.9	1.01	$f_{i,i} = -0.20$	0.25	-----	-6.27 W/K
Dv.vni.kov.1sk.	2.9	6.50	$f_{i,i} = -0.20$	0.40	-----	-3.95 W/K
Dv.vni.kov.1sk.	2.9	6.50	$f_{i,i} = -0.14$	0.40	-----	-2.67 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	$f_{i,i} = -0.14$	0.40	-----	-4.04 W/K
Okno s jedním s	5.2	5.70	$f_{i,i} = -0.14$	0.30	-----	-4.25 W/K
Zd.vni.150d.c.	5.2	1.72	$f_{i,i} = -0.20$	0.10	-----	-1.91 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 2760 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	6658 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	1205 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	10623 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	6658 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	1205 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	10623 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 Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	Šatny	15.0	115.0	283.5	10623	100.0%	354.09
Součet:			115.0	283.5	10623	100.0%	354.09

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 10.623 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **6.658 kW 62.7 %**Součet tep. ztrát větráním Fi,V **1.205 kW 11.3 %**Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : **2.760 kW 26.0 %****Tep. ztráta prostupem:**

			Plocha:	Fi,T/m2:
Okno s jedním s	0.571 kW	5.4 %	8.8 m2	65.2 W/m2
Dv.dom.kov.2sk.	1.694 kW	16.0 %	8.9 m2	189.7 W/m2
Okno dř.zdvoj 2	1.908 kW	18.0 %	23.0 m2	82.8 W/m2
Panel obv.s k.o	0.475 kW	4.5 %	18.4 m2	25.8 W/m2
Panel obv.s om.	0.485 kW	4.6 %	46.8 m2	10.4 W/m2
Podl.vniKD P2	0.490 kW	4.6 %	115.0 m2	4.3 W/m2
Str.pan.iz	0.587 kW	5.5 %	115.0 m2	5.1 W/m2
Zd. PC650vni	-0.151 kW	-1.4 %	24.9 m2	-6.1 W/m2
Dv.vni.kov.1sk.	-0.187 kW	-1.8 %	5.7 m2	-32.7 W/m2
Zd.vni.150d.c.	-0.054 kW	-0.5 %	5.2 m2	-10.3 W/m2
Tepelné mosty	0.839 kW	7.9 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 379.50 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 305.87 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 15.0 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.73 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 14.441 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 3.443 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 2.277 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 1.139 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 14.810 MWh/a*(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)*

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
39.0 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: 221.9 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 305.9 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.73 W/m2K**STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):**

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U,em,N: 0.49 W/m2K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.73 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN:**149 %**

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 KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy:

Šatny a vstup

Rekapitulace vstupních dat:Objem vytápěných zón budovy $V = 379,5 \text{ m}^3$ Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 305,9 \text{ m}^2$

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 $e_{VN} = 41,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ **Výsledky výpočtu:**měrná potřeba energie $e_V = 39,0 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ 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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Budova 1 - škola
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Stávající stav

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.1 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 392.0 m²
Exponovaný obvod objektu P : 64.1 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 2822.4 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	Pův.budova
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	obálka
Půd. plocha A :	392.0 m ²	Objem vzduchu V :	2494.4 m ³
Exp. obvod P :	64.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	19.1 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	19.1 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	2.0 1/h
Výměna n50 :	0.1 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Panel obv.s om.	306.6	0.86	e = 1.00	0.25	-----	340.33 W/K
Okno dř.zdvoj 2	129.9	2.40	e = 1.15	0.20	-----	388.40 W/K
Ok.plast.iz2sk	20.2	1.40	e = 1.15	0.20	-----	37.09 W/K
Podl.vniKD P2	80.8	0.60	Gw= 1.00	-----	0.22	12.27 W/K
Podl.vni lino	311.1	0.59	Gw= 1.00	-----	0.22	46.92 W/K
Str.pan.iz+d.iz	392.0	0.15	bu= 0.74	0.20	-----	101.53 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	f,i = 0.12	0.20	-----	2.97 W/K
Ok.kov.1sk	5.2	6.50	f,i = 0.12	0.30	-----	4.25 W/K
Dv.kov.1sk	2.9	6.50	f,i = 0.12	0.40	-----	2.35 W/K
Konst.virt.	19.8	0.91	f,i = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Panel obv.s om.	25.1	0.80	f,i = 0.00	0.20	-----	0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	31888 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	57771 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	89659 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	31888 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	57771 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	89659 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 Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	obálka	19.1	392.0	2494.4	89659	100.0%	2632.38
Součet:			392.0	2494.4	89659	100.0%	2632.38

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 89.659 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **31.888 kW 35.6 %**
 Součet tep. ztrát větráním Fi,V **57.771 kW 64.4 %**

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
Panel obv.s om.	9.065 kW	10.1 %	356.6 m2	25.4 W/m2
Okno dř.zdvoj 2	12.211 kW	13.6 %	129.9 m2	94.0 W/m2
Ok.plast.iz2sk	1.106 kW	1.2 %	20.2 m2	54.8 W/m2
Podl.vniKD P2	0.418 kW	0.5 %	80.8 m2	5.2 W/m2
Podl.vni lino	1.598 kW	1.8 %	311.1 m2	5.1 W/m2
Str.pan.iz+d.iz	1.482 kW	1.7 %	392.0 m2	3.8 W/m2
Ok.kov.1sk	0.138 kW	0.2 %	5.2 m2	26.4 W/m2
Dv.kov.1sk	0.075 kW	0.1 %	2.9 m2	26.4 W/m2
Konst.virt.	0.000 kW	0.0 %	19.8 m2	0.0 W/m2
Tepelné mosty	5.794 kW	6.5 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 2822.40 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 1240.66 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 19.1 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.75 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 83.006 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 34.887 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 16.934 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 8.467 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 95.031 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: 33.7 kWh/m3a budova s regulací

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: 936.2 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 1240.7 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.75 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U,em,N: 0.64 W/m2K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.75 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: 118 %

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 KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.****Název úlohy:**

Budova 1 - škola

Rekapitulace vstupních dat:Objem vytápěných zón budovy $V = 2822,4 \text{ m}^3$ Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 1240,7 \text{ m}^2$

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 $e_{,VN} = 32,1 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ **Výsledky výpočtu:**měrná potřeba energie $e_{,V} = 33,7 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ 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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Budova 2 - přístavba
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Stávající stav

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg_1 : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 18.9 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 567.1 m²
Exponovaný obvod objektu P : 107.4 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 5836.8 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	přístavba
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	obálka
Půd. plocha A :	567.1 m ²	Objem vzduchu V :	5256.0 m ³
Exp. obvod P :	107.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.9 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	18.9 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	4.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	2.0 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
Panel obv.s om.	796.7	0.86	e = 1.00	0.25	-----	884.38 W/K
Okno dř.zdvoj 2	271.7	2.40	e = 1.15	0.20	-----	812.32 W/K
Ok.plast.iz2sk	20.2	1.40	e = 1.15	0.20	-----	37.09 W/K
Dveře domovní k	9.6	6.50	e = 1.15	0.30	-----	75.07 W/K
Okno s jedním s	9.1	5.70	e = 1.15	0.40	-----	63.98 W/K
Podl.vniKD	68.0	0.60	Gw= 1.00	-----	0.24	11.07 W/K
Podl.vniKD	72.8	0.60	Gw= 1.00	-----	0.24	11.86 W/K
Podl.vni lino	426.3	0.59	Gw= 1.00	-----	0.24	68.91 W/K
Str.pan.iz+d.iz	499.1	0.15	bu= 0.74	0.20	-----	129.27 W/K
Str.pan.iz	68.0	0.23	bu= 0.74	0.10	-----	16.61 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	f,i =-0.00	0.20	-----	-0.11 W/K
KOnstr.virt.	19.8	1.22	f,i =-0.00	0.00	-----	-0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 12476 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	71562 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	121196 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	205234 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	71562 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	121196 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	205234 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	obálka	18.9	567.1	5256.0	205234	100.0%	6052.31
Součet:			567.1	5256.0	205234	100.0%	6052.31

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 205.234 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **71.562 kW** 34.9 %Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **121.196 kW** 59.1 %

Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : 12.476 kW 6.1 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Panel obv.s om.	23.232 kW	11.3 %	821.6 m ²	28.3 W/m ²
Okno dř.zdvoj 2	25.427 kW	12.4 %	271.7 m ²	93.6 W/m ²
Ok.plast.iz2sk	1.101 kW	0.5 %	20.2 m ²	54.6 W/m ²
Dveře domovní k	2.433 kW	1.2 %	9.6 m ²	253.5 W/m ²
Okno s jedním s	2.027 kW	1.0 %	9.1 m ²	222.3 W/m ²
Podl.vniKD	0.778 kW	0.4 %	140.9 m ²	5.5 W/m ²
Podl.vni lino	2.337 kW	1.1 %	426.3 m ²	5.5 W/m ²
Str.pan.iz+d.iz	1.879 kW	0.9 %	499.1 m ²	3.8 W/m ²
Str.pan.iz	0.392 kW	0.2 %	68.0 m ²	5.8 W/m ²
KOnstr.virt.	-0.004 kW	-0.0 %	19.8 m ²	-0.2 W/m ²
Tepelné mosty	11.960 kW	5.8 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 5836.77 m³
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 2241.50 m²
 - převažující prům. vnitřní teplota T_i = 18.9 C
 - prům. souč. prostupu U_{em} = 0.94 W/m²K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} : 185.265 MWh/aPotřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} : 71.437 MWh/aTepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E_{vz} : 35.021 MWh/aTepelný zisk ze slunečního záření E_{zs} : 17.510 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r : 209.424 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e_v : budova s regulací
35.9 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 BUDOVYSoučet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T : 2110.3 W/KPlocha obalových konstrukcí budovy A : 2241.5 m²**Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} 0.94 W/m²K****STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):**

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$: 0.69 W/m²K
 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} : 0.94 W/m²K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **136 %**

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.

YHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy: Budova 2 - přístavba

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V =$ 5836,8 m³

Plocha ohraničujících konstrukcí $A =$ 2241,5 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 $e_{VN} =$ 30,6 kWh/m³a

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V =$ 35,9 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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Stará budova - internát
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 1)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$: 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.8 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 554.7 m²
Exponovaný obvod objektu P : 89.5 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 5325.1 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.7 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	Kuchyň
Půd. plocha A :	84.4 m ²	Objem vzduchu V :	204.9 m ³
Exp. obvod P :	17.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	22.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	22.0 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	4.0 C	Trvání zátopu :	3.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	308.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	308.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	10.9 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 PC650iz	219.5	0.48	$e = 1.00$	0.10	-----	127.29 W/K
Ok.plast.iz2sk	8.6	1.40	$e = 1.15$	0.40	-----	17.88 W/K
Podl.vniKD P2	84.4	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.25	15.69 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = 0.19$	0.15	-----	3.62 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = 0.05$	0.10	-----	0.99 W/K
Okno s 1 sklem	2.2	4.50	$f_{i,i} = 0.05$	0.50	-----	0.58 W/K
Zd.vni.150d.c.	28.5	1.72	$f_{i,i} = 0.05$	0.15	-----	2.88 W/K
Dveře vnitřní d	2.7	2.00	$f_{i,i} = 0.05$	0.50	-----	0.36 W/K
Strop vni	84.4	1.08	$f_{i,i} = 0.05$	0.10	-----	5.38 W/K
Zd. PC300vni	16.5	1.56	$f_{i,i} = 0.19$	0.10	-----	5.18 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 1518 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.57 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	6655 W,	tj.	18.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	1472 W,	tj.	5.8 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	9645 W,	tj.	11.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	2	Název místnosti :	Jídelna
Půd. plocha A :	157.5 m ²	Objem vzduchu V :	410.9 m ³
Exp. obvod P :	15.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	20.0 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s

Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 4.0 C Trvání zátoku : 2.0 h
 Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 480.0 m³/h
 Odvod V_{ex} : 480.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 9.5 C
 Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.plast.iz2sk	13.0	1.40	$e = 1.15$	0.50	-----	28.32 W/K
ZD PC650iz	38.2	0.48	$e = 1.00$	0.10	-----	22.15 W/K
Podl.vniKD P2	157.5	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.17	18.44 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = -0.06$	0.10	-----	-1.05 W/K
Zd.vni.150d.c.	28.5	1.72	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-3.05 W/K
Okno s 1 sklem	3.2	4.50	$f_{i,i} = -0.06$	0.50	-----	-0.93 W/K
Dveře vnitřní d	1.6	2.00	$f_{i,i} = -0.06$	0.50	-----	-0.23 W/K
Dveře plastové	8.7	1.60	$f_{i,i} = 0.14$	0.40	-----	2.48 W/K
Zd.PC650vni	43.0	1.01	$f_{i,i} = 0.10$	0.10	-----	4.54 W/K
Dveře vnitřní d	4.4	2.00	$f_{i,i} = 0.10$	0.50	-----	1.06 W/K
Zd.PC650vni	5.6	1.01	$f_{i,i} = 0.14$	0.10	-----	0.88 W/K
Zd.vni CD300	21.5	1.16	$f_{i,i} = 0.14$	0.15	-----	4.01 W/K
Strop vni	157.5	1.08	$f_{i,i} = 0.00$	0.05	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 3780 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.47 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 2682 W, tj. 7.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 2300 W, tj. 9.1 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 8763 W, tj. 10.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1.NP
 Číslo místnosti : 3 Název místnosti : Obálka ost.
 Půd. plocha A : 312.8 m² Objem vzduchu V : 668.2 m³
 Exp. obvod P : 56.7 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 18.0 C Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole
 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 : 4.0 C Trvání zátoku : 2.0 h
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZD PC650iz	35.5	0.48	$e = 1.00$	0.10	-----	20.60 W/K
Ok.plast.iz2sk	22.7	1.40	$e = 1.15$	0.50	-----	49.67 W/K
Dveře plastové	5.8	1.60	$e = 1.15$	0.40	-----	13.34 W/K
Podl.vniKD P2	312.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	48.21 W/K
Zd.vni CD300	21.5	1.16	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-1.70 W/K
Zd.PC650vni	74.2	1.01	$f_{i,i} = -0.09$	0.20	-----	-8.16 W/K
Dveře vnitřní d	5.3	3.00	$f_{i,i} = -0.09$	0.50	-----	-1.69 W/K
Dveře vnitřní d	3.7	3.00	$f_{i,i} = 0.09$	0.40	-----	1.13 W/K
Dveře vnitřní d	1.6	2.00	$f_{i,i} = 0.54$	0.50	-----	2.13 W/K
Strop vni	312.8	1.08	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-23.32 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 7508 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 3307 W, tj. 9.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 3521 W, tj. 13.9 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 14336 W, tj. 16.3 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 12644 W, tj. 34.7 % z celkové ztráty prostupem objektu

Ztráta větráním $F_{i,V}$: 7293 W, tj. 28.8 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 32744 W, tj. 37.2 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : obálka 2/3 NP
 Číslo místnosti : 1 Název místnosti : obálka 2/3
 Půd. plocha A : 554.7 m² Objem vzduchu V : 3037.6 m³
 Exp. obvod P : 99.5 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole
 Stř.rad.teplota : 20.0 C Rychlost proudění : 0.0 m/s
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 4.0 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 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.plast.iz2sk	96.4	1.40	e = 1.15	0.50	-----	210.55 W/K
ZD PC650iz	498.4	0.48	e = 1.00	0.10	-----	289.05 W/K
Str.3.NP intr.A	442.2	0.25	bu= 0.74	0.10	-----	114.87 W/K
Str.3.NP intr.B	112.5	0.26	bu= 0.74	0.15	-----	34.29 W/K
Strop vni kob.	129.0	1.08	f,i =-0.03	0.15	-----	-4.53 W/K
Strop vni KD	33.6	1.15	f,i =-0.03	0.00	-----	-1.11 W/K
Strop vni kob	86.8	1.08	f,i = 0.14	0.10	-----	14.63 W/K
Strop vni KD	103.5	1.15	f,i = 0.14	0.10	-----	18.48 W/K
Strop vni PVC	22.4	1.12	f,i = 0.14	0.00	-----	3.58 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 13313 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 23793 W, tj. 65.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 18074 W, tj. 71.2 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 55180 W, tj. 62.8 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 23793 W, tj. 65.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 18074 W, tj. 71.2 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 55180 W, tj. 62.8 % 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	Kuchyň	22.0	84.4	204.9	9645	11.0%	260.67
1/ 2	Jídlna	20.0	157.5	410.9	8763	10.0%	250.36
1/ 3	Obálka ost.	18.0	312.8	668.2	14336	16.3%	434.43
2/ 1	obálka 2/3	20.0	554.7	3037.6	55180	62.8%	1576.56
Součet:			1109.4	4321.6	87924	100.0%	2522.03

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 87.924 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **36.437 kW** 41.4 %
 Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **25.367 kW** 28.9 %
 Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : 26.119 kW 29.7 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
ZD PC650iz	13.474 kW	15.3 %	791.5 m2	17.0 W/m2
Ok.plast.iz2sk	7.883 kW	9.0 %	140.7 m2	56.0 W/m2
Podl.vniKD P2	2.817 kW	3.2 %	554.7 m2	5.1 W/m2
Zd.PC650vni	0.065 kW	0.1 %	172.2 m2	0.4 W/m2
Okno s 1 sklem	-0.010 kW	-0.0 %	5.4 m2	-1.8 W/m2
Zd.vni.150d.c.	0.000 kW	0.0 %	57.0 m2	0.0 W/m2
Dveře vnitřní d	0.075 kW	0.1 %	19.2 m2	3.9 W/m2
Strop vni	-0.494 kW	-0.6 %	554.7 m2	-0.9 W/m2
Zd. PC300vni	0.180 kW	0.2 %	16.5 m2	10.9 W/m2
Dveře plastové	0.422 kW	0.5 %	14.5 m2	29.1 W/m2
Zd.vni CD300	0.075 kW	0.1 %	42.9 m2	1.7 W/m2
Str.3.NP intr.A	2.875 kW	3.3 %	442.2 m2	6.5 W/m2
Str.3.NP intr.B	0.763 kW	0.9 %	112.5 m2	6.8 W/m2
Strop vni kob.	-0.139 kW	-0.2 %	129.0 m2	-1.1 W/m2
Strop vni KD	0.556 kW	0.6 %	137.1 m2	4.1 W/m2
Strop vni kob	0.469 kW	0.5 %	86.8 m2	5.4 W/m2
Strop vni PVC	0.125 kW	0.1 %	22.4 m2	5.6 W/m2
Tepelné mosty	7.301 kW	8.3 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 5325.12 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 2047.42 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 19.8 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.51 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 96.267 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 68.951 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 31.951 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 15.975 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 122.085 MWh/a
 (pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
22.9 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: 1036.5 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 2047.4 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.51 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U,em,N: 0.69 W/m2K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.51 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: 73 %

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 KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Stará budova - internát

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 5325,1 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 2047,4 \text{ m}^2$

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 $e_{VN} = 30,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 22,9 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Šatny a vstup
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 1)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 15.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 115.0 m²
Exponovaný obvod objektu P : 23.0 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 379.5 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : 1.NP	
Číslo místnosti : 1	Název místnosti : Šatny	
Půd. plocha A : 115.0 m ²	Objem vzduchu V : 283.5 m ³	
Exp. obvod P : 23.0 m	Počet na podlaží : 1	
Teplota T_i : 15.0 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole	
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 : 4.0 C	Trvání zátopy : 2.0 h	
Typ větrání : přirozené	Min. hyg. výměna : 0.5 1/h	
Výměna n50 : 2.0 1/h	Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00	

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.plast.iz2sk	3.5	1.40	e = 1.15	0.40	-----	7.29 W/K
Dveře plastové	8.9	1.60	e = 1.15	0.30	-----	19.51 W/K
Ok.plast.iz2sk	23.0	1.40	e = 1.15	0.30	-----	45.04 W/K
Panel obv.s om.	18.4	0.54	e = 1.00	0.25	-----	14.56 W/K
Panel obv.s iz.	22.0	0.54	e = 1.00	0.25	-----	17.34 W/K
Podl.vniKD P2	115.0	0.60	Gw= 1.00	-----	0.25	16.33 W/K
Str.pan.iz	115.0	0.23	bu= 0.74	0.10	-----	28.08 W/K
Zd. PC650vni	24.9	1.01	f,i =-0.20	0.25	-----	-6.27 W/K
Dv.vni.kov.1sk.	2.9	6.50	f,i =-0.20	0.40	-----	-3.95 W/K
Dv.vni.kov.1sk.	2.9	6.50	f,i =-0.14	0.40	-----	-2.67 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	f,i =-0.14	0.40	-----	-4.04 W/K
Okno s jedním s	5.2	5.70	f,i =-0.14	0.30	-----	-4.25 W/K
Zd.vni.150d.c.	5.2	1.72	f,i =-0.20	0.10	-----	-1.91 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 2760 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 3752 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 1205 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 7716 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 3752 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 1205 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 7716 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 Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	Šatny	15.0	115.0	283.5	7716	100.0%	257.21
Součet:			115.0	283.5	7716	100.0%	257.21

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 7.716 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **3.752 kW 48.6 %**Součet tep. ztrát větráním Fi,V **1.205 kW 15.6 %**Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : **2.760 kW 35.8 %****Tep. ztráta prostupem:**

			Plocha:	Fi,T/m2:
Ok.plast.iz2sk	1.283 kW	16.6 %	26.6 m2	48.3 W/m2
Dveře plastové	0.493 kW	6.4 %	8.9 m2	55.2 W/m2
Panel obv.s om.	0.218 kW	2.8 %	43.3 m2	5.0 W/m2
Panel obv.s iz.	0.356 kW	4.6 %	22.0 m2	16.2 W/m2
Podl.vniKD P2	0.490 kW	6.3 %	115.0 m2	4.3 W/m2
Str.pan.iz	0.587 kW	7.6 %	115.0 m2	5.1 W/m2
Zd. PC650vni	-0.151 kW	-2.0 %	24.9 m2	-6.1 W/m2
Dv.vni.kov.1sk.	-0.187 kW	-2.4 %	5.7 m2	-32.7 W/m2
Okno s jedním s	-0.121 kW	-1.6 %	5.2 m2	-23.1 W/m2
Zd.vni.150d.c.	-0.054 kW	-0.7 %	5.2 m2	-10.3 W/m2
Tepelné mosty	0.839 kW	10.9 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 379.50 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 305.87 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 15.0 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.41 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 8.137 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 3.443 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 2.277 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 1.139 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 8.506 MWh/a*(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)*

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
22.4 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: 125.1 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 305.9 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.41 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$: 0.49 W/m²KPrůměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} : 0.41 W/m²K**Stupeň tepelné náročnosti STN: 84 %**

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 KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Šatny a vstup

Rekapitulace vstupních dat:Objem vytápěných zón budovy $V =$ 379,5 m³Plocha ohraničujících konstrukcí $A =$ 305,9 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 $e_{VN} =$ 41,6 kWh/m³a**Výsledky výpočtu:**měrná potřeba energie $e_V =$ 22,4 kWh/m³aHodnota 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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Budova 1 - škola
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 1)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.1 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 392.0 m²
Exponovaný obvod objektu P : 64.1 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 2822.4 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	Pův.budova
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	obálka
Pūd. plocha A :	392.0 m ²	Objem vzduchu V :	2494.4 m ³
Exp. obvod P :	64.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	19.1 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	19.1 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	2.0 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
Panel obv.s om.	306.6	0.54	$e = 1.00$	0.25	-----	242.21 W/K
Ok.plast.iz2sk	129.9	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	239.02 W/K
Ok.plast.iz2sk	20.2	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	37.09 W/K
Podl.vniKD P2	80.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.22	12.27 W/K
Podl.vni lino/A	311.1	0.59	$G_w = 1.00$	-----	0.22	46.92 W/K
Str.pan.iz+d.iz	392.0	0.15	$b_u = 0.74$	0.20	-----	101.53 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	$f_{i,i} = 0.12$	0.20	-----	2.97 W/K
Ok.kov.1sk	5.2	6.50	$f_{i,i} = 0.12$	0.30	-----	4.25 W/K
Dv.kov.1sk	2.9	6.50	$f_{i,i} = 0.12$	0.40	-----	2.35 W/K
Konst.virt.	19.8	0.91	$f_{i,i} = 0.00$	0.00	-----	0.00 W/K
Panel obv.s om.	25.1	0.80	$f_{i,i} = 0.00$	0.20	-----	0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	23458 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	57771 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	81229 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	23458 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	57771 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	81229 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	obálka	19.1	392.0	2494.4	81229	100.0%	2384.89
Součet:			392.0	2494.4	81229	100.0%	2384.89

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 81.229 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **23.458 kW** 28.9 %
 Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **57.771 kW** 71.1 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Panel obv.s om.	5.723 kW	7.0 %	356.6 m ²	16.0 W/m ²
Ok.plast.iz2sk	8.229 kW	10.1 %	150.1 m ²	54.8 W/m ²
Podl.vniKD P2	0.418 kW	0.5 %	80.8 m ²	5.2 W/m ²
Podl.vni lino/A	1.598 kW	2.0 %	311.1 m ²	5.1 W/m ²
Str.pan.iz+d.iz	1.482 kW	1.8 %	392.0 m ²	3.8 W/m ²
Ok.kov.1sk	0.138 kW	0.2 %	5.2 m ²	26.4 W/m ²
Dv.kov.1sk	0.075 kW	0.1 %	2.9 m ²	26.4 W/m ²
Konst.virt.	0.000 kW	0.0 %	19.8 m ²	0.0 W/m ²
Tepelné mosty	5.794 kW	7.1 %	---	---

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

Uvažované hodnoty :
 - objem vytápěných částí budovy V = 2822.40 m³
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 1240.66 m²
 - převažující prům. vnitřní teplota T_i = 19.1 C
 - prům. souč. prostupu U_{em} = 0.56 W/m²K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} : 61.062 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} : 34.887 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E_{vz} : 16.934 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření E_{zs} : 8.467 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r : 73.087 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e_v : budova s regulací
25.9 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 : 688.7 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A : 1240.7 m²

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} 0.56 W/m²K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$: 0.64 W/m²K
 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} : 0.56 W/m²K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **87 %**

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 KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy: Budova 1 - škola

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V =$ 2822,4 m³

Plocha ohraničujících konstrukcí $A =$ 1240,7 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 $e_{VN} =$ 32,1 kWh/m³a

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V =$ 25,9 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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Budova 2 - přístavba
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 1)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg_1 : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 18.9 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 567.1 m²
Exponovaný obvod objektu P : 107.4 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 5836.8 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	přístavba
Číslo místnosti :	1	Název místnosti :	obálka
Půd. plocha A :	567.1 m ²	Objem vzduchu V :	5256.0 m ³
Exp. obvod P :	107.4 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.9 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
Stř.rad.teplota :	18.9 C	Rychlost proudění :	0.0 m/s
Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	4.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	2.0 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
Panel obv.s om.	796.7	0.54	$e = 1.00$	0.25	-----	629.42 W/K
Ok.plast.iz2sk	271.7	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	499.89 W/K
Ok.plast.iz2sk	20.2	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	37.09 W/K
Dveře plastové	9.6	1.60	$e = 1.15$	0.30	-----	20.98 W/K
Ok.plast.iz2sk	9.1	1.40	$e = 1.15$	0.40	-----	18.88 W/K
Podl.vniKD	68.0	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	11.07 W/K
Podl.vniKD	72.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	11.86 W/K
Podl.vni lino	426.3	0.59	$G_w = 1.00$	-----	0.24	68.91 W/K
Str.pan.iz+d.iz	499.1	0.15	$bu = 0.74$	0.20	-----	129.27 W/K
Str.pan.iz	68.0	0.23	$bu = 0.74$	0.10	-----	16.61 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	$f_i = -0.00$	0.20	-----	-0.11 W/K
KOnstr.virt.	19.8	1.22	$f_i = -0.00$	0.00	-----	-0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 12476 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	48958 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	121196 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	182630 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	48958 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	121196 W,	tj.	100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	182630 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 Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	obálka	18.9	567.1	5256.0	182630	100.0%	5385.73
Součet:			567.1	5256.0	182630	100.0%	5385.73

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 182.630 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **48.958 kW** 26.8 %
 Součet tep. ztrát větráním Fi,V **121.196 kW** 66.4 %
 Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : **12.476 kW** 6.8 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
Panel obv.s om.	14.586 kW	8.0 %	821.6 m2	17.8 W/m2
Ok.plast.iz2sk	16.431 kW	9.0 %	301.0 m2	54.6 W/m2
Dveře plastové	0.599 kW	0.3 %	9.6 m2	62.4 W/m2
Podl.vniKD	0.778 kW	0.4 %	140.9 m2	5.5 W/m2
Podl.vni lino	2.337 kW	1.3 %	426.3 m2	5.5 W/m2
Str.pan.iz+d.iz	1.879 kW	1.0 %	499.1 m2	3.8 W/m2
Str.pan.iz	0.392 kW	0.2 %	68.0 m2	5.8 W/m2
KOnstr.virt.	-0.004 kW	-0.0 %	19.8 m2	-0.2 W/m2
Tepelné mosty	11.960 kW	6.5 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 5836.77 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 2241.50 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 18.9 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.64 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 126.746 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 71.437 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 35.021 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 17.510 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 150.905 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

)

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
25.9 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: 1443.8 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 2241.5 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.64 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U,em,N: 0.69 W/m2K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.64 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: 93 %

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 KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Budova 2 - přístavba

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 5836,8 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 2241,5 \text{ m}^2$

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 $e_{VN} = 30,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 25,9 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Stará budova - internát
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.8 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 554.7 m²
Exponovaný obvod objektu P : 89.5 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 5325.1 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.7 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : 1.NP	
Číslo místnosti : 1	Název místnosti : Kuchyň	
Pūd. plocha A : 84.4 m ²	Objem vzduchu V : 204.9 m ³	
Exp. obvod P : 17.4 m	Počet na podlaží : 1	
Teplota T_i : 22.0 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole	
Stř.rad.teplota : 22.0 C	Rychlost proudění : 0.0 m/s	
Vytápění : přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W	
Pokles T_i : 4.0 C	Trvání zátoku : 3.0 h	
Typ větrání : nucené	Přívod vzduchu V_{su} : 308.0 m ³ /h	
Odvod V_{ex} : 308.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu : 10.9 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 PC650 2x iz	219.5	0.20	e = 1.00	0.10	-----	65.84 W/K
Ok.plast.iz2sk	8.6	1.40	e = 1.15	0.40	-----	17.88 W/K
Podl.vniKD P2	84.4	0.60	Gw= 1.00	-----	0.25	15.69 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	f,i = 0.19	0.15	-----	3.62 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	f,i = 0.05	0.10	-----	0.99 W/K
Okno s 1 sklem	2.2	4.50	f,i = 0.05	0.50	-----	0.58 W/K
Zd.vni.150d.c.	28.5	1.72	f,i = 0.05	0.15	-----	2.88 W/K
Dveře vnitřní d	2.7	2.00	f,i = 0.05	0.50	-----	0.36 W/K
Strop vni	84.4	1.08	f,i = 0.05	0.10	-----	5.38 W/K
Zd. PC300vni	16.5	1.56	f,i = 0.19	0.10	-----	5.18 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 1518 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.57 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 4381 W,	tj. 15.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 1472 W,	tj. 5.8 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 7371 W,	tj. 9.3 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : 1.NP	
Číslo místnosti : 2	Název místnosti : Jídelna	
Pūd. plocha A : 157.5 m ²	Objem vzduchu V : 410.9 m ³	
Exp. obvod P : 15.5 m	Počet na podlaží : 1	
Teplota T_i : 20.0 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole	
Stř.rad.teplota : 20.0 C	Rychlost proudění : 0.0 m/s	

Vytápění :	přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Pokles T_i :	4.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	480.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	480.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	9.5 C
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.plast.iz2sk	13.0	1.40	$e = 1.15$	0.50	-----	28.32 W/K
ZD PC650 2x iz	38.2	0.20	$e = 1.00$	0.10	-----	11.46 W/K
Podl.vniKD P2	157.5	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.17	18.44 W/K
Zd.PC650vni	16.5	1.01	$f_{i,i} = -0.06$	0.10	-----	-1.05 W/K
Zd.vni.150d.c.	28.5	1.72	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-3.05 W/K
Okno s 1 sklem	3.2	4.50	$f_{i,i} = -0.06$	0.50	-----	-0.93 W/K
Dveře vnitřní d	1.6	2.00	$f_{i,i} = -0.06$	0.50	-----	-0.23 W/K
Dveře plastové	8.7	1.60	$f_{i,i} = 0.14$	0.40	-----	2.48 W/K
Zd.PC650vni	43.0	1.01	$f_{i,i} = 0.10$	0.10	-----	4.54 W/K
Dveře vnitřní d	4.4	2.00	$f_{i,i} = 0.10$	0.50	-----	1.06 W/K
Zd.PC650vni	5.6	1.01	$f_{i,i} = 0.14$	0.10	-----	0.88 W/K
Zd.vni CD300	21.5	1.16	$f_{i,i} = 0.14$	0.15	-----	4.01 W/K
Strop vni	157.5	1.08	$f_{i,i} = 0.00$	0.05	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 3780 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.47 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	2308 W,	tj.	8.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	2300 W,	tj.	9.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	8388 W,	tj.	10.6 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1.NP
Číslo místnosti :	3	Název místnosti :	Obálka ost.
Půd. plocha A :	312.8 m ²	Objem vzduchu V :	668.2 m ³
Exp. obvod P :	56.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	18.0 C	Typ vytápění :	teplovzdušné, přívod dole
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 :	4.0 C	Trvání zátoku :	2.0 h
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
ZD PC650 2x iz	35.5	0.20	$e = 1.00$	0.10	-----	10.66 W/K
Ok.plast.iz2sk	22.7	1.40	$e = 1.15$	0.50	-----	49.67 W/K
Dveře plastové	5.8	1.60	$e = 1.15$	0.40	-----	13.34 W/K
Podl.vniKD P2	312.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	48.21 W/K
Zd.vni CD300	21.5	1.16	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-1.70 W/K
Zd.PC650vni	74.2	1.01	$f_{i,i} = -0.09$	0.20	-----	-8.16 W/K
Dveře vnitřní d	5.3	3.00	$f_{i,i} = -0.09$	0.50	-----	-1.69 W/K
Dveře vnitřní d	3.7	3.00	$f_{i,i} = 0.09$	0.40	-----	1.13 W/K
Dveře vnitřní d	1.6	2.00	$f_{i,i} = 0.54$	0.50	-----	2.13 W/K
Strop vni	312.8	1.08	$f_{i,i} = -0.06$	0.15	-----	-23.32 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 7508 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	2979 W,	tj.	10.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	3521 W,	tj.	13.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	14008 W,	tj.	17.7 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 9668 W, tj. 34.9 % z celkové ztráty prostupem objektu

Ztráta větráním $F_{i,V}$: 7293 W, tj. 28.8 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 29768 W, tj. 37.6 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : obálka 2/3 NP
 Číslo místnosti : 1 Název místnosti : obálka 2/3
 Půd. plocha A : 554.7 m² Objem vzduchu V : 3037.6 m³
 Exp. obvod P : 99.5 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole
 Stř.rad.teplota : 20.0 C Rychlost proudění : 0.0 m/s
 Vytápění : přerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Pokles T_i : 4.0 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 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Ok.plast.iz2sk	96.4	1.40	e = 1.15	0.50	-----	210.55 W/K
ZD PC650 2x iz	498.4	0.20	e = 1.00	0.10	-----	149.51 W/K
Str.3.NP intr.A	442.2	0.19	bu= 0.74	0.10	-----	94.90 W/K
Str.3.NP intr.B	112.5	0.20	bu= 0.74	0.15	-----	29.13 W/K
Strop vni kob.	129.0	1.08	f,i =-0.03	0.15	-----	-4.53 W/K
Strop vni KD	33.6	1.15	f,i =-0.03	0.00	-----	-1.11 W/K
Strop vni kob	86.8	1.08	f,i = 0.14	0.10	-----	14.63 W/K
Strop vni KD	103.5	1.15	f,i = 0.14	0.10	-----	18.48 W/K
Strop vni PVC	22.4	1.12	f,i = 0.14	0.00	-----	3.58 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 13313 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 18030 W, tj. 65.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 18074 W, tj. 71.2 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 49417 W, tj. 62.4 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 18030 W, tj. 65.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 18074 W, tj. 71.2 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 49417 W, tj. 62.4 % 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 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	Kuchyň	22.0	84.4	204.9	7371	9.3%	199.22
1/ 2	Jídelna	20.0	157.5	410.9	8388	10.6%	239.67
1/ 3	Obálka ost.	18.0	312.8	668.2	14008	17.7%	424.49
2/ 1	obálka 2/3	20.0	554.7	3037.6	49417	62.4%	1411.90
Součet:			1109.4	4321.6	79184	100.0%	2275.28

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 79.184 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ 27.698 kW 35.0 %
 Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ 25.367 kW 32.0 %
 Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : 26.119 kW 33.0 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
ZD PC650 2x iz	5.614 kW	7.1 %	791.5 m2	7.1 W/m2
Ok.plast.iz2sk	7.883 kW	10.0 %	140.7 m2	56.0 W/m2
Podl.vniKD P2	2.817 kW	3.6 %	554.7 m2	5.1 W/m2
Zd.PC650vni	0.065 kW	0.1 %	172.2 m2	0.4 W/m2
Okno s 1 sklem	-0.010 kW	-0.0 %	5.4 m2	-1.8 W/m2
Zd.vni.150d.c.	0.000 kW	0.0 %	57.0 m2	0.0 W/m2
Dveře vnitřní d	0.075 kW	0.1 %	19.2 m2	3.9 W/m2
Strop vni	-0.494 kW	-0.6 %	554.7 m2	-0.9 W/m2
Zd. PC300vni	0.180 kW	0.2 %	16.5 m2	10.9 W/m2
Dveře plastové	0.422 kW	0.5 %	14.5 m2	29.1 W/m2
Zd.vni CD300	0.075 kW	0.1 %	42.9 m2	1.7 W/m2
Str.3.NP intr.A	2.176 kW	2.7 %	442.2 m2	4.9 W/m2
Str.3.NP intr.B	0.583 kW	0.7 %	112.5 m2	5.2 W/m2
Strop vni kob.	-0.139 kW	-0.2 %	129.0 m2	-1.1 W/m2
Strop vni KD	0.556 kW	0.7 %	137.1 m2	4.1 W/m2
Strop vni kob	0.469 kW	0.6 %	86.8 m2	5.4 W/m2
Strop vni PVC	0.125 kW	0.2 %	22.4 m2	5.6 W/m2
Tepelné mosty	7.301 kW	9.2 %	---	---

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

Uvažované hodnoty :	- objem vytápěných částí budovy V =	5325.12 m3
	- plocha ochlazovaných konstrukcí A =	2047.42 m2
	- převažující prům. vnitřní teplota Ti =	19.8 C
	- prům. souč. prostupu U _{em} =	0.39 W/m2K
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp:		73.350 MWh/a
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv:		68.951 MWh/a
Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz:		31.951 MWh/a
Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs:		15.975 MWh/a
Využitelnost tepelných zisků:		0.9
Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er:		99.168 MWh/a
<i>(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)</i>		

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
18.6 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:	789.8 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	2047.4 m2
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}	0.39 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U _{em,N} :	0.69 W/m2K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em}	0.39 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **56 %**

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 KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Stará budova - internát

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 5325,1 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 2047,4 \text{ m}^2$

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 $e_{VN} = 30,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 18,6 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Šatny a vstup
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 15.0 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 115.0 m²
Exponovaný obvod objektu P : 23.0 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 379.5 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : 1.NP	
Číslo místnosti : 1	Název místnosti : Šatny	
Půd. plocha A : 115.0 m ²	Objem vzduchu V : 283.5 m ³	
Exp. obvod P : 23.0 m	Počet na podlaží : 1	
Teplota T_i : 15.0 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole	
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 : 4.0 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
Ok.plast.iz2sk	3.5	1.40	$e = 1.15$	0.40	-----	7.29 W/K
Dveře plastové	8.9	1.60	$e = 1.15$	0.30	-----	19.51 W/K
Ok.plast.iz2sk	23.0	1.40	$e = 1.15$	0.30	-----	45.04 W/K
Panel obv.iz	18.4	0.24	$e = 1.00$	0.10	-----	6.28 W/K
Panel obv.iz	22.0	0.24	$e = 1.00$	0.10	-----	7.48 W/K
Podl.vniKD P2	115.0	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.25	16.33 W/K
Str.pan.iz+i.om	115.0	0.20	$b_u = 0.74$	0.10	-----	25.53 W/K
Zd. PC650vni	24.9	1.01	$f_{i,i} = -0.20$	0.25	-----	-6.27 W/K
Dv.vni.kov.1sk.	2.9	6.50	$f_{i,i} = -0.20$	0.40	-----	-3.95 W/K
Dv.vni.kov.1sk.	2.9	6.50	$f_{i,i} = -0.14$	0.40	-----	-2.67 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	$f_{i,i} = -0.14$	0.40	-----	-4.04 W/K
Okno s jedním s	5.2	5.70	$f_{i,i} = -0.14$	0.30	-----	-4.25 W/K
Zd.vni.150d.c.	5.2	1.72	$f_{i,i} = -0.20$	0.10	-----	-1.91 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušování vytápění $F_{i,RH}$: 2760 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 3131 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 1205 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 7096 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 3131 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 1205 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 7096 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	Šatny	15.0	115.0	283.5	7096	100.0%	236.53
Součet:			115.0	283.5	7096	100.0%	236.53

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) $F_{i,HL}$ 7.096 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem $F_{i,T}$ **3.131 kW** 44.1 %Součet tep. ztrát větráním $F_{i,V}$ **1.205 kW** 17.0 %

Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : 2.760 kW 38.9 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	$F_{i,T}/m^2$:
Ok.plast.iz2sk	1.283 kW	18.1 %	26.6 m ²	48.3 W/m ²
Dveře plastové	0.493 kW	6.9 %	8.9 m ²	55.2 W/m ²
Panel obv.iz	0.292 kW	4.1 %	40.4 m ²	7.2 W/m ²
Podl.vniKD P2	0.490 kW	6.9 %	115.0 m ²	4.3 W/m ²
Str.pan.iz+i.om	0.511 kW	7.2 %	115.0 m ²	4.4 W/m ²
Zd. PC650vni	-0.151 kW	-2.1 %	24.9 m ²	-6.1 W/m ²
Dv.vni.kov.1sk.	-0.187 kW	-2.6 %	5.7 m ²	-32.7 W/m ²
Panel obv.s om.	-0.081 kW	-1.1 %	24.9 m ²	-3.2 W/m ²
Okno s jedním s	-0.121 kW	-1.7 %	5.2 m ²	-23.1 W/m ²
Zd.vni.150d.c.	-0.054 kW	-0.8 %	5.2 m ²	-10.3 W/m ²
Tepelné mosty	0.657 kW	9.3 %	---	---

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 379.50 m³- plocha ochlazovaných konstrukcí A = 305.87 m²- převládající prům. vnitřní teplota T_i = 15.0 C- prům. souč. prostupu U_{em} = 0.34 W/m²KPotřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem E_{vp} : 6.791 MWh/aPotřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním E_{vv} : 3.443 MWh/aTepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla E_{vz} : 2.277 MWh/aTepelný zisk ze slunečního záření E_{zs} : 1.139 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění E_r : 7.160 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e_v : budova s regulací
18.9 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 BUDOVYSoučet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem H,T : 104.4 W/KPlocha obalových konstrukcí budovy A : 305.9 m²**Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} 0.34 W/m²K****STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):**

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$: 0.49 W/m²K
 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} : 0.34 W/m²K

Stupeň tepelné náročnosti STN: **70 %**

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 KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy: Šatny a vstup

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V =$ 379,5 m³

Plocha ohraničujících konstrukcí $A =$ 305,9 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 $e_{VN} =$ 41,6 kWh/m³a

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V =$ 18,9 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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Budova 1 - škola
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$: 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.1 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 392.0 m²
Exponovaný obvod objektu P : 64.1 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 2822.4 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : Pův.budova	
Číslo místnosti : 1	Název místnosti : obálka	
Půd. plocha A : 392.0 m ²	Objem vzduchu V : 2494.4 m ³	
Exp. obvod P : 64.1 m	Počet na podlaží : 1	
Teplota T_i : 19.1 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole	
Stř.rad.teplota : 19.1 C	Rychlost proudění : 0.0 m/s	
Vytápění : nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W	
Typ větrání : přirozené	Min. hyg. výměna : 2.0 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
Panel obv.iz	306.6	0.24	$e = 1.00$	0.10	-----	104.55 W/K
Ok.plast.iz2sk	129.9	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	239.02 W/K
Ok.plast.iz2sk	20.2	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	37.09 W/K
Podl.vniKD P2	80.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.22	12.27 W/K
Podl.vni lino/A	311.1	0.59	$G_w = 1.00$	-----	0.22	46.92 W/K
Str.pan.iz+d.iz	392.0	0.15	$bu = 0.74$	0.10	-----	72.52 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	$f_{i,i} = 0.12$	0.20	-----	2.97 W/K
Ok.kov.1sk	5.2	6.50	$f_{i,i} = 0.12$	0.30	-----	4.25 W/K
Dv.kov.1sk	2.9	6.50	$f_{i,i} = 0.12$	0.40	-----	2.35 W/K
Konst.virt.	19.8	0.91	$f_{i,i} = 0.00$	0.00	-----	0.00 W/K
Panel obv.s om.	25.1	0.80	$f_{i,i} = 0.00$	0.20	-----	0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 17781 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 57771 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 75552 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 17781 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 57771 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 75552 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 Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	obálka	19.1	392.0	2494.4	75552	100.0%	2218.21
Součet:			392.0	2494.4	75552	100.0%	2218.21

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 75.552 kW 100.0 %**

Součet tep. ztrát prostupem Fi,T 17.781 kW 23.5 %
 Součet tep. ztrát větráním Fi,V 57.771 kW 76.5 %

Tep. ztráta prostupem:

			Plocha:	Fi,T/m2:
Panel obv.iz	2.517 kW	3.3 %	306.6 m2	8.2 W/m2
Ok.plast.iz2sk	8.229 kW	10.9 %	150.1 m2	54.8 W/m2
Podl.vniKD P2	0.418 kW	0.6 %	80.8 m2	5.2 W/m2
Podl.vni lino/A	1.598 kW	2.1 %	311.1 m2	5.1 W/m2
Str.pan.iz+d.iz	1.482 kW	2.0 %	392.0 m2	3.8 W/m2
Panel obv.s om.	0.084 kW	0.1 %	50.0 m2	1.7 W/m2
Ok.kov.1sk	0.138 kW	0.2 %	5.2 m2	26.4 W/m2
Dv.kov.1sk	0.075 kW	0.1 %	2.9 m2	26.4 W/m2
Konst.virt.	0.000 kW	0.0 %	19.8 m2	0.0 W/m2
Tepelné mosty	3.240 kW	4.3 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 2822.40 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 1240.66 m2
 - převládající prům. vnitřní teplota Ti = 19.1 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.42 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 46.285 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 34.887 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 16.934 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 8.467 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 58.310 MWh/a

(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
20.7 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: 522.0 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 1240.7 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.42 W/m2K**STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):**

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla U,em,N: 0.64 W/m2K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.42 W/m2K

Stupeň tepelné náročnosti STN: 66 %

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. Přesnou hodnotu STN pro méně běžné budovy je nutné stanovit individuálním výpočtem.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ
VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.**

Název úlohy: Budova 1 - škola

Rekapitulace vstupních dat:

Objem vytápěných zón budovy $V = 2822,4 \text{ m}^3$

Plocha ohraničujících konstrukcí $A = 1240,7 \text{ m}^2$

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 $e_{VN} = 32,1 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

Výsledky výpočtu:

měrná potřeba energie $e_V = 20,7 \text{ kWh/m}^3\text{a}$

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, Vyhlášky č. 291/2001 Sb. a STN 730540

Název objektu : Budova 2 - přístavba
Zakázka : Zvláštní škola ÚO
Varianta : Varianta 2)

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 3.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg_1 : 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 18.9 C
Půdorysná plocha podlahy objektu A : 567.1 m²
Exponovaný obvod objektu P : 107.4 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 5836.8 m³
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1	Název podlaží : přístavba	
Číslo místnosti : 1	Název místnosti : obálka	
Půd. plocha A : 567.1 m ²	Objem vzduchu V : 5256.0 m ³	
Exp. obvod P : 107.4 m	Počet na podlaží : 1	
Teplota T_i : 18.9 C	Typ vytápění : teplovzdušné, přívod dole	
Stř.rad.teplota : 18.9 C	Rychlost proudění : 0.0 m/s	
Vytápění : přerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W	
Pokles T_i : 4.0 C	Trvání zátoku : 2.0 h	
Typ větrání : přirozené	Min. hyg. výměna : 2.0 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
Panel obv.iz	796.7	0.24	$e = 1.00$	0.10	-----	271.69 W/K
Ok.plast.iz2sk	271.7	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	499.89 W/K
Ok.plast.iz2sk	20.2	1.40	$e = 1.15$	0.20	-----	37.09 W/K
Dveře plastové	9.6	1.60	$e = 1.15$	0.30	-----	20.98 W/K
Ok.plast.iz2sk	9.1	1.40	$e = 1.15$	0.40	-----	18.88 W/K
Podl.vniKD	68.0	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	11.07 W/K
Podl.vniKD	72.8	0.60	$G_w = 1.00$	-----	0.24	11.86 W/K
Podl.vni lino	426.3	0.59	$G_w = 1.00$	-----	0.24	68.91 W/K
Str.pan.iz+d.iz	499.1	0.15	$b_u = 0.74$	0.10	-----	92.33 W/K
Str.pan.iz+i.om	68.0	0.20	$b_u = 0.74$	0.10	-----	15.10 W/K
Panel obv.s om.	24.9	0.80	$f_i = -0.00$	0.20	-----	-0.11 W/K
KOnstr.virt.	19.8	1.22	$f_i = -0.00$	0.00	-----	-0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušování vytápění $F_{i,RH}$: 12476 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 35523 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 121196 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 169196 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 35523 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 121196 W,	tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 169196 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 Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 1	obálka	18.9	567.1	5256.0	169196	100.0%	4989.55
Součet:			567.1	5256.0	169196	100.0%	4989.55

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 169.196 kW 100.0 %**Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **35.523 kW** 21.0 %Součet tep. ztrát větráním Fi,V **121.196 kW** 71.6 %Korekce ztrát (zisky, přeruš. vytápění) : **12.476 kW** 7.4 %**Tep. ztráta prostupem:**

			Plocha:	Fi,T/m2:
Panel obv.iz	6.511 kW	3.8 %	796.7 m2	8.2 W/m2
Ok.plast.iz2sk	16.431 kW	9.7 %	301.0 m2	54.6 W/m2
Dveře plastové	0.599 kW	0.4 %	9.6 m2	62.4 W/m2
Podl.vniKD	0.778 kW	0.5 %	140.9 m2	5.5 W/m2
Podl.vni lino	2.337 kW	1.4 %	426.3 m2	5.5 W/m2
Str.pan.iz+d.iz	1.879 kW	1.1 %	499.1 m2	3.8 W/m2
Str.pan.iz+i.om	0.341 kW	0.2 %	68.0 m2	5.0 W/m2
Panel obv.s om.	-0.003 kW	-0.0 %	24.9 m2	-0.1 W/m2
KOnstr.virt.	-0.004 kW	-0.0 %	19.8 m2	-0.2 W/m2
Tepelné mosty	6.655 kW	3.9 %	---	---

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

Uvažované hodnoty : - objem vytápěných částí budovy V = 5836.77 m3
 - plocha ochlazovaných konstrukcí A = 2241.50 m2
 - převažující prům. vnitřní teplota Ti = 18.9 C
 - prům. souč. prostupu U,em = 0.47 W/m2K

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem Evp: 91.966 MWh/a

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním Evv: 71.437 MWh/a

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla Evz: 35.021 MWh/a

Tepelný zisk ze slunečního záření Ezs: 17.510 MWh/a

Využitelnost tepelných zisků: 0.9

Výsledná potřeba tepla pro vytápění Er: 116.125 MWh/a*(pro budovu s instalovanou automatickou regulací vytápěcího zařízení)*

Vypočtená měrná potřeba tepla e,v: budova s regulací
19.9 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: 1047.6 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy A: 2241.5 m2

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em 0.47 W/m2K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 730540 (2005):Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{e,m,N}$:0.69 W/m²KPrůměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{e,m}$ 0.47 W/m²K**Stupeň tepelné náročnosti STN:****68 %**

Poznámka: Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{e,m,N}$ 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 KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO č. 291/2001 Sb.

Název úlohy:

Budova 2 - přístavba

Rekapitulace vstupních dat:Objem vytápěných zón budovy $V =$ 5836,8 m³Plocha ohraničujících konstrukcí $A =$ 2241,5 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 $e_{V,N} =$ 30,6 kWh/m³a**Výsledky výpočtu:**měrná potřeba energie $e_V =$ 19,9 kWh/m³aHodnota e_V zahrnuje i tepelné zisky - objekt má automatickou regulaci vytápění. **$e_V < e_{V,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**