

# **Energetický audit**

***Panelový bytový dům***

***Oblá 14***

***Nový Lískovec, Brno***

**Brno, únor 2003**

Zpracoval: Ing. Hana Kuklínková  
Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Ing. Ladislav Bárta, CSc.  
Ing. Radim Drápal  
Ing. Václav Hrubý  
Ing. Petr Machynka  
Ing. Radka Tichavská  
Ing. Vojtěch Zubíček

## OBSAH

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	4
1.1	Zadavatel.....	4
1.2	Zpracovatel.....	4
1.3	Předmět energetického auditu.....	5
1.4	Účel zpracování energetického auditu.....	5
1.5	Parametry pro hodnocení budov .....	6
2	POPIS VÝCHOZÍHO STAVU .....	7
2.1	Základní údaje o předmětu EA .....	7
2.2	Systémy TZB .....	7
2.3	Základní údaje o energetických vstupech.....	10
2.4	Vlastní energetické zdroje .....	12
2.5	Rozvod energie v předmětu EA.....	13
2.6	Spotřebiče energie .....	13
3	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU .....	14
3.1	Rozvody, TZB.....	14
3.2	Budova .....	15
3.2.1	Porovnání tepelného odporu konstrukce .....	16
3.2.2	Bilance potřeby tepla pro vytápění .....	18
3.2.3	Měrná spotřeba tepla při vytápění objektu dle vyhlášky č.291/2001 Sb. .	18
3.2.4	Zhodnocení současného stavu - stavební část .....	19
3.3	Energetická bilance výchozího stavu.....	20
3.4	Potenciál energetických úspor.....	20
4	NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE .....	21
4.1	Budova .....	22
4.1.1	Varianta I .....	22
4.1.1.1	Porovnání součinitele prostupu tepla oken .....	22
4.1.1.2	Porovnání součinitele prostupu tepla konstrukce .....	22
4.1.1.3	Porovnání tepelného odporu střešní konstrukce .....	23
4.1.1.4	Bilance potřeby tepla pro vytápění .....	24
4.1.1.5	Měrná spotřeba tepla při vytápění objektu dle vyhl. č.291/2001 Sb...	25
4.1.1.6	Skladba investičních nákladů .....	26
4.1.2	Varianta II .....	26
4.1.2.1	Porovnání součinitele prostupu tepla oken .....	26
4.1.2.2	Porovnání součinitele prostupu tepla konstrukce .....	27
4.1.2.3	Porovnání tepelného odporu střešní konstrukce .....	28
4.1.2.4	Bilance potřeby tepla pro vytápění .....	29
4.1.2.5	Měrná spotřeba tepla při vytápění objektu dle vyhl. č.291/2001 Sb...	30
4.1.2.6	Skladba investičních nákladů .....	30
4.2	Systém TZB.....	31
4.2.1	Varianta I .....	31
4.2.1.1	Úsporné sprchové hlavice, renovace výtokových armatur.....	31
4.2.1.2	Úsporné perlátory,renovace výtokových armatur .....	31
4.2.1.3	Nové rozvody a izolace TUV .....	31
4.2.1.4	Vyregulování otopné soustavy, izolace rozvodů a armatur vytápění .	32
4.2.1.5	Náklady na realizaci opatření .....	32
4.2.2	Varianta II .....	32
4.2.2.1	Inovace TUV.....	32

4.2.2.2	Nucená ventilace a ZZT .....	34
4.2.2.3	Renovace vytápění .....	35
4.2.2.4	Solární kolektor TUV .....	37
4.2.2.5	Solární kolektor VZT .....	37
4.2.2.6	Úsporné zdroje světla .....	37
4.2.2.7	Náklady na realizaci opatření .....	38
4.3	Vybrané kombinace - varianty .....	38
4.4	Upravené energetické bilance pro varianty .....	39
5	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ .....	40
5.1	Roční provozní náklady .....	40
5.2	Základní ekonomické parametry projektu .....	40
6	ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT .....	41
6.1	Varianta I .....	41
6.2	Varianta II .....	41
7	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY .....	42
8	ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU .....	42
8.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství .....	42
8.2	Celkový potenciál úspor energie .....	43
8.3	Závěrečná doporučení .....	45
8.4	Evidenční list energetického auditu .....	46
	PŘÍLOHY .....	48

## 1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 1.1 Zadavatel

<b>Obchodní název, adresa</b>	<b>Městská část Brno – Nový Lískovec</b>
<b>Statutární zástupci</b>	Ing. Jana Drápalová - starostka
<b>Telefon</b>	547 211 333
<b>Fax</b>	547 211 334
<b>E – mail</b>	<a href="mailto:drapalova@nliskovec.brno.cz">drapalova@nliskovec.brno.cz</a>
<b>ICO</b>	638 111
<b>DIC</b>	není plátce DPH
<b>Pověřen jednáním</b>	Ing. Jan Sponar , Oblá 75a , 634 00 Brno
<b>Telefon</b>	547 211 337
<b>Fax</b>	547 211 334
<b>E – mail</b>	<a href="mailto:sponar@nliskovec.brno.cz">sponar@nliskovec.brno.cz</a>

### 1.2 Zpracovatel

<b>Obchodní název, adresa</b>	Vysoké učení technické v Brně Stavební fakulta Ústav technických zařízení budov
<b>Pracoviště</b>	Veveří 95, 662 37 Brno
<b>Statutární zástupci</b>	Prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc. - děkan fakulty
<b>Kontaktní osoba</b>	Ing. Jiří Hirš, CSc. – vedoucí ústavu TZB
<b>Tel./ fax</b>	+420 541 147 920
<b>E – mail</b>	<a href="mailto:2450@fce.vutb.cz">2450@fce.vutb.cz</a>
<b>ICO</b>	216 305
<b>DIC</b>	288 – 00216 305
<b>Bankovní spojení</b>	IPB, č.ú. 111044081/5100
<b>Zpracoval, auditorské osvědčení číslo</b>	<u>Ing. Hana Kuklínková</u> 060
<b>Datum</b>	
<b>Podpis</b>	.....

### 1.3 Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu je objekt samostatně stojícího bytového panelového domu Oblá 14. Objekt stojí v Brně městské části Nový Lískovec. Vstupní podlaží je technické a v nadzemních podlažích jsou vždy 4 třípokojové byty a prostory pro komory. Ve vstupním podlaží jsou : kočárkárna, místnost pro kola, prádelna, sušárna, žehlárna (mandl), 32 sklepních boxů, dílna a sklady (pronájem) a místnost se zásobníkem TUV.

V objektu byla provedena v červnu 2000 prohlídka zpracovatelem energetického auditu. Dotazníkovou akcí byl proveden průzkum mezi nájemníky zaměřený na energetickou spotřebu, způsob provozu energetických zařízení a nedostatky technických zařízení budov a techniky prostředí. V letech 2001 až 2002 bylo prováděno sledování a vyhodnocování energetické spotřeby.

### 1.4 Účel zpracování energetického auditu

Účelem energetického auditu (EA) je **zjištění hodnot energetických a finančních toků, specifikace energetické a finanční náročnosti** spojené s realizací navrhovaných opatření a zdůvodněných souborem **ekonomických ukazatelů** v rozsahu stanoveném metodikou (viz. zákon č. 406/2000 Sb.) Uvedené vyhodnocení je provedeno na základě technických a cenových podkladů, dostupných v době zpracování auditu.

Energetický audit obsahuje **technické řešení jak stavební části tak technických zařízení budovy.**

Analýza variant jednotlivých opatření umožní srovnání investičních a provozních nákladů jednotlivých řešení obou posuzovaných částí.

**Realizací opatření**, vedoucích k ekonomicky výhodné spotřebě energie, specifikovaných v auditu, se sleduje:

- **snížení spotřeby energie** a tím zvýšení pozitivního vlivu na životní prostředí
- **ekonomická výhodnost** opatření, vycházející ze stanovení investičních nákladů na realizaci opatření a minimalizaci provozních nákladů, majících vliv na spotřebu energie
- **praktické zabezpečení teoreticky vypočítaných hodnot spotřeby energie** a jejich udržování na trvalé úrovni
- **zvýšení užitné hodnoty objektu**

**Výstupem EA je zpráva a evidenční list EA.** Výstupy obsahují **doporučení pro optimalizaci energetické spotřeby**, které slouží jako **podklady pro další investice do objektu.**

Kritéria energetické náročnosti budovy jsou definovány podmínkami ČSN a specifikují nutnou hodnotu **potřeby tepla při komplexním řešení nového energetického hospodářství.**

Jednotlivá opatření se realizují v pořadí a termínech, určených časovými potřebami a finančními možnostmi investora, eventuálně **požadavkem na postupný pokles potřeby energie v energetickém hospodářství podle ekonomických kritérií.**

Výsledky jsou uvedeny v tabulkové podobě. Jsou tak srovnávány **varianty řešení stavební části i části technického zařízení budovy**, vycházející z celkového návrhu **řešení energetického hospodářství objektu** a zahrnující soubor racionálních opatření.

#### Posuzuje se:

- potřeba tepla na vytápění
- potřeba tepla na větrání
- potřeba tepla na přípravu TUV
- orientační potřeba elektrické energie na osvětlení a provoz spotřebičů
- celková energetická bilance budovy

Posouzení je provedeno na základě:

**ČSN 060210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění**  
**ČSN 730540 Tepelná ochrana budov část 1 – 4 (1994, 2002)**  
**ČSN EN 832 (73 0564) Tepelné chování budov. Výpočet potřeby energie na vytápění. Obytné budovy.**  
**Vyhláška MPO č. 291/2001 Sb.**

#### 1.5 Parametry pro hodnocení budov

Tepelně technické parametry stávajících obalových konstrukcí jsou stanoveny na základě znalosti jejich konstrukčního řešení, které bylo získáno z projektové dokumentace a z obhlídky stavby. Po posouzení jejich vlastností je proveden návrh opatření, vedoucích k požadované energetické náročnosti nového stavu budovy.

#### Okrajové podmínky pro hodnocení

Průměrný počet topných dnů v roce	222
Průměrná venkovní teplota v topném období	3,6 °C
Vnitřní výpočtová teplota v topném období	20 °C
Venkovní výpočtová teplota v topném období	-12 °C

Výpočet tepelných ztrát byl proveden obálkovou metodou, konstrukce byly hodnoceny programem Dr. Ing. Zbyňka Svobody Teplo 2001.

Obalové konstrukce jsou analyzovány z pohledu splnění normativních požadavků – **tepelného odporu (součinitele prostupu tepla).**

Budova je hodnocena **celkovou tepelnou charakteristikou a redukovanou tepelnou charakteristikou** a měrnou spotřebou tepla na vytápění dle vyhlášky č. 291/2001 Sb.

## 2 POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

### 2.1 Základní údaje o předmětu EA

Předmětem energetického auditu je objekt panelového domu v Brně městské části Nový Lískovec. Jedná se o stavební soustavu T 06 B –KDU. Dům obsahuje 32 bytových jednotek (102 obyvatel). Vytápěná plocha bytu je  $84,5 \text{ m}^2$  a obestavěný prostor celkem  $8080 \text{ m}^3$ . Objekt byl postaven v letech 1979 – 1981.

Objekt bytového domu je osmipodlažní. Vstupní podlaží je technické a v nadzemních podlažích jsou vždy byty. Okna jsou orientovaná převážně směrem východ a západ. Jižní a severní fasáda byla dříve zateplena.

Objekt je svojí polohou vhodný pro využití solární energie.

Podkladem pro zpracování energetického auditu byl:

- Stavebně technický průzkum „QUALIFORM a.s.“ (1999)
- Výpisy spotřeb energií včetně cen
- Údaje ze smlouvy o dodávce tepla
- Nekompletní původní projektová dokumentace
- Zateplení štítových stěn (EMPRO s.r.o.) – dokumentace (1997)
- Rakouská studie využití solárních kolektorů, Česko – Rakouské partnerství (2002)
- Dílčí výsledky 5.RP EU – INTERACT - EVK4-2001-20005

Další údaje byly získány přímo na místě konzultací, měření a prohlídkou objektu.

### 2.2 Systemy TZB

#### Ústřední vytápění (ÚV)

Objekt je napojen na předávací stanici a ta na výtopnu Kamenný vrch. Vytápění je teplovodní (původní projektovaný teplotní spád  $92,5/67,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Přípojka prochází 1.PP a samostatná větev je pro vytápění a pro TUV. Objektová směšovací stanice je po rekonstrukci, je osazen měřič spotřeby tepla na vytápění a osazeny regulační armatury na vstupu, zařízení je v dobrém stavu. Celkový instalovaný původní výkon je cca 225 kW.

Systém vytápění je teplovodní dvoutrubkový s nuceným oběhem. Topnou plochu tvoří 96 ocelových deskových těles VSŽ Košice a 32 litinových článkových radiátorů Kalor převážně u balkonů, ve vytápěných částech suterénu jsou otopné žebrové registry - vše bez termostatických ventilů. Vodorovné rozvody v suterénu jsou částečně izolované čedičovou vatou v tloušťce 2 až 3 cm, armatury jsou neizolované, ostatní jsou bez izolace. Systém není bez netěsností a není hydraulicky vyregulovaný. Většina stávajících radiátorových kohoutů je nefunkčních; plechové radiátory jsou v některých místech napadeny korozí. Průměrná teplota v obytných

místnostech je 24° C, na chodbách 19 ° C. V roce 1999 byl instalován nový systém automatické regulace s nočním teplotním útlumem

### Příprava TUV

Základní parametry -	Teplota TUV - ohříváč (nastavená):	55 °C
	Teplota TUV - výstup z ohříváče: (6:00 – 22:00, dle měření)	54,0 – 55,5 °C
	Objem ohříváče:	4,0 m <sup>3</sup>
	Teplosměnná plocha:	6,3 m <sup>2</sup>
	Topná voda-přívod (dle měření):	71 - 72 °C

Zdrojem tepla pro ohřev užitkové vody je výměňková stanice VS 1 napojená na plynovou kotelnu Kamenný vrch. Parametry topné vody jsou stanoveny ve smlouvě o dodávce tepla pro topné období na 90/70 °C a pro období mimo topné sezóny na 70/50 °C. Teplota topné vody se v době průzkumu pohybovala v rozmezí 71 - 72 °C. Užitková voda je ohřívána v ležatém zásobníkovém ohříváči o objemu 4,0 m<sup>3</sup> pomocí topné vložky o teplosměnné ploše 6,3 m<sup>2</sup>. Ohříváč je původní, ocelový a je umístěn v samostatné místnosti v nejnižším podlaží budovy spolu s regulací otopné soustavy. Pitná voda vstupující do ohříváče není upravována.

Z ohříváče umístěného v nejnižším podlaží budovy je TUV dodávána do jednotlivých bytů v nadzemních podlažích. Distribuční systém sestává z rozvodného potrubí TUV a cirkulačního potrubí TUV, které má zajistit stálou teplotu vody u všech odběratelů v budově. Obě tato potrubí jsou vedena ve společné trase s rozvodem pitné (studené) vody. Cirkulace vody je zabezpečována cirkulačním čerpadlem Grundfos UPS 25-40 s nepřetržitým provozem.

Ležatá potrubí TUV a cirkulace TUV jsou vedena pod stropem podzemního podlaží, kde jsou uložena společně do plastového žlabu 120/80 mm. V místě napojení na stoupací potrubí vystupují ležatá potrubí ze žlabu a pokračují volně pod stropem. Materiálem potrubí jsou polypropylenové trubky. Uzavírací armatury jsou v mosazném (armaturka Myjava) i plastovém provedení. Na cirkulačních potrubích TUV jsou navíc osazeny radiátorové kohouty (regulace). U armatur byly zjištěny při průzkumu netěsnosti.

Stoupací potrubí jsou vedena instalačními šachtami jednotlivých bytů. Původní ocelová pozinkovaná potrubí byla nahrazena plastovými z polypropylenu v jednotné dimenzi D 32 pro TUV a D 20 pro cirkulaci TUV.

Připojovací potrubí k zařizovacím předmětům vedou ze šachty přímo k výtokovým armaturám v kuchyni a koupelně. Materiálové provedení je shodné se stoupacím potrubím. Připojovací potrubí jsou opatřena vodoměry teplé a studené vody.

Výtokové armatury jsou ve více než 60% bytů standardní, tj. se dvěma ovládacími rukojetěmi, v ostatních bytech jsou jednopákové. V kuchyních jsou u většiny bytů výtoková ramena opatřena běžnými perlátory.

TUV je dodávána uživatelům nepřetržitě. Měřením bylo zjištěno, že teplota vody na výstupu z ohříváče se pohybuje v rozmezí 54,0 – 55,5 °C s tím, že noci dochází k postupnému poklesu teploty vody až na hodnoty kolem 40 °C. Při průzkumu nebyly zaznamenány zásadní stížnosti na kolísání teploty TUV.

Ohříváč TUV je opatřen tepelnou izolací ze skelné vaty tl. 25 mm s povrchovou úpravou Al-fólií s pletivem. Potrubí otopné vody je částečně opatřeno

tepelnými izolacemi různého materiálového provedení, armatury nejsou izolovány vůbec.

Potrubí TUV a cirkulace TUV jsou ovinuta plstěnými pásy nebo jsou bez izolací vůbec. Plstěné pásy přitom nelze za tepelnou izolaci považovat.

Stávající systém regulace ohřevu užitkové vody zabezpečuje automatický případně ruční ohřev vody na nastavenou teplotu 55 °C v době od 5:30 do 22:30 hod (časový spínač). Čidlo teploty je osazeno v teploměrné jímce v horní třetině ohříváče. Dodávka tepla pro ohřev vody je měřena samostatným měřičem tepla osazeným na přípojce topné vody (vodoměr, dva odporové teploměry a vyhodnocovací jednotka). Samostatně je také měřena dodávka pitné vody na přívodu do ohříváče (vodoměr).

### Vzduchotechnika

Systém větrání objektu je přirozený okny. Větrání bytového jádra tvoří systém shuntový–odsávání WC , koupelen a par a pachů z kuchyní je vedeno společným sběrným kanálem do tlumicí komory umístěné na střeše. Na komoře je umístěna nástřešní větrací jednotka DVJ–A 450-7 PL 127 331 s elektro-motorem N=180 W, 380/220 V, 50 Hz (3000 m<sup>3</sup>/h, 100 Pa, 75 dB). Vzhledem ke svému stáří jsou tato zařízení většinou nefunkční a systém je tedy provozován pouze jako samotížný bez nuceného pohybu vzduchu. Zajištění navržené (předpokládané) výměny vzduchu (WC-11x/h, koupelna-4x/h, kuchyň-6x/h) není splněno, což umožňuje velké riziko výskytu plísní

Větrání komor, přístupných z prostoru schodiště, je řešeno jako šachtové větrání s přívodem a odvodem(odsávání) vzduchu

### Systém MaR

Teplota vody pro vytápění je centrálně regulovaná v předávací stanici. Stávající systém regulace ohřevu užitkové vody zabezpečuje automatický případně ruční ohřev vody na nastavenou teplotu (55 °C) v době od 5:30 do 22:00 hod (časový spínač). Čidlo teploty je osazeno v teploměrné jímce v horní třetině ohříváče. Dodávka tepla pro ohřev vody je měřena samostatným měřičem tepla osazeným na přípojce topné vody (vodoměr, dva odporové teploměry a vyhodnocovací jednotka). Samostatně je také měřena dodávka pitné vody na přívodu do ohříváče (vodoměr).

V budově je instalována centrální měřicí souprava spotřeby tepla ze systému dálkového vytápění na hlavní větví - vodoměr Sontex DN 50, odporové teploměry a vyhodnocovací člen Supercal . Centrální měřič spotřeby tepla pro ohřev TUV tvoří měřicí souprava – vodoměr Sontex DN 40, odporové teploměry a vyhodnocovací člen Supercal.

Elektroměry jsou osazeny pro jednotlivé byty a pro měření společné spotřeby el.energie, plynoměry pro jednotlivé byty, a podružné vodoměry pro měření spotřeby teplé a studené vody v jednotlivých bytech a v prádelně. Centrální vodoměr studené vody je Premex DN 25

### Osvětlení

Hlavní zdroje osvětlení jsou standardní žárovky a v kuchyních (90%) zářivky; z menší části jsou zde použity úsporné zdroje světla.

Osvětlovací tělesa ve společných prostorech nejsou čištěna.

Stáří instalace je 20 let;

Ve schodišťovém prostoru je osvětlení časově řízeno;

Horizontální rozvod v bytech je proveden v drážkách v podlaze (pod zárubněmi uloženo v pancéř.trubkách ). Vertikální rozvod, k vypínačům, přepínačům, zásuvkám, stropním vývodům a zaústění vývodů z bytové rozvodnice do rozvodu v podlaze, je proveden v panelových dutinkách . Rozvod ve stropě (přívod ke stropním svídlům) je v panel.dutince.

Elektrorozvody jsou provedeny hliníkovými vodiči a je nutno je (po provedení revizí) při rekonstrukci vyměnit za rozvody v mědi.

### 2.3 Základní údaje o energetických vstupech

Do předmětu auditu vstupují následující druhy energií:

#### Elektrická energie

Nebyly poskytnuty potřebné podklady. Údaje o spotřebě elektřiny v bytech podléhají zákonu o utajení osobních dat. K dispozici jsou údaje o spotřebě ve společných prostorech.

#### Plyn

Nebyly poskytnuty potřebné podklady. Údaje o spotřebě plynu v bytech podléhají zákonu o utajení osobních dat.

#### Tepelná energie

Období	1997							
	Spotřeba GJ			náklady Kč bez 5% DPH				
	ÚT	TUV	celkem	cena za GJ	ÚT	TUV	celkem	
celkem	1310	408	1718	210	275 100	85 680	360 780	

Období	1998							
	Spotřeba GJ			náklady Kč bez 5% DPH				
	ÚT	TUV	celkem	cena za GJ	ÚT	TUV	celkem	
celkem	1166	399	1565	290	338 140	115 710	453 850	

Období	1999							
	Spotřeba GJ			náklady Kč bez 5% DPH				
	ÚT	TUV	celkem	cena za GJ	ÚT	TUV	celkem	
celkem	1250	395	1640	270	337 500	106 650	444 150	

Období	2001								
	Spotřeba GJ			náklady Kč bez 5% DPH					
	ÚT	TUV	celkem	cena za GJ	ÚT	TUV	celkem		
leden	230	29	259	325,62	74 893	9 443	84 336		
únor	186	34	220	325,62	60 565	11 071	71 636		
březen	165	32	197	325,62	53 727	10 420	64 147		
duben	114	43	157	325,62	37 121	14 002	51 122		
květen	0	31	31	325,62	0	10 094	10 094		
červen	0	31	31	325,62	0	10 094	10 094		
červenec	0	25	25	325,62	0	8 141	8 141		
srpen	0	19	19	325,62	0	6 187	6 187		
září	56	29	85	325,62	18 235	9 443	27 678		
říjen	85	36	121	339	28 815	12 204	41 019		
listopad	203	30	233	339	68 817	10 170	78 987		
prosinec	348	42	390	339	117 972	14 238	132 210		
<b>celkem</b>	<b>1387</b>	<b>381</b>	<b>1768</b>		<b>460 145</b>	<b>125 506</b>	<b>585 651</b>		

Období	2002								
	Spotřeba GJ			náklady Kč bez 5% DPH					
	ÚT	TUV	celkem	cena za GJ	ÚT	TUV	celkem		
leden	232	33	265	339	78 648	11 187	89 835		
únor	171	32	203	339	57 969	10 848	68 817		
březen	154	33	187	339	52 206	11 187	63 393		
duben	100	31	131	339	33 900	10 509	44 409		
květen	11	36	47	339	3 729	12 204	15 933		
červen	0	26	26	339	0	8 814	8 814		
červenec	0	29	29	339	0	9 831	9 831		
srpen	0	22	22	339	0	7 458	7 458		
září	51	33	84	339	17 289	11 187	28 476		
říjen	125	27	152	339	42 375	9 153	51 528		
listopad	152	30	182	339	51 528	10 170	61 698		
prosinec	-	-	-	-	-	-	-		
<b>celkem</b>	<b>996</b>	<b>332</b>	<b>1328</b>		<b>337 644</b>	<b>112 548</b>	<b>450 192</b>		

Pro rok před realizací projektu (2001)					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet	Roční náklady
			GJ/jed.	GJ	tis.Kč
Nákup el. energie	MWh	Neuvedeno			
Nákup tepla	GJ	1768		1768	585,6
Zemní plyn	tis.m <sup>3</sup>	Neuvedeno			
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis.m <sup>3</sup>				
Druhotná energie*	GJ				
Obnovitelné zdroje**	GJ (kWh)				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				1768	585,6
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				1768	585,6

\* např. odpadní teplo

\*\* např. solární, vodní, větrná, geotermální energie

## 2.4 Vlastní energetické zdroje

### Tabulka vlastního zdroje

ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1.	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2.	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW	0
3.	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
4.	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
5.	Výroba elektřiny	kWh	0
6.	Prodej elektřiny (z ř. 5)	kWh	0
7.	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	kWh	0
8.	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
9.	Výroba dodávkového tepla pro ÚT a TUV*	GJ	0
10.	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	0
11.	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	0
12.	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř. 8 + ř. 11)	GJ	0

Pozn.: V objektu nejsou instalovány a provozovány vlastní zdroje tepla.

## 2.5 Rozvod energie v předmětu EA

Spotřeba energie je měřena na patě objektu. Rozvod tepla pro vytápění je veden pod stropem v suterénu částečně vytápěným a částečně nevytápěným prostorem.

### Přehled rozvodů energie

Úsek	Délka	Kapacita	Průměr	Provedení	Stáří	Tech. stav
S	cca 150 m	225 kW	DN 40 - 80	Ocelové potrubí s izolací	20 let	Zachovalý, izolace částečně poškozená

## 2.6 Spotřebiče energie

V bytech jsou instalovány především elektrické spotřebiče (kuchyňská zařízení, chladničky a mrazničky, spotřební elektronika, automatické pračky, částečně infrazářiče v koupelnách a elektrické trouby) a plynové a kombinované sporáky. Původní elektroinstalace neodpovídá požadavkům současného vybavení domácností elektrickými spotřebiči (malý počet zásuvkových okruhů a také nedostatečná kapacita původních hliníkových vodičů). Provozní doba jednotlivých spotřebičů byla stanovena na základě odborného odhadu. Spotřeba elektrické energie je předmětem ochrany soukromých dat nájemců a vlastníků bytů. V průzkumu uvedlo spotřebu elektrické energie v bytě pouze necelých 32% dotázaných, průměrná spotřeba byla cca 1780 kWh/byt. Vzhledem k tomu, že není měřena spotřeba energie pro jednotlivé typy spotřebičů není v následující tabulce uváděna hodnoty ročního časového využití ani roční spotřeba energie dle spotřebičů.

### Plyn

V jednotlivých bytech jsou umístěny plynové a kombinované sporáky.

### Elektrická energie

V předmětu EA jsou pouze menší spotřebiče elektrické energie. Objekt patří do kategorie maloodběr. Spotřeba elektrické energie je proto brána jako celek bez posuzování efektivního využívání jednotlivých spotřebičů. Také jejich eventuální vliv na tepelné ztráty není uvažován.

V bilanci spotřeby elektrické energie ve společných prostorách je započítána energie spotřebovaná pro osvětlení na schodišti a ve sklepě a také energie na větrání hygienických místností centrálními ventilátory na střeše.

Přehled nejvýznamnějších elektrických spotřebičů v bytech (odhad dle průzkumů)

Název spotřebiče	Počet (ks)	Elektrický příkon (kW/ks)	Roční časové využití (hod/r)	Spotřeba elektřiny (kWh/r)
Infrazářič v koupelně	24	0,8		
Automatická pračka	30	0,9 až 1,1		
Pračka	2	1,1 až 1,5		
Mikrovlnná trouba	17	0,6 až 1,0		
Varná konvice	16	0,8 až 2,4		
Elektrická trouba	12	2,0		
Lednička	32	0,1		
Mraznička	16	0,1		
Televize, PC	44	0,1		
Rádio, přehrávač, ...	42	0,1		

### 3 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

#### 3.1 Rozvody, TZB

##### Teplota a příprava TUV

Objekt je napojen na předávací stanici a ta na výtopnu Kamenný vrch. Vytápění je teplovodní (původní projektovaný teplotní spád 92,5/67,5 °C). Přípojka prochází 1.PP a samostatná větev je pro vytápění a pro TUV. Objektová směšovací stanice je po rekonstrukci, je osazen měřič spotřeby tepla na vytápění a osazeny regulační armatury na vstupu. Zařízení je v dobrém stavu.

Systém vytápění je teplovodní dvoutrubkový s nuceným oběhem. Topnou plochu tvoří 96 ocelových deskových těles VSŽ Košice a 32 litinových článkových radiátorů Kalor převážně u balkonů, ve vytápěných částech suterénu jsou otopné žebrové registry - vše bez termostatických ventilů. Vodorovné rozvody v suterénu jsou částečně izolované čedičovou vatou v tloušťce 2 až 3 cm, armatury jsou neizolované, ostatní jsou bez izolace. Systém není bez netěsností a není hydraulicky vyregulovaný. Většina stávajících radiátorových kohoutů je nefunkčních; plechové radiátory jsou v některých místech napadeny korozí. Průměrná teplota v obytných místnostech je 24° C, na chodbách 19 ° C. V roce 1999 byl instalován nový systém automatické regulace s nočním teplotním útlumem

V zimě se objevují problémy s průvanem způsobeným netěsnostmi oken a především balkónových dveří. Nejchladnějšími místnostmi jsou místnosti s balkony, zejména potom byty v nejvyšším a nejnižším patře ( $t = 15^{\circ}\text{C}$ ). V topném období dochází k přetápění veškerých prostor (až 26°C) způsobenému nevyregulováním topné soustavy. Maximální teploty v letních měsících dosahují až 35°C. Odsavač par a odsávání v bytovém jádře je nefunkční - výskyt plísní v koupelnách.

Zdrojem tepla pro ohřev užitkové vody je výměňková stanice. Parametry topné vody jsou stanoveny ve smlouvě o dodávce tepla pro topné období na 90/70 °C a pro mimotopné období na 70/50 °C. Užitková voda je ohřívána v ležatém zásobníkovém ohříváči o objemu 4,0 m<sup>3</sup> pomocí topné vložky o teplosměnné ploše 6,3 m<sup>2</sup>. Ohříváč je původní, ocelový a je umístěn v samostatné místnosti v nejnižším podlaží budovy

spolu s regulací otopné soustavy. Pitná voda vstupující do ohříváče není upravována.

Na cirkulačních potrubích TUV jsou navíc osazeny radiátorové kohouty (regulace). U armatur byly zjištěny při průzkumu netěsnosti.

Stoupační potrubí jsou vedena instalačními šachtami jednotlivých bytů. Původní ocelová pozinkovaná potrubí byla nahrazena plastovými z polypropylenu v jednotné dimenzi D 32 pro TUV a D 20 pro cirkulaci TUV.

Připojovací potrubí k zařizovacím předmětům vedou ze šachty přímo k výtokovým armaturám v kuchyni a koupelně. Materiálové provedení je shodné se stoupačím potrubím. Připojovací potrubí jsou opatřena vodoměry teplé a studené vody.

Výtokové armatury jsou ve více než 60% bytů standardní, tj. se dvěma ovládacími rukojetěmi, v ostatních bytech jsou jednopákové. V kuchyních jsou u většiny bytů výtoková ramena opatřena běžnými perlátory.

TUV je dodávána uživatelům nepřetržitě. Měřením bylo zjištěno, že teplota vody na výstupu z ohříváče se pohybuje v rozmezí 54,0 – 55,5 °C s tím, že noci dochází k postupnému poklesu teploty vody až na hodnoty kolem 40 °C. Při průzkumu nebyly zaznamenány zásadní stížnosti na kolísání teploty TUV..

### 3.2 Budova

Nosnou konstrukcí jsou vnitřní stěnové panely konstrukční soustavy T-06B-KDU o tl.140mm a modulu 3600 mm. Obvodový plášť je ze struskokeramzit-betonových panelů tl. 300 mm (Viditelné svislé trhliny v obvodovém plášti ve spárách mezi panely)

Skladbu tvoří: dle protokolu Qualiformu

- vyztužený beton	tl.25-50 mm
- struskokeramzitbeton	tl.165-240 mm
- vnitřní líc-vyztužený beton	tl.35-85mm.

V roce 1997 byly štítové stěny zatepleny kontaktním způsobem obkladu na vnějším líci budovy. Skladba nového větraného obkladu je:

tepelná izolace Orsil L(mezi dř.rošt)	tl.6cm
kontralatě 2/4cm	
provětrávaná vzduch.mezera	tl.4cm
pohledový skladebný lamelový obklad RIGID (Belgie) z PVC	tl.1cm

Okna jsou dřevěná zdvojená 1200,2100 /1600 mm , těsněná kovotěsem s nedostatečnou úrovní nátěrů. Viditelné tepelné mosty v místech styku rámu okna a okenního ostění. Balkónové dveře 900/2400 velmi průvzdušné.

Sklepní okna - kovová se dvěma skly, netěsná, 800/500 mm.

Vstupní prosklená stěna- kovová s jednoduchým zasklením, 2400/2100 mm, bez těsnění

Nosnou konstrukci ploché jednoplášťové střechy tvoří typové železobetonové panely tl. 120 mm. Skutečná skladba střešního pláště není známa.

Skladba pláště dle původní dokumentace:

ochranný posyp, výsivky D 8-16mm	5.0 cm
hydroizolace Sklobit + 2x IPA	1.5 cm
dílce POLSID	5.0 cm
spád.vrstva kameniva D 16-30mm	3–16 cm

V budově je částečně vytápěný suterén, povrch podlahy suterénu je cementový potěr potažený plastbetonem proti prašnosti, místy je již tato vrstva narušena a sloupaná vlivem špatného provedení; schodišťový prostor má povrchovou úpravu lité teraco.

Podlaha 1.NP má tepelnou izolaci polystyrénem v tloušťce 20 mm.

*Na základě stavebně technického průzkumu firmy QUALIFORM v roce 1999 byla zjištěna skutečná hodnota „k“ zateplených štítových stěn nižší než původní-navržená!*

*Na obvodovém plášti jsou viditelné svislé trhliny ve spárách mezi panely, jež jsou zřejmě způsobeny změnami objemu strusko-keramzitbetonu v závislosti na vlhkosti a teplotě. Tepelné mosty v místech styku rámu okna a okenního ostění*

*Podlahy na balkónech jsou vlivem mrazu a vlhkosti narušeny, drolí se a způsobují zatékání vod do všech nosných styků a spar. Místy narušená těsnící výplň mezi panely, tím je obnažena výztuž*

### 3.2.1 Porovnání tepelného odporu konstrukce

Hodnocení obalových konstrukcí je provedeno na základě výpočtu tepelných odporů a součinitelů prostupu tepla.

Hodnoty jsou porovnány s normovými hodnotami pro teplotní pásmo - 12°C.

<b>Konstrukce č.1</b>	<b>Obvodová stěna</b>	
Skladba konstrukce	vyztužený beton "	tl.25-50 mm
	struskokeramzitbeton	tl.165-240 mm
	vnitřní líc-vyztužený beton	tl.35-85mm.
	tepelná izolace Orsil L(mezi dř.rošt)	tl.6cm
	kontralatě 2/4cm	
	provětrávaná vzduch.mezera	tl.4cm
	pohledový skladebný lamelový obklad RIGID (Belgie) z PVC	tl.1cm
Tepelně technické parametry konstrukce	<b>Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce <math>U = 0,60 \text{ /W m}^{-2} \text{ K}^{-1} /</math></b>	
<b>Porovnání výpočtové a normové hodnoty</b>		
<b><math>U_N = 0,38 \text{ /m}^2 \text{ K W}^{-1} /</math></b>		
<b>Konstrukce normovému požadavku <b>nevyhovuje</b></b>		

$U_N$  je požadovaná hodnota.

Konstrukce č.2	Obvodová stěna
Skladba konstrukce	vyztužený beton " tl.25-50 mm struskokeramzitbeton tl.165-240 mm vnitřní líc-vyztužený beton tl.35-85mm.
Tepelně technické parametry konstrukce	<b>Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce 1,70 /W m<sup>-2</sup> K<sup>-1</sup> /</b>
<b>Porovnání výpočtové a normové hodnoty</b>	
<b>U<sub>N</sub> = 0,38 /m<sup>2</sup>K W<sup>-1</sup>/</b> <b>Konstrukce normovému požadavku <span style="color: blue;">nevyhovuje</span></b>	

U<sub>N</sub> je požadovaná hodnota.

Konstrukce č.3	Střešní konstrukce
Skladba konstrukce	typové železobetonové panely tl. 120 mm. ochranný posyp, výsivky D 8-16mm 5.0 cm hydroizolace Sklobit + 2x IPA 1.5 cm dílce POLSID 5.0 cm spád.vrstva kameniva D 16-30mm 3–16 cm
Tepelně technické parametry konstrukce	<b>Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce 0,79 /W m<sup>-2</sup> K<sup>-1</sup> /</b>
<b>Porovnání výpočtové a normové hodnoty</b>	
<b>U<sub>N</sub> = 0,30 /m<sup>2</sup>K W<sup>-1</sup>/</b> <b>Konstrukce normovému požadavku <span style="color: blue;">nevyhovuje</span></b>	

U<sub>N</sub> je požadovaná hodnota.

Pozn. Skladba je uvedena podle původní dokumentace, skutečná skladba není známa

Konstrukce č.3	Podlaha na terénu
Skladba konstrukce	povrch podlahy suterénu je cementový potěr potažený plastbetonem polystyrénem v tloušťce 20 mm
Tepelně technické parametry konstrukce	<b>Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce k = 1,41 /W m<sup>-2</sup> K<sup>-1</sup> /</b>
<b>Porovnání výpočtové a normové hodnoty</b>	
<b>U<sub>N</sub> = 0,60 /m<sup>2</sup>K W<sup>-1</sup>/</b> <b>Konstrukce normovému požadavku <span style="color: blue;">nevyhovuje</span></b>	

U<sub>N</sub> je požadovaná hodnota.

### 3.2.2 Bilance potřeby tepla pro vytápění

#### Tepelné ztráty - výchozí stav

Objekt	$Q_c$ /W/
Obytný dům Oblá 14	130 000

$Q_c$  /W/ celková tepelná ztráta

**Celková tepelná ztráta budovy je 130 kW.**

#### Roční potřeba tepla celková a redukováná - výchozí stav

Výpočet je proveden dle vyhlášky č. 291/2001 Sb.

Objekt	$E_{vvt}$ /kWh.rok <sup>-1</sup> / neredukovaná	$E_{vvt}$ / kWh.rok <sup>-1</sup> / redukováná	$E_{vvt}$ /GJ.rok <sup>-1</sup> / neredukovaná	$E_{vvt}$ /GJ.rok <sup>-1</sup> / redukováná
Obytný dům Oblá 14	349 487	291 443	1 258	1 049

Potřeba tepla na vytápění budovy je hodnocena ve dvou režimech – v režimu nezohledňujícím tepelné zisky (neredukovaném) a zohledňujícím tepelné zisky (redukováném).

Hodnota uvedených veličin ilustruje předpokládanou potřebu tepelné energie pro předpokládané množství odebraného tepla za otopné období průměrného roku při klimatických referenčních podmínkách daných Vyhláškou č. 291/2001 Sb.

### 3.2.3 Měrná spotřeba tepla při vytápění objektu dle vyhlášky č.291/2001 Sb.

#### Měrná spotřeba tepelné energie objektu za otopné období $e_v$ a $e_A$ - výchozí stav

$e_v$		$e_{v,N}$	$e_A$		$e_{vA}$
kWh.m <sup>-3</sup> .a		kWh.m <sup>-3</sup> .a	kWh.m <sup>-2</sup> .a		kWh.m <sup>-2</sup> .a
40,7	nevyhoví	29,1	127,1	nevyhoví.	91,0
<b>Vypočtená měrná spotřeba tepelné energie objektu za otopné období při stávajícím stavu <u>nevyhoví</u> požadované hodnotě stanovené vyhláškou.</b>					

$e_{vN}$  je požadovaná hodnota,  $e_{vA}$  je požadovaná hodnota

Vzhledem k tomu, že v budově není instalována automatická dynamická regulace vytápěcího zařízení, nejsou v tepelné bilanci započítány tepelné zisky.

### Stanovení energetické náročnosti budovy (stávající stav)

Potřeba tepla při vytápění budovy ke krytí tepelných ztrát prostupem tepla $E_{vp}$	kWh/a	274 961	
Potřeba tepla při vytápění budovy ke krytí tepelných ztrát větráním $E_{vv}$	kWh/a	74 526	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla za otopné období $E_{vz}$	kWh/a	0	
Tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období $E_{vz}$	kWh/a	0	
Stupeň využití tepelných zisků $\eta$	-	0,9	
Roční spotřeba tepla na vytápění $E_h$	kWh/a	349 487	Požadavek
<b>Měrná potřeba tepla při vytápění budov <math>e_v</math></b>	<b>kWh/(m<sup>3</sup>.a)</b>	<b>40,7</b>	<b>29,1</b>
Stupeň energetické náročnosti <b>SEN</b>	%	<b>139,6</b>	
Klasifikace energetické náročnosti budovy	<b>F – Výrazně nevyhovující</b>		

### Stanovení energetické náročnosti pro vytápění dle EN 832 a energetické bilance ostatních položek (výchozí stav)

Bilanční položka	Před realizací úsporných opatření	
	vypočtená	naměřená
	kWh/ m <sup>2</sup> , rok	kWh/ m <sup>2</sup> , rok
1. Vytápění	141	142,8
2. Větrání	2	0
3. TUV	39	39,3
4. Ventilátory/čerp.	4	neuveďeno
5. Osvětlení	15	
6. Různé	9	
7. Chlazení	0	0
<b>Celkem</b>	<b>210</b>	

Vypočtené hodnoty uvedené v tabulce vycházejí z reálných průměrných klimatických údajů pro lokalitu Brno a vstupních a provozních údajů pro bytový dům.

#### 3.2.4 Zhodnocení současného stavu - stavební část

Objekt nevyhovuje požadavkům Vyhlášky č. 291/2001 Sb. Na objektu jsou viditelné svíslé trhliny v obvodovém plášti ve spárách mezi panely.

Na objektu bude nutné provést zateplení, aby byly splněny hodnoty tepelných odporů požadovaných či doporučených normou.

V úvahu připadají tyto stavební řešení:

- Zateplení obvodových plášťů
- Výměna oken za okna nová s izolačními skly
- Zateplení střešní konstrukce
- Tepelná izolace podlahy
- Fasádní solární prvky

Tato opatření byla uvažována v návrhu opatření stavební části.

### 3.3 Energetická bilance výchozího stavu

	Ukazatel	Energie	Náklady
		GJ/rok	tis. Kč/rok
1.	Vstupy paliv a energie	1768	585,6
2.	Změna zásob paliv		
3.	Spotřeba paliv a energie	1768	585,6
4.	Prodej energie cizím		
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektech ( ř.3 – ř.4)	1768	585,6
6.	Ztráty v kotelně a rozvodech (z ř. 5)	-	-
7.	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	1387	460,1
8.	Spotřeba energie na přípravu TUV (z ř. 5)	381	125,5
9.	Spotřeba energie na technolog. a ostatní procesy (z ř.5)	-	-
10.	Spotřeba elektrické energie v objektech	Neuvedeno	neuvedeno

Jedná se o hodnoty spotřeby tepla za roky 2001.

### 3.4 Potenciál energetických úspor

	Výchozí stav	Po realizaci úsporných opatření	
		1. Varianta	2. Varianta
	GJ / rok	GJ / rok	GJ / rok
Elektrická energie- vstup	282	301,8	408,8
Spotřeba tepla pro ÚT	1387	447,8	165,5
Spotřeba tepla pro TUV	381	233,6	136,3
Teplo - výstup	1768	681,4	301,8
Ztráty v kotelně	0	0	0
Energie v plynu - vstup	neuvedeno	neuvedeno	neuvedeno
Energie vstupující do soustavy	2050	983,2	710,6
<b>Celkový potenciál úspor</b>		<b>1 066,8</b>	<b>1 339,4</b>

## 4 NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

Pro využití existujícího energetického potenciálu je třeba provést následující opatření :

### beznákladová

- pravidelné odečty (alespoň měsíční) spotřeb tepla pro ÚT i TUV a jejich evidenci
- nepřetápění jednotlivých místností objektů
- u dlouhodobě nevyužívaných místností nastavit tlumené vytápění - temperaturaci
- úsporné využívání osvětlení, především v sociálních místnostech
- pravidelné informování personálu a uživatelů objektu

### nízkonákladová

- Provozní řád, energetický management

Organizační opatření zahrnují vytvoření detailního manuálu pro provoz a údržbu, zaškolení obsluhy jednotlivých zařízení a systémů a zavedení systému energetického managementu (pravidelného sledování a vyhodnocování spotřeby energie).

Cílem těchto navrhovaných opatření je především:

Zajišťovat vhodné podmínky pro aktivity v budově

Udržet provozní náklady (včetně nákladů na energii) co nejnižší a dlouhodobě na stálé úrovni

Předcházet velkým a nákladným opravám

Manuál pro provoz a údržbu by měl obsahovat dokumentaci skutečného stavu technických zařízení budovy; kontakty a adresy; přehled instalovaných systémů a zařízení, základní provozní schémata; aktuální nastavení parametrů; roční, měsíční a týdenní plány; evidenční a kontrolní listy zařízení; firemní dokumentaci výrobce zařízení, protokoly o vyregulování; přehled instalovaných měřičů spotřeby energie; evidenci oprav a závad a další potřebné údaje.

Navrhovaná úsporná opatření předpokládají vypracování výše uvedených dokumentů odbornou firmou, vyškolení pracovníků pro provoz a údržbu budovy a jejích systémů, prověření stávajících servisních smluv a jejich případné doplnění, rozšíření nebo změnu. Uvažuje s opakováním školení v případě příchodu nových pracovníků, s doplňujícím školením při instalaci nových zařízení a s pravidelným periodickým vzdělávacím školením. V oblasti energetického managementu předpokládá zavedení systému buď formou smluvního vztahu s externí firmou nebo vytvořením vlastního specializovaného pracoviště.

### vysokonákladová

následující vysokonákladová opatření jsou navržena pouze pro stavební konstrukce

## 4.1 Budova

### 4.1.1 Varianta I

- Výměna oken (  $U = 1,30 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  )
- Zateplení obvodových stěn (  $U = 0,24 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  )
- Zateplení střechy (  $U = 0,19 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  )

#### 4.1.1.1 *Porovnání součinitele prostupu tepla oken*

Stávající okna budou demontována a v plném rozsahu budou nahrazena novými okny s tepelně izolačními skly „Heat Mirror“ s širokým rámem umožňujícím izolaci vnějšího ostění okna minimálně 6 cm kontaktní izolace v rámci zateplení vnějších stěn.

#### Parametry nových oken

1.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$\underline{U}$	1,3	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	2,8	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

#### 4.1.1.2 *Porovnání součinitele prostupu tepla konstrukce*

### **Popis konstrukcí a porovnání požadované hodnoty $U$ konstrukce – nový stav**

Stávající hodnota součinitele prostupu tepla obvodového pláště je vhodné upravit na:

$U = 0,24 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$  vyhovující požadované hodnotě dle ČSN 73 0540 – 2 (2002)

Navržen je systém vnějšího zateplení obvodových stěn, jež vede, oproti vnitřnímu zateplení, k optimálnímu způsobu zvýšení tepelného odporu stěn dané budovy. Vnější zateplením budova získá zvýšenou odolnost proti nepříznivým klimatickým vlivům dešti, sněhu, vlhkosti, nízké i vysoké teplotě, a eliminuje časté tepelné vady panelových konstrukcí jako jsou tepelné mosty v místě styku obvodových panelů, v koutech (rozích) budovy, v úrovni stropních železobetonových věnců apod. Původní zdivo zvenku chráněné izolací tak bude působit jako akumulátor tepla s vyrovnávacím účinkem proti kolísání venkovní teploty, což má vliv na mikroklima v místnostech, v zimě bude déle teplé, v létě naopak déle chladné.

Díky vnějšímu zateplení se sníží infiltrace budovy obvodovým pláštěm, což je zahrnuto v energetických výpočtech snížením infiltrace budovy o hodnotu  $0,1 \text{ h}^{-1}$ .

Doporučenou technologií, vzhledem k ekonomické efektivnosti a velké variabilitě architektonického řešení (barva, struktura, členitost fasády, atd.), je kontaktní zateplení. Montovaný systém zateplení s provětrávanou vzduchovou vrstvou nebo sendvičové provedení (s přízdívkou) nebyly ve výpočtech posuzovány. Pouze omítkovým způsobem není možno efektivně dosáhnout požadovaného zvýšení tepelného odporu stěn dané budovy.

### Technologie kontaktního zateplení obvodových stěn:

Tepelný izolant je mechanicky upevněn hmoždinkami, lepením nebo kombinací obojího k vnější stěně a je opatřen armovací vrstvou tmelu s výztužnou tkaninou. Pro tepelně izolační vrstvy kontaktních obkladů se používají výrobky z polystyrénu (stabilizovaný samozhášivý pěnový, nebo extrudovaný polystyrén) nebo minerálních vláken (tuhé hydrofobizované-vodoodpudivé bez povrchové úpravy nebo desky s jádrem z minerální vlny, které je oboustranně kryté dřevovláknitou cementem pojenou vrstvou). Povrchové úpravy jsou obvykle vytvořeny z tenkovrstvých disperzních nebo minerálních omítek, nanášených na armovací vrstvy za použití vhodných penetračních nátěrů.

### Parametry zateplení stěn

1.	požadovaný součinitel prostupu tepla	$U_N$	0,38	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$U$	0,24	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
3.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	0,64	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

Výpočtem bylo stanoveno, že obvodové stěny daného objektu musí být zatepleny kontaktním způsobem: s tepelně izolačními deskami minimální tl. 16 cm (pěnový polystyren PSP, apod.)

Při zateplení objektu je nezbytné stávající obklad štítových stěn (  $k$  – štítových stěn =  $0,60 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  ) odborně demontovat až na úroveň tepelně izolační vrstvy, zjistit a odstranit případné poruchy systému (zatékání nebo z kondenzovaná vlhkost v oblasti tepelné izolace v důsledku nedostatečného provětrávání vzduchové vrstvy, atd), provést přídatnou tepelně izolační vrstvu, a systém znovu smontovat se zachováním provětrávané vzduchové mezery. Dřevěné nosné laťování, mezi které se budou instalovat nové tepelně izolační desky, by mělo být provedeno křížem (kontra) na laťování stávající – eliminace tepelného mostu. Nezbytným požadavkem pro realizaci je také včasné vyřešení konstrukčního detailu rohového napojení nového kontaktního zateplení s montovaným zateplením štítových stěn ! Systém musí být komplexně posouzen z hlediska statiky a stavebně-tepelné techniky. Tato varianta je investičně méně náročná, s nižší pracností (vyloučení mokrého procesu - omítky), rychlým pracovním postupem (výhoda montovaných systémů), než varianta odstranění stávajícího tepelného obkladu a provedení zcela nového kontaktního zateplení jako na stěnách čelních-nezateplených. Ve výpočtech je proto počítáno s využitím stávajícího tepelného obkladu, realizovaného v roce 1997.

#### 4.1.1.3 Porovnání tepelného odporu střešní konstrukce

Hodnoty součinitele prostupu tepla střechy je vhodné upravit na:

$$U = 0,19 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]} \text{ požadovanou hodnotu dle ČSN 73 0540 – 2 (2002)}$$

### Parametry zateplení střechy

1.	požadovaný součinitel prostupu tepla	$U_N$	0,30	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$U$	0,19	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
3.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	0,79	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

Zastřešení je upraveno z původní jednoplášťové ploché střechy na plochou střechu dvouplášťovou s prostorem mezi oběma pláštěmi s možností kontroly funkčnosti hydroizolace, umístěné na horním pláště. Tepelnou izolaci střechy je třeba doplnit o 16 cm tl. tepelnou izolaci.

### Parametry zateplení podlahy

1.	požadovaný součinitel prostupu tepla	$U_N$	0,60	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$U$	0,60	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
3.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	0,78	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

Vytápěnou část objektu je třeba dobře tepelně zaizolovat. I přes některé vytápěné místnosti 1.PP jde většinou o prostory, kdy není třeba zajišťovat tepelnou pohodu uživatelů, poněvadž tam lidé trvale nebydlí. Proto doporučujeme zateplení stropu nad suterénem. Zateplení lze provést přidáním tepelné izolace nalepením na spodní líc stropních panelů nad 1.PP. Nebude nutno otevírat podlahy v bytech a tím omezovat užívání bytů.

Podhled je třeba doplnit min. o 3 cm tepelné izolace, která se nalepí na podhled stropu v suterénu.

Lze doporučit výměnu kovových sklepních oken, která jsou funkčně nevyhovující, netěsní, mají vysokou infiltraci a způsobují zbytečně ochlazování sklepních prostor za okna nová. Nejvýhodnější by byly okna z PVC s vysokou těsností, která v prostoru sklepního podlaží není na závadu.

Současně s tímto problémem je třeba řešit zateplení vstupní stěny, která má jednoduché zasklení a dveře jsou bez těsnění. Tento stav způsobuje komínový efekt ve schodišti a nadměrnou infiltraci, či exfiltraci v jednotlivých bytech po podlažích. Nejhorší efekty jsou v posledním podlaží.

Úspora stávající stěny je možná. Současně je třeba posoudit i variantu s výměnou stávajících dveří, či celé vstupní stěny.

#### 4.1.1.4 *Bilance potřeby tepla pro vytápění*

### **Tepelné ztráty - nový stav – Varianta 1**

Objekt	$Q_c$ /W/
Obytný dům Oblá 14	80 538

### **Roční potřeba tepla celková a redukováná - nový stav**

Výpočet je proveden dle vyhlášky 291/2001 Sb.

Objekt	$E_{vyt} / kWh.rok^{-1} /$ celková	$E_{vyt} / kWh.rok^{-1} /$ redukováná	$E_{vyt} / GJ.rok^{-1} /$ celková	$E_{vyt} / GJ.rok^{-1} /$ redukováná
Obytný dům Oblá 14	201 865	143 820	727	518

### **Úspora tepla na vytápění realizací stavebních opatření**

Za těchto předpokladů je konečná vypočtená spotřeba tepla na vytápění po realizaci opatření :

Spotřeba tepla na vytápění před realizací opatření (naměřená)	1768 GJ/rok
Spotřeba tepla na vytápění po realizaci opatření	447,8 GJ/rok
Úspora tepla	1320,2 GJ/rok

Spotřeba tepla po realizaci opatření je uvažována jako spotřeba tepla redukováná, předpokládá se využití slunečních a vnitřních zisků vlivem regulace otopného systému.

#### 4.1.1.5 Měrná spotřeba tepla při vytápění objektu dle vyhl. č.291/2001 Sb.

### **Měrná spotřeba tepelné energie objektu za otopné období $e_v$ a $e_A$ - varianta 1**

$e_v$		$e_{v,N}$	$e_A$		$e_{vA}$
$kWh.m^{-3}.a$		$kWh.m^{-3}.a$	$kWh.m^{-2}.a$		$kWh.m^{-2}.a$
20,1	vyhoví	29,1	62,7	vyhoví.	91,0
<b>Vypočtená měrná spotřeba tepelné energie objektu za otopné období při stávajícím stavu <u>vyhoví</u> požadované hodnotě stanovené vyhláškou.</b>					

$e_{vN}$  je požadovaná hodnota,  $e_{vA}$  je požadovaná hodnota

### Stanovení energetické náročnosti budovy (Varianta 1)

Potřeba tepla při vytápění budovy ke krytí tepelných ztrát prostupem tepla $E_{vp}$	kWh/a	127 338	
Potřeba tepla při vytápění budovy ke krytí tepelných ztrát větráním $E_{vv}$	kWh/a	74 526	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla za otopné období $E_{vz}$	kWh/a	42 996	
Tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období $E_{vz}$	kWh/a	21 498	
Stupeň využití tepelných zisků $\eta$	-	0,9	
Roční spotřeba tepla na vytápění $E_h$	kWh/a	143 820	Požadavek
<b>Měrná potřeba tepla při vytápění budov <math>e_v</math></b>	kWh/(m <sup>3</sup> .a)	<b>20,1</b>	<b>29,1</b>
Stupeň energetické náročnosti <b>SEN</b>	%	<b>68,9</b>	
Klasifikace energetické náročnosti budovy	<b>C – Úsporná</b>		

#### 4.1.1.6 Skladba investičních nákladů

Investiční náklady na realizaci opatření:

V1	Položka	Úprava systému
	Výměna oken	3 250 000
	Zateplení obvodových stěn	2 300 000
	Zateplení střešní konstrukce	600 000
	Zateplení podlahy	30 000
	<b>Celkem</b>	<b>6 180 000</b>

#### 4.1.2 Varianta II

- Výměna oken (  $k = 1,10 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  )
- Zateplení obvodových stěn (  $k = 0,18 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  )
- Zateplení střechy (  $k = 0,13 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  )

##### 4.1.2.1 Porovnání součinitele prostupu tepla oken

Stávající okna budou demontována a v plném rozsahu budou nahrazena novými okny s tepelně izolačními skly „Heat Mirror“ s širokým rámem umožňujícím izolaci vnějšího ostění okna minimálně 6 cm kontaktní izolace v rámci zateplení vnějších stěn.

##### Parametry nových oken

1.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$\underline{U}$	1,1	[Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ]
2.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	2,8	[Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ]

#### 4.1.2.2 Porovnání součinitele prostupu tepla konstrukce

##### **Popis konstrukcí a porovnání požadované hodnoty U konstrukce – nový stav**

Stávající hodnota součinitele prostupu tepla obvodového pláště je vhodné upravit na:

$U = 0,18 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$  vyhovující požadované hodnotě dle ČSN 73 0540 – 2 (2002)

Navržen je systém vnějšího zateplení obvodových stěn, jež vede, oproti vnitřnímu zateplení, k optimálnímu způsobu zvýšení tepelného odporu stěn dané budovy. Vnější zateplením budova získá zvýšenou odolnost proti nepříznivým klimatickým vlivům dešti, sněhu, vlhkosti, nízké i vysoké teplotě, a eliminuje časté tepelné vady panelových konstrukcí jako jsou tepelné mosty v místě styku obvodových panelů, v koutech (rozích) budovy, v úrovni stropních železobetonových věnců apod. Původní zdvo zvenku chráněné izolací tak bude působit jako akumulátor tepla s vyrovnávacím účinkem proti kolísání venkovní teploty, což má vliv na mikroklima v místnostech, v zimě bude déle teplé, v létě naopak déle chladné.

Díky vnějšímu zateplení se sníží infiltrace budovy obvodovým pláštěm, což je zahrnuto v energetických výpočtech snížením infiltrace budovy o hodnotu  $0,1 \text{ h}^{-1}$ .

Doporučenou technologií, vzhledem k ekonomické efektivnosti a velké variabilitě architektonického řešení (barva, struktura, členitost fasády, atd.), je kontaktní zateplení. Montovaný systém zateplení s provětrávanou vzduchovou vrstvou nebo sendvičové provedení (s přízdívkou) nebyly ve výpočtech posuzovány. Pouze omítkovým způsobem není možno efektivně dosáhnout požadovaného zvýšení tepelného odporu stěn dané budovy.

##### Technologie kontaktního zateplení obvodových stěn:

Tepelný izolant je mechanicky upevněn hmoždinkami, lepením nebo kombinací obojího k vnější stěně a je opatřen armovací vrstvou tmelu s výztužnou tkaninou. Pro tepelně izolační vrstvy kontaktních obkladů se používají výrobky z polystyrénu (stabilizovaný samozhášivý pěnový, nebo extrudovaný polystyrén) nebo minerálních vláken (tuhé hydrofobizované-vodoodpudivé bez povrchové úpravy nebo desky s jádrem z minerální vlny, které je oboustranně kryté dřevovláknitou cementem pojenou vrstvou). Povrchové úpravy jsou obvykle vytvořeny z tenkovrstvých disperzních nebo minerálních omítek, nanášených na armovací vrstvy za použití vhodných penetračních nátěrů.

##### Parametry zateplení stěn

1.	požadovaný součinitel prostupu tepla	$U_N$	0,38	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$U$	0,18	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
3.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	0,64	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

Výpočtem bylo stanoveno, že obvodové stěny daného objektu musí být zatepleny kontaktním způsobem: s tepelně izolačními deskami minimální tl. 20 cm (pěnový polystyren PSP, apod.)

Při zateplení objektu je nezbytné stávající obklad štitových stěn (  $k$  – štitových stěn =  $0,60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  ) odborně demontovat až na úroveň tepelně izolační vrstvy, zjistit a odstranit případné poruchy systému (zatékání nebo zkondenzovaná vlhkost v oblasti tepelné izolace v důsledku nedostatečného provětrávání vzduchové vrstvy, atd), provést přídatnou tepelně izolační vrstvu, a systém znovu smontovat se zachováním provětrávané vzduchové mezery. Dřevěné nosné laťování, mezi které se budou instalovat nové tepelně izolační desky, by mělo být provedeno křížem (kontra) na laťování stávající – eliminace tepelného mostu. Nezbytným požadavkem pro realizaci je také včasné vyřešení konstrukčního detailu rohového napojení nového kontaktního zateplení s montovaným zateplením štitových stěn ! Systém musí být komplexně posouzen z hlediska statiky a stavebně-tepelné techniky. Tato varianta je investičně méně náročná, s nižší pracností (vyloučení mokrého procesu - omítky), rychlým pracovním postupem (výhoda montovaných systémů), než varianta odstranění stávajícího tepelného obkladu a provedení zcela nového kontaktního zateplení jako na stěnách čelních-nezateplených. Ve výpočtech je proto počítáno s využitím stávajícího tepelného obkladu, realizovaného v roce 1997.

#### 4.1.2.3 Porovnání tepelného odporu střešní konstrukce

Hodnoty součinitele prostupu tepla střechy je vhodné upravit na:

$U = 0,13 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$  požadovanou hodnotu dle ČSN 73 0540 – 2 (2002)

##### Parametry zateplení střechy

1.	požadovaný součinitel prostupu tepla	$U_N$	0,30	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$U$	0,13	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
3.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	0,79	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

Zastřešení je upraveno z původní jednoplášťové ploché střechy na plochou střechu dvouplášťovou s prostorem mezi oběma plášti s možností kontroly funkčnosti hydroizolace, umístěné na horním plášti. Tepelnou izolaci střechy je třeba doplnit o 20 cm tl. tepelnou izolaci.

##### Parametry zateplení podlahy

1.	požadovaný součinitel prostupu tepla	$U_N$	0,60	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
2.	navrhovaný součinitel prostupu tepla	$U$	0,37	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$
3.	stávající součinitel prostupu tepla	$U$	0,78	$[\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$

Vytápěnou část objektu je třeba dobře tepelně zaizolovat. I přes některé vytápěné místnosti 1.PP jde většinou o prostory, kdy není třeba zajišťovat tepelnou pohodu uživatelů, poněvadž tam lidé trvale nebydlí. Proto doporučujeme zateplení

stropu nad suterénem. Zateplení lze provést přidáním tepelné izolace nalepením na spodní líc stropních panelů nad 1.PP. Nebude nutno otevírat podlahy v bytech a tím omezovat užívání bytů.

Podhled je třeba doplnit min. o 5 cm tepelné izolace, která se nalepí na podhled stropu v suterénu.

Lze doporučit výměnu kovových sklepních oken, která jsou funkčně nevyhovující, netěsní, mají vysokou infiltraci a způsobují zbytečně ochlazování sklepních prostor za okna nová. Nejvýhodnější by byly okna z PVC s vysokou těsností, která v prostoru sklepního podlaží není na závadu.

Současně s tímto problémem je třeba řešit zateplení vstupní stěny, která má jednoduché zasklení a dveře jsou bez těsnění. Tento stav způsobuje komínový efekt ve schodišti a nadměrnou infiltraci, či exfiltraci v jednotlivých bytech po podlažích. Nejhorší efekty jsou v posledním podlaží.

Úspora stávající stěny je možná. Současně je třeba posoudit i variantu s výměnou stávajících dveří, či celé vstupní stěny.

#### 4.1.2.4 *Bilance potřeby tepla pro vytápění*

##### **Tepelné ztráty - nový stav - Varianta 2**

Objekt	$Q_c$ /W/
Obytný dům Oblá 14	71 640

##### **Roční potřeba tepla celková a redukována- varianta 2**

Výpočet je proveden dle vyhlášky 291/2001 Sb.

Objekt	$E_{vvt}/kWh.rok^{-1}/$ celková	$E_{vvt}/kWh.rok^{-1}/$ redukována	$E_{vvt}/GJ.rok^{-1}/$ celková	$E_{vvt}/GJ.rok^{-1}/$ redukována
Obytný dům Oblá 14	102 179	118 661	636	427

##### **Úspora tepla na vytápění realizací stavebních opatření**

Spotřeba tepla na vytápění před realizací opatření (naměřená)	1768 GJ/rok
Spotřeba tepla na vytápění po realizaci opatření	156 GJ/rok
Úspora tepla	1612 GJ/rok

Spotřeba tepla po realizaci opatření je uvažována jako spotřeba tepla redukována, předpokládá se využití slunečních zisků vlivem regulace otopného systému.

#### 4.1.2.5 Měrná spotřeba tepla při vytápění objektu dle vyhl. č.291/2001 Sb.

#### **Měrná spotřeba tepelné energie objektu za otopné období $e_v$ a $e_A$ - varianta 2**

$e_v$		$e_{v,N}$	$e_A$		$e_{vA}$
kWh.m <sup>-3</sup> .a		kWh.m <sup>-3</sup> .a	kWh.m <sup>-2</sup> .a		kWh.m <sup>-2</sup> .a
16,6	vyhoví	29,1	51,7	vyhoví.	91,0
<b>Vypočtená měrná spotřeba tepelné energie objektu za otopné období při stávajícím stavu vyhoví požadované hodnotě stanovené vyhláškou.</b>					

$e_{v,N}$  je požadovaná hodnota,  $e_{vA}$  je požadovaná hodnota

#### **Stanovení energetické náročnosti budovy (Varianta 2)**

Potřeba tepla při vytápění budovy ke krytí tepelných ztrát prostupem tepla $E_{vp}$	kWh/a	102 179	
Potřeba tepla při vytápění budovy ke krytí tepelných ztrát větráním $E_{vV}$	kWh/a	74 526	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla za otopné období $E_{vz}$	kWh/a	42 996	
Tepelné zisky ze slunečního záření za otopné období $E_{vz}$	kWh/a	21 498	
Stupeň využití tepelných zisků $\eta$	-	0,9	
Roční spotřeba tepla na vytápění $E_h$	kWh/a	118 661	Požadavek
<b>Měrná potřeba tepla při vytápění budov <math>e_v</math></b>	<b>kWh/(m<sup>3</sup>.a)</b>	<b>16,6</b>	<b>29,1</b>
Stupeň energetické náročnosti <b>SEN</b>	%	<b>56,9</b>	
Klasifikace energetické náročnosti budovy	<b>B – Velmi úsporná</b>		

#### 4.1.2.6 Skladba investičních nákladů

Investiční náklady na realizaci opatření

V2	Položka	Oprava a modernizace systému
	Výměna oken	3 650 000
	Zateplení obvodových stěn	2 900 000
	Zateplení střešní konstrukce	700 000
	Zateplení podlahy	102 000
	<b>Celkem</b>	<b>7 352 000</b>

## 4.2 Systém TZB

### 4.2.1 Varianta I

Návrh předpokládá realizaci následujícího nízkonákladového opatření:

#### 4.2.1.1 *Úsporné sprchové hlavice, renovace výtokových armatur*

Stávající vanové výtokové armatury jsou dle provedeného průzkumu vybaveny převážně standardními sprchovými hlaviciemi. Náhradou těchto hlavice lze uvažovat se snížením spotřeby vody při sprchování v průměru o 50 %.

Instalovaná hlavice musí kromě uvedené úspory vody zaručit srovnatelný komfort při sprchování a musí mít dlouhodobou funkčnost a životnost.

Úspornou hlavici lze obvykle namontovat na stávající sprchovou hadici. Protože však při omezení průtoku vody dochází ve sprchové hadici ke zvýšení tlaku, je vhodné instalovat hadici v tlakovém provedení.

V opatření je zahrnuta dílčí renovace vybavení stávajícího bytového jádra, spočívající ve výměně standardních výtokových armatur za pákové. Z tohoto důvodu je uvažováno s další přibližně 20 % úsporou vody. Do nákladů je započtena renovace 75 % výtokových armatur.

#### 4.2.1.2 *Úsporné perlátory, renovace výtokových armatur*

Stávající výtokové armatury v kuchyních jsou vybaveny většinou běžnými perlátory, v některých bytech jsou bez perlátorů. Standardní perlátor provzdušní proud vody a částečně také sníží spotřebu. Úsporný perlátor kromě provzdušnění proudu výrazně omezí průtok vody armaturou. Dle našich experimentálních měření může toto snížení průtoku přesáhnout 50%.

U všech výtokových armatur budou instalovány úsporné perlátory, v případě potřeby včetně výtokového ramena.

Tato opatření zahrnuje také dílčí renovaci vybavení stávajícího bytového jádra spočívající v náhradě klasických výtokových armatur za pákové. Z tohoto důvodu je uvažováno s další přibližně 20 % úsporou vody. Do nákladů je započtena renovace 75 % výtokových armatur.

#### 4.2.1.3 *Nové rozvody a izolace TUV*

Stávající rozvody TUV jsou obaleny pouze plstěnými pásy, které jsou navíc v mnoha místech poškozeny. Armatury nejsou izolovány vůbec. Takto provozovaný systém vykazuje vysoké nevyužitelné tepelné ztráty dosahující až 50% vypočtené potřeby energie pro ohřev TUV.

S ohledem na špatný technický stav rozvodných i cirkulačních potrubí TUV je navržena jejich celková výměna. Tepelné ztráty nových potrubí lze výrazně snížit návrhem nových tepelných izolací s těmito tloušťkami izolačních vrstev:

do D20 mm      20 mm

pro D25 až 32 mm 30 mm  
 pro větší D D trubky

Současně s trubkami je nezbytné izolovat veškeré tvarovky a armatury.

Vhodným materiálem jsou trubicové tepelné izolace na bázi skelných nebo minerálních vláken s povrchovou úpravou hliníkovou fólií ( $\lambda \leq 0,040 \text{ W/m.K}$ )

Dále je třeba opravit izolace potrubí otopné vody k ohřivačům včetně všech armatur. Tepelnou izolaci stávajících ohřivačů lze opravit a doplnit, novou izolaci doporučené tloušťky 100 mm je nutné provést v rámci jejich plánované výměny.

Při montáži izolací je nutné dodržovat přesně stanovené technologické postupy a zajistit návaznost jednotlivých dílů včetně jejich řádného spojení (slepení), což je nezbytným předpokladem pro dosažení úspory energie uvedené v energetických bilancích.

Základní technické a hygienické požadavky pro provedení nových rozvodů jsou uvedeny v rámci úsporných opatření pro II. variantu.

#### 4.2.1.4 Vyregulování otopné soustavy, izolace rozvodů a armatur vytápění

Celý vytápěcí systém bude přepočítán na nový stav po zateplení budovy a bude vyregulován nově osazenými vyvažovacími ventily na stoupačkách. Nastavení armatur bude provedeno dle výpočtu uvedeného v projektu.

V rámci těchto prací budou provedeny i výměny nefunkčních armatur, poškozených těles a opravy stávajících rozvodů. Na radiátorech v jednotlivých bytech budou osazeny poměrné měřiče tepla.

Tímto opatřením bude zajištěna optimální teplota v místnostech a sníží se průměrná teplota ve vytápěných prostorách. Tímto budou k dispozici přesné odečty spotřeby tepla a bude možná pravidelná kontrola.

Toto úsporné opatření zahrnuje odstranění starých izolací z rozvodů topné vody uvnitř budovy v nevytápěných prostorech. Ošetření potrubí a instalaci nové tepelné izolace z minerální vlny v tloušťce 40 mm na potrubí včetně armatur.

#### 4.2.1.5 Náklady na realizaci opatření

V1	Položka	Úprava systému
	Inovace TUV (armatury, izolace,...)	682 000
	Nucená ventilace a ZZT	850 000
	Renovace vytápění (vyregulování, TRV,..)	560 000
	Úsporné zdroje světla	350 000
	<b>Celkem</b>	<b>2 442 000</b>

#### 4.2.2 Variantu II

Návrh předpokládá realizaci následujícího nízkonákladového opatření:

##### 4.2.2.1 Inovace TUV

#### **Modernizace rozvodů a ohřevu TUV**

Toto opatření počítá s úplnou renovací ohřevu a distribuce TUV, zahrnující výměnu ohřivačů vody, výměnu ležatých a stoupacích rozvodů vody, provedení

nových přípojovacích potrubí (v rámci uvažované výměny bytového jádra), nové tepelné izolace potrubí a armatur a instalaci úpravy vody.

Pro úsporu energie jsou rozhodující zejména tepelné izolace. Stávající potrubí TUV a cirkulace TUV jsou ovinuta pouze plstěnými pásy. Pro izolace rozvodů TUV doporučujeme pro tuto variantu trubicové tepelné izolace na bázi skelných nebo minerálních vláken s povrchovou úpravou hliníkovou fólií ( $\lambda \leq 0,040 \text{ W/m.K}$ ). Doporučené minimální tloušťky izolací jsou následující:

do D20 mm    20 mm  
pro D25 až 32 mm    30 mm  
pro větší D    D trubky

Tyto tloušťky byly uvažovány v energetických výpočtech. Současně s veškerými trubkami je nezbytné izolovat rovněž tvarovky a armatury.

Stejnou technologií je třeba provést izolace potrubí otopné vody k ohříváči včetně všech armatur. Pro zásobníkový ohříváč vody volit tloušťku izolační vrstvy 100 mm ( $\lambda \leq 0,045 \text{ W/m.K}$ )

Při montáži izolací je nutné dodržovat přesně stanovené technologické postupy a zajistit návaznost jednotlivých dílů i místech uchycení potrubí, tvarovek, armatur včetně jejich řádného spojení. Jen takto provedené izolace jsou zárukou pro dosažení úspory energie uvedené v energetických bilancích.

Základní technické a hygienické požadavky pro renovaci zařízení a potrubí :

- vzhledem k úsporám vody navrhnout nový zásobník TUV s menším objemem vody, stávající regulaci ohřevu vody lze ponechat, uvažovat jen s jedním cirkulačním čerpadlem (připojit přes ruční spínač),
- pro rozvody vody zvolit materiály odolné proti korozi a inkrustaci, požadovaná životnost 50 let, možnost zvýšit teplotu vody na min. 70 °C (termická desinfekce systému),
- provést přesný hydraulický výpočet včetně návrhu cirkulačního potrubí a čerpadla, požadovaný rozdíl mezi teplotami TUV na výstupu z ohříváče a cirkulace TUV na vstupu do ohříváče je maximálně 5 °C,
- před stoupacími potrubími TUV navrhnout regulační armatury, které umožní přesné hydraulické vyregulování systému TUV (možnost měření tlaků a průtoků),
- správně fungující cirkulace je podmínkou pro dodávku TUV stabilní teploty v celé budově a základním předpokladem ochrany před bakteriálním znečištěním TUV (legionely),
- na vstupu pitné vody do ohříváče instalovat zařízení pro fyzikální úpravu vody,
- navrhnout odkalení celého systému,
- současně s modernizací rozvodů a ohřevu TUV modernizovat rozvody pitné vody, neopomenout instalovat mechanickou filtraci vody na vstupu do objektu (nezahrnuto do nákladů).

Ve stávajících bytových jádrech jsou osazeny převážně standardní výtokové armatury. Průtok a teplota odebírané vody, které jsou rozhodující pro spotřebu energie, jsou dány stupněm otevření armatury.

Jako významné úsporné opatření navrhuje instalovat úsporné výtokové armatury, u kterých je možné nastavit nižší průtok a teplotu vytékající vody. Provedením se jedná o úsporné armatury pákové, případně armatury termostatické. V energetickém hodnocení je uvažováno s armaturami pákovými s dvoupolohovou kartuší, kdy první poloha páky umožňuje úsporný provoz armatury.

Pro dosažení vypočtených úspor energie je rovněž nezbytné vybavení výtokových armatur příslušenstvím (sprchové hlavice, perlátory) v úsporném provedení.

#### 4.2.2.2 Nucená ventilace a ZZT

Na střeše objektu budou instalovány dvě klimatizační jednotky s výkonem 1500 m<sup>3</sup>/h . Každá obsluhuje dvě ze 4 větví vedených bytovými jádry. Jelikož pracují tyto jednotky se 100% čerstvého vzduchu, má velký význam rekuperace a předehřívání vzduchu.

Venkovní vzduch bude nasáván z tepelných kolektorů které jsou integrovány do venkovní fasády (SOLAR- WALL cca 160 m<sup>2</sup>). Zde dochází k prvnímu předehřívání venkovního vzduchu. Navazuje další ohřívání již předehřátého vzduchu uvnitř deskového rekuperátoru tepla. Speciální forma rekuperátoru dosahuje vysoký stupeň účinnosti přenosu tepla mezi odpadním a čerstvým přiváděným vzduchem, uvažovaná účinnost rekuperace tepla je 80%. Zařízení ZZT bude opatřeno obtokem, který bude sloužit k přepouštění dostatečně ohřátého vzduchu přímo do vzduchotechnického zařízení (teplotní čidla budou porovnávat rozdíl mezi teplotou odváděného vzduchu a teplotou vzduchu přicházejícího z kolektoru). K dosažení požadované teploty přívodního vzduchu slouží následně centrální ohříváč vzduchu instalovaný ve vzduchotechnické jednotce a následně jednotlivé teplovodní dohříváče vzduchu instalované na přívodu větracího a topného vzduchu do jednotlivých bytů (individuální dohříváče vzduchu budou instalovány v jednotlivých bytech a jejich výkon bude regulován dle teplotního čidla příslušejícího danému bytu). Na výstupu ze vzduchotechnické jednotky bude teplota přiváděného vzduchu 20°C. Výstupní teplota vzduchu za ohříváčem VZT jednotky musí být dodržena za všech klimatických podmínek. Ohřev vzduchu musí navíc zajistit teplotu vzduchu nad teplotou mezní pro zásah protimrazové ochrany. Teplota vzduchu přiváděného do jednotlivých bytů bude potom pomocí řízení výkonu jednotlivých bytových ohříváčů odpovídat požadované vnitřní teplotě místností a tepelným ztrátám bytu. Předpokládá se teplota přiváděného vzduchu do 50 °C.

#### Rozdělování vzduchu

Rozdělování vzduchu v jednotlivých bytech se bude dít v mezistropu kolem bytového jádra.. množství vzduchu přiváděné do jednotlivých bytů bude řízeno regulačními klapkami. Pomocí regulačních elementů bude dále dělena distribuce vzduchu do jednotlivých místností a odsávání znehodnoceného vzduchu z místností.

V přívodních i odvodních větvích rozvodu vzduchu budou osazeny přeslechové tlumiče hluku, aby se omezilo šíření zvuků mezi jednotlivými místnostmi bytu.

#### Kontrolované větrání bytového prostoru

Každý byt bude mít zajištěn konstantní přívod vzduchu 90 m<sup>3</sup>/h (20m<sup>3</sup>/hod pro každý ze tří pokojů a 30m<sup>3</sup>/hod pro jídelnu). Toto odpovídá výměně vzduchu 0,4 za hodinu

Větrání slouží jednak ke krytí hygienicky nutné potřeby čerstvého vzduchu (100% čerstvý vzduch ), jednak k vytápění.

Pro distribuci přiváděného čerstvého a topného vzduchu bude použito speciálních vyústek s indukčním účinkem, které jsou použitelné pro malá vzduchová množství. Vyústky jsou vysokoindukční, čímž umožňují dobré promíchání vnitřního vzduchu a snížení teplotního pracovního gradientu na malé vzdálenosti od přívodu vzduchu do místnosti.

Vzduch proudí následně od obvodových místností k zóně kolem bytového jádra. Proudění vzduchu bude zajištěno otvorem pod dveřmi výšky min. 1 cm vysokým na celou šířku dveří. Odvod vzduchu je zajištěn v bytovém jádru (koupelna – 30m<sup>3</sup>/hod, WC – 20<sup>3</sup>/hod, kuchyně – 40m<sup>3</sup>/hod). Větrání bude trvalé 24 hodin denně. Aby bylo omezeno množství látek znečišťujících teplosměnné plochy rekuperátoru budou varná centra kuchyní vybavena cirkulačními digestoři s tukovými a pachovými filtry.

### **Větrání prostoru schodiště a komor bytů**

V současné době je prostor schodiště větrán neuzavíratelnými otvory vyvedenými do nadstavby nad střechou objektu. Pro úsporu tepla bude prostor schodiště větrán nuceně teplovzdušně. Do prostoru schodiště bude v suterénu přiváděn čerstvý vzduch z přívodních jednotek. Přiváděný vzduch bude zabezpečovat pouze větrání, nikoli vytápění prostoru schodiště. Větrací vzduch bude ze schodiště odváděn přes komory bytů na jednotlivých patrech a v posledním patře bude vrácen do systému teplovzdušného vytápění, aby bylo možno využít tepla odváděného vzduchu k ohřevu vzduchu přiváděného v rekuperačních výměnících tepla osazených ve VZT jednotkách ve strojovně vzduchotechniky na střeše objektu.

Pro zvýšení intenzity větrání prostoru schodiště v letním období bude využito prostupů do strojovny výtahu a prostor schodiště bude větrán současně přívodním vzduchem sloužícím i pro odvětrání prostoru strojovny výtahu.

Přefuk vzduchu z prostoru schodiště do komor na patrech bude vybaven protipožárními uzávěry osazenými do otvorů ve stěnách nad vstupními dveřmi z prostoru schodiště.

Pro odvětrání prostoru komor bude využito stávající odvětrávací potrubí, v horním patře bude odvětrání komor napojeno na centrální odvod vzduchu.

#### *4.2.2.3 Renovace vytápění*

### **Zdroj tepla**

Zdrojem tepla budou VZT jednotky s rekuperačními výměníky umístěné v nástřešním prostoru budovy. Stávající dálkový zdroj tepla pro vytápění bude zachován. Tento slouží k zabezpečení objektu teplem ke krytí tepelných potřeb vytápění jakož i v případě potřeby k zabezpečení dohřevu teplé vody.

Stávající dálkový rozvod tepla má v budoucnosti sloužit k odvedení přebytků tepla ze solárních kolektorů. Tak může být přes stávající rozvod převedena přebytečná energie do míst, kde je jí potřeba. Pro dochlazení kolektorů na hodnotu cca 80-85°C bude využito topné "boilerové" vody o letních parametrech 70/50°C. Měřič spotřeby tepla bude v provedení, které umožní zvlášť zaznamenat tok tepla od budovy (dochlazení) a k budově (ohřev).

## Otopný systém

Dodávka tepla do budovy bude realizována pomocí centrálního větrání, které je rozděleno na dvě stejné větrací jednotky po 1500 m<sup>3</sup>/h. Nejprve bude venkovní vzduch přicházející ze solárního kolektoru v případě nutnosti předehřán pomocí rekuperátoru - deskového křížového výměníku tepla.

Předehřátý vzduch může být v případě potřeby dohříván nízkoteplotním topným registrem.

Cílem je dosáhnout s pomocí výměníku tepla popřípadě pomocí topného registru teploty vzduchu 20°C. Takto může být dosaženo izotermie přívodního vzduchu již na centrálním zařízení. Následně bude ohřátý vzduch přiveden na decentrální dohřívací registry v jednotlivých bytech a upraven na požadovanou teplotu. Dohřívací registry mohou dosáhnout zvýšení teploty o max 30°C a slouží ke krytí tepelných ztrát v jednotlivých bytech.

Pomocí dohřívacích registrů bude přívodní vzduch do prostor v projektovaném případě (při normové venkovní teplotě) ohříván na teplotu maximálně 50°C. V každém bytě může být jednou řídicí jednotkou na přívodním vzduchu řízena teplota v prostoru bytu.

Během roku budou dodávány podstatně nižší teploty na vyfukovaném vzduchu, úměrné tepelným ztrátám.

Různé požadavky na teplo u jednotlivých bytů, které vyplývají jednak z různých požadavků uživatelů, jednak dílčími solárními zisky, mohou být vyrovnány pomocí decentralizované regulace teploty v každém bytě.

### Nouzový radiátor

Stávající budova bude s ohledem na materiálové řešení jakož i způsob vytápění dalekosáhle optimalizována. Z těchto důvodů jsou očekávány také podstatné úspory v roční potřebě tepla. Návrh topného systému vychází z normovaných venkovních teplot. Ve skutečnosti se mohou krátkodobě vyskytnout nižší venkovní teploty, což může vést k momentálně vyšší potřebě tepla. Z tohoto důvodu je navrženo zřízení nouzového radiátoru. K tomu budou použity pouze stávající radiátory v rohových místnostech, které budou napojeny na stávající stoupačky vytápění. Za běžného provozu bude na směšovacím uzlu v suterénu udržována teplota vody v radiátorech v rozmezí 22-25°C tak, aby nedocházelo k přenosu tepla žádným směrem a ventily byly plně otevřené. V okamžiku nouze (porucha, extrémní mrazy,..) bude regulační ventil naplno otevřen a v okruhu bude udržována ekvitermě regulovaná voda 80/60°C.

Podobně je řešen případ radiátorů v suterénu (sušárna, komerční prostory, apod.). Zde je ale ekvitermní teplota (předpokládaný spád 55/45°C) udržována sezónně a fakturace nákladů probíhá odděleně.

## Otopný systém

Pro budovu je počítáno s teplovzdušným otopným systémem (viz část VZT). Bude se připravovat ekvitermně regulovaná voda (čidlo na severní straně objektu) s plným nasazením individuální regulace tepla v místnostech. Otopný systém bude klasický dvoutrubkový s horním (VZT registry) a dolním (otopná tělesa) rozvodem a

bude uzavíratelný sekčními regulovatelnými uzávěry a regulátory diferenčního tlaku. Vlastní napojení repasovaných otopných těles ve většině vytápěných prostor bude provedeno přes regulační šroubení a termostatické ventily s hlavicemi tak, jak to požaduje Vyhláška č.151/2001. Otopná tělesa budou vzhledem k minimalizaci problémů se zavzdušněním litinová článková. Rozvody bude možno po kontrole a redukci tras ponechat stávající. Topná voda musí být pro nasazení regulační techniky filtrována, upravována a odvzdušňována.

Kompenzace délkové roztažnosti potrubí bude řešena trasováním potrubí bez dlouhých rovných úseků.

Potrubní rozvody budou izolovány -

- a) ve strojovně 40mm izolací
- b) po hlavní trase 20mm izolací

Rozdělovač bude izolován 100mm izolací s izolovanými armaturami a tělesy čerpadel. Obě nádrže (TUV i akumulace) budou izolovány nadstandardně.

#### 4.2.2.4 Solární kolektor TUV

Solární zařízení na jižní fasádě bude montováno na ploše cca 160 m<sup>2</sup>, slouží jako zdroj tepla pro přípravu teplé vody jakož i zdroj ohřevu vzduchu pro vzduchotechnická zařízení objektu.

Energie získaná z kolektorů bude uskladněna v stratifikačním zásobníku tepla. Ukládání v zásobnících se uskutečňuje v závislosti od teploty ve dvou různých výškách a proto může být dosaženo rozvrstvení teplot v zásobníku.

Při tomto rozvrstvení teplot mohou být využity také nižší teploty ze solárních kolektorů pro přehřívání topné vody. V zásobníku obsažené množství tepla může být na jedné straně využito pro topný registr vzduchotechnické jednotky, na druhé straně k ohřevu teplé vody. Pokud teplota v zásobníku nestačí, potom mohou být ze strany dálkového tepelného zdroje dohřívány obě možnosti odběru.

V případě přebytku tepla v zásobnících bude také možnost odvedení této přebytečné energie do rozvodné sítě dálkových rozvodů a takto je předat pro ostatní objekty. Toto by se mělo dít pomocí stávajících rozvodů dálkového tepla (viz zdroj tepla).

Z hlediska zabezpečení bude každý zdroj vybaven pojistným ventilem a otopná soustava jako celek bude osazena membránovou expanzní nádobou, jak na straně glykolového okruhu, tak na teplovodní straně.

Způsob obsluhy strojovny je stanoven jako obsluha s občasným dozorem a pověřená osoba musí být s obsluhou zařízení seznámena (z hlediska předpisů se nejedná o kotelnu a nemusí tedy být způsobilá dle Vyhlášky ČÚBP č.91/1993Sb).

#### 4.2.2.5 Solární kolektor VZT

viz. Solární kolektor TUV

#### 4.2.2.6 Úsporné zdroje světla

Opatření zahrnuje zpracování přehledu stávajícího stavu světelných zdrojů a návrh výměny všech žárovek za úsporné kompaktní zářivky s ELP. Dále bude provedeno vyčištění svítidel a výměna nevyhovujících zářivek.

Předpokládaná ekonomická životnost nových zdrojů světla je 6 let.

## 4.2.2.7 Náklady na realizaci opatření

V2	Položka	Úprava systému
	Inovace TUV (armatury, izolace,...) Solární kolektor TUV	1 500 000
	Teplovzdušné vytápění, ZZT, vyregulování, MaR, úpravy VYT, solár VZT	5 700 000
	Úsporné zdroje světla	350 000
	<b>Celkem</b>	<b>7 550 000</b>

4.3 Vybrané kombinace - varianty

Pro další ekonomické hodnocení jsou sestaveny z popsaných varianty.

Označení varianty	Kombinace	Náklady na realizaci (Kč)
Varianta I	Energetický management	100 000
	Výměna oken	3 250 000
	Zateplení obvodových stěn	2 300 000
	Zateplení střešní konstrukce	600 000
	Zateplení podlahy	30 000
	Inovace TUV (armatury, izolace,...)	682 000
	Nucená ventilace a ZZT	850 000
	Renovace vytápění (vyregulování, TRV,...)	560 000
	Úsporné zdroje světla	350 000
	<b>Celkem</b>	<b>8 722 000 Kč</b>
Varianta II	Energetický management	100 000
	Výměna oken	3 650 000
	Zateplení obvodových stěn	2 900 000
	Zateplení střešní konstrukce	700 000
	Zateplení podlahy	102 000
	Inovace TUV (armatury, izolace,...) Solární kolektor TUV	1 500 000
	Teplovzdušné vytápění, ZZT, vyregulování, MaR, úpravy VYT, solár VZT	5 700 000
	Úsporné zdroje světla	350 000
	<b>Celkem</b>	<b>15 002 000 Kč</b>

#### 4.4 Upravené energetické bilance pro varianty

	Ukazatel	Před realizací		Po realizaci			
		Energie	Náklady	Varianta I		Varianta II	
				GJ/r	tis. Kč/rok	Energie	Náklady
				GJ/rok	tis. Kč/rok	GJ/rok	tis. Kč/rok
1.	Vstupy paliv a energie naměřené (teplo)	1768	615,8	681,4	237,3	301,8	105,1
	Vstupy paliv a energie vypočtené (teplo a elektřina)	2050	880,5	983,2	520,6	710,6	488,8
2.	Změna zásob paliv	-	-	-	-	-	-
3.	Spotřeba paliv a energie naměřená (teplo)	1768	615,8	681,4	237,3	301,8	105,1
	Spotřeba paliv a energie vypočtená (teplo a elektřina)	2050	880,5	983,2	520,6	710,6	488,8
4.	Prodej energie cizím	-	-	-	-	-	-
5.	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu naměřená (teplo)	1768	615,8	681,4	237,3	301,8	105,1
	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu vypočtená (teplo a elektřina)	2050	880,5	983,2	520,6	710,6	488,8
6.	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)	-	-	-	-	-	-
7.	Spotřeba energie na vytápění	1387	483,1	447,8	156,0	165,5	57,6
8.	Spotřeba energie na TUV	381	132,7	233,6	81,4	136,3	47,5
9.	Technologie kuchyně- vstup	-	-	-	-	-	-
10.	Spotřeba elektrické energie	282	264,7	301,8	283,2	408,8	372,7

Spotřeba elektrické energie před realizací i ve variantách 1 a 2 je vypočtena.  
Aktuální cena tepla (01/2003) je 348,31 Kč/GJ.

## 5 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Jako kritéria ekonomické efektivity byly použity :

prostá doba návratnosti, reálná doba návratnosti, NPV (čistá současná hodnota) a IRR (vnitřní výnosové procento) za období - 60 let (ve kterém je projekt hodnocen), při diskontní sazbě 2,2 % a při stálých cenách roku 2003.

### 5.1 Roční provozní náklady

	Položky	Přepočtené náklady	Úspora	
			Původní stav	Varianta I
		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč
a)	Teplo	615,8	378,5	510,7
b)	Elektrická energie	264,7	-18,6	-119,0
	<b>Roční Cash-Flow projektu</b>		<b>359,9</b>	<b>391,7</b>

Jako roční úspory jednotlivých variant pro ekonomické posouzení lze vzít pouze náklady na energie vstupující do předmětu auditu. Tyto úspory je třeba vztáhnout k původnímu technickému stavu, který by přetrval, ale platby by již musely být podle současných cenových výměrů. Tyto náklady jsou ve sloupci „Původní stav“.

Úspora nákladů za elektrickou energii je v navržených opatřeních záporná vzhledem k nárůstu spotřeby elektrické energie provozem vzduchotechniky a čerpadel.

### 5.2 Základní ekonomické parametry projektu

	Jednotka	Varianta	
		I	II
<b>Prostá doba návratnosti</b>	roky	18,3	25,7
<b>NPV</b>	tis. Kč	6 710	4 356
<b>IRR</b>	%	5,9	4,0
<b>Reálná doba návratnosti</b>	roky	23,7	38,3

## 6 ENVIRONMENTÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT

Předmět EA je zásobován teplem z kotelny na plynná paliva. Kotelna je umístěna v samostatně stojící budově. Teplo do samotného objektu je přivedeno teplovodem. Emisní zátěž pro jednotlivé varianty bude odpovídat předpokládaným vypočteným spotřebám plynu v tomto zdroji.

Emise znečišťujících látek pro současný stav i navržené varianty jsou počítány na základě emisních faktorů dle vyhlášky č.117/ 97 Sb.

### 6.1 Varianta I

Výpočet bude počítat s roční spotřebou plynu

52 000 m<sup>3</sup> - původní stav  
17 153 m<sup>3</sup> - po realizaci var.1

#### *Porovnání emisí*

Emise	původní (t/rok)	nové (t/rok)	snížení emisí (t/rok)
Tuhé látky	0,001	0,000	<b>0,001</b>
SO <sub>2</sub>	0,000	0,000	<b>0,000</b>
NO <sub>x</sub>	0,100	0,033	<b>0,067</b>
CO	0,017	0,005	<b>0,011</b>
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,007	0,002	<b>0,004</b>
CO <sub>2</sub>	98,717	32,563	<b>66,154</b>

### 6.2 Varianta II

Výpočet bude počítat s roční spotřebou plynu

52 000 m<sup>3</sup> - původní stav  
9 960 m<sup>3</sup> - po realizaci var.2

#### *Porovnání emisí*

Emise	původní (t/rok)	nové (t/rok)	snížení emisí (t/rok)
Tuhé látky	0,001	0,000	<b>0,001</b>
SO <sub>2</sub>	0,000	0,000	<b>0,000</b>
NO <sub>x</sub>	0,100	0,019	<b>0,081</b>
CO	0,017	0,003	<b>0,013</b>
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,007	0,001	<b>0,005</b>
CO <sub>2</sub>	98,717	18,908	<b>79,809</b>

***Při porovnání hodnot emisí varianta II produkuje menší množství škodlivin z důvodu menší spotřeby zemního plynu.***

## 7 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

V energetickém auditu byly porovnávány dvě varianty tvořené ve stavební části jak variantou na požadované hodnoty součinitel prostupu tepla obvodových konstrukcí, tak variantou na lepší hodnoty součinitele prostupu tepla obvodových konstrukcí budovy. V oblasti technických zařízení budov a kvality vnitřního klimatu byly srovnávány: varianta s využitím solární energie pro vytápění vzduchem a ohřev TUV a varianta s klasickým vytápěním a modernizací systémů TZB.

### Technicko - ekonomické porovnání variant

	Jednotka	Varianta I	Varianta II	Hodnocení
				<b>výhodnější varianta</b>
Potenciál úspor	GJ/rok	1 066,8	1 339,4	Varianta II
Investiční náklady	tis. Kč	8 722	15 002	Varianta I
Cash Flow projektu	tis. Kč	359,9	391,7	Varianta II
Prostá doba návratnosti	roky	18,3	25,7	Varianta I
Reálná doba návratnosti	roky	23,7	38,3	Varianta I
NPV	tis. Kč	6 710	4 356	Varianta I
IRR	%	5,9	4,0	Varianta I
Emise NO <sub>x</sub>	t/rok	0,067	0,081	Varianta II
Emise CO <sub>2</sub>	t/rok	66,15	79,80	Varianta II
Hodnocení objektu dle SEN	-	C - Úsporná	B - Velmi úsporná	Varianta II

***Z technicko-ekonomického posouzení vyplývá, že s ohledem na životní prostředí a snížení spotřeby energií je výhodnějším řešením Varianta II.***

## 8 ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

### 8.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

#### TZB (teplo, příprava TUV a vzduchotechnika),

Objekt je napojen na předávací stanici a ta na výtopnu Kamenný vrch. Vytápění je teplovodní (92,5/67,5 °C). Přípojka prochází 1.PP Samostatná větev je pro vytápění a pro TUV. Objektová směšovací stanice je po rekonstrukci, je osazen měřič spotřeby tepla na vytápění a osazeny regulační armatury na vstupu, zařízení je v dobrém stavu

Teplota vody pro vytápění je centrálně regulovaná v předávací stanici

Stávající systém regulace ohřevu užitkové vody zabezpečuje automatický případně ruční ohřev vody na nastavenou teplotu (60 °C) v době od 5:30 do 22:00 hod (časový spínač). Čidlo teploty je osazeno v teploměrné jímce v horní třetině ohříváče. Dodávka tepla pro ohřev vody je měřena samostatným měřičem tepla osazeným na přípojce topné vody (vodoměr, dva odporové teploměry a vyhodnocovací jednotka). Samostatně je také měřena dodávka pitné vody na přívodu do ohříváče (vodoměr).

Systém vytápění je teplovodní dvoutrubkový s nuceným oběhem. Topnou plochu tvoří 86 ocelových deskových těles VSŽ Košice a 25 litinových článkových radiátorů Kalor převážně u balkonů, ve vytápěných částech suterénu jsou otopné žebrové registry - vše bez termostatických ventilů. Vodorovné rozvody v suterénu jsou částečně izolované čedičovou vatou v tloušťce 2 až 3 cm, armatury jsou neizolované, ostatní jsou bez izolace

*V zimě se objevují problémy s průvanem způsobeným netěsnostmi oken a především balkónových dveří. Nejchladnějšími místnostmi jsou místnosti s balkony, zejména potom byty v nejvyšším a nejnižším patře.*

*Navržené nízkonákladové opatření sleduje vyšší využití existujícího potenciálu úspor.*

### **Budovy**

Objekt bytového domu Oblá 14 je samostatně stojící panelový dům se třemi samostatnými vstupy. Vstupní podlaží je technické a v nadzemních podlažích jsou vždy 4 třípokojové byty a prostory pro komory. Ve vstupním podlaží jsou : kočárkárna, místnost pro kola, prádelna, sušárna, žehlárna (mandl), sklepní boxy), a místnost se zásobníkem TUV.

V objektu byla provedena v září 2000 prohlídka zpracovatelem energetického auditu. Dotazníkovou akcí byl proveden průzkum mezi nájemníky zaměřený na energetickou spotřebu, způsob provozu energetických zařízení a nedostatky technických zařízení budov a techniky prostředí.

*Ve stavební části byla navržena výše uvedená vysokonákladová opatření.*

***Na základě analýzy energetického hospodářství je navrženo komplexní řešení ke snížení energetické a finanční náročnosti provozu budovy se zaměřením na snížení emisí s využitím solární energie.***

## **8.2 Celkový potenciál úspor energie**

Audit prokázal, že v energetickém hospodářství posuzovaného předmětu existuje potenciál energetických úspor. Navržená opatření směřují k jeho ekonomickému využití.

	Varianta I	Varianta II
<b>Celkový potenciál úspor</b>	<b>1 066,8 GJ / rok</b>	<b>1 339,4 GJ / rok</b>

***Celkový teoreticky dosažitelný potenciál úspor je dán úsporou energie vstupující do soustavy. Jeho hodnota je stanovena za předpokladu, že budou realizována opatření popsaná v kapitole 4.***

### **Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu**

Při zpracovávání energetického auditu byly pro hodnocení vybrány dvě varianty technického řešení.

Na základě jejich technicko-ekonomického porovnání byla vybrána a doporučena varianta II. Využití jejího značného energetického potenciálu úspor přinese finanční efekt v platbách za nákup tepla a snížení emisí vlivem využití solární energie.

	Jednotka	Varianta II
<b>Potenciál úspor</b>	GJ/rok	1 339,4
<b>Investiční náklady</b>	tis. Kč	15 002
<b>Cash Flow projektu</b>	tis. Kč	391,7
<b>Prostá doba návratnosti</b>	roky	25,7
<b>Reálná doba návratnosti</b>	roky	38,3
<b>NPV</b>	tis. Kč	4 356
<b>IRR</b>	%	4,0
<b>Emise NO<sub>x</sub></b>	t/rok	0,081
<b>Emise CO<sub>2</sub></b>	t/rok	79,80
<b>Hodnocení objektu dle SEN</b>	-	B - Velmi úsporná

### 8.3 Závěrečná doporučení

Z předcházející analýzy předmětu EA a následného ekonomického posouzení doporučujeme realizovat následující opatření:

#### **Pro oblast TZB** (viz. popis varianty II.):

- Inovaci systému TUV, úsporné výtokové armatury, tepelná izolace rozvodů TUV, solární stěna pro ohřev TUV
- Změnu systému vytápění na teplovzdušné vytápění se systémem zpětného získávání tepla rekuperací, vyregulování vytápěcí soustavy, osazení systému MaR, úpravy stávajícího systému vytápění, solární předehřev vzduchu ve stěnovém kolektoru
- Instalace úsporných zdrojů světla
- Energetický management

#### **Pro budovu** (viz. popis varianty II.):

- Zateplení obvodových stěn na hodnotu  $U = 0,18$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ) včetně zateplení tepelných mostů
- Zateplení střešní konstrukce na hodnotu  $U = 0,13$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )
- Výměna stávajících oken za dokonale těsná (výměnu vzduchu zajišťuje nucené větrání) s hodnotou  $U = 1,1$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )
- Zateplení podlahy na hodnotu  $U = 0,37$  ( $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ )

## 8.4 Evidenční list energetického auditu

Předmět EA		Obytný panelový dům		
Adresa		Oblá 14, Brno – Nový Lískovec		
Zadavatel EA		Město Brno – městská část Brno - Nový Lískovec	Zástupce	Ing. Jana Drápalová - starostka
Adresa zadavatele		Oblá 75a , 634 00 Brno		
Telefon	54721 1337	Fax	54721 1334	E-mail <a href="mailto:drapalova@nliskovec.brno.cz">drapalova@nliskovec.brno.cz</a>
Charakteristika předmětu EA		Bytový panelový dům a jeho tepelné hospodářství		
Výchozí stav				
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)		<p>Stavba, konstrukční soustava, dálkové vytápění, zásobníkový ohřev TUV, Objekt bytového domu Oblá 14 je panelový dům T-06B z roku 1980. Vstupní podlaží je technické a v 8 nadzemních podlažích jsou byty. Ve vstupním podlaží jsou : kočárkárna, místnost pro kola, prádelna, sušárna, žehlárna (mandl), sklepní boxy), a místnost se zásobníkem TUV. Objekt je napojen na předávací stanici. Vytápění je teplovodní. Samostatná větve je pro vytápění a pro TUV. Bez úprav vytápěcí soustavy v domě, v roce 1999 instalován nový systém automatické regulace směšovací stanice, dílčí zateplení (neefektivní).</p>		
Vlastní energetický zdroj		Instal. tep. výkon (MW)		Instal. el. výkon (MW)
		-		-
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)				-
Teplo		Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		-
		Nákup (GJ/r)		1768
		Prodej (GJ/r)		-
Elektřina		Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)		-
		Nákup (MWh/r)		vypočteno 78,3
		Prodej (MWh/r)		-
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)		1768	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r) – plyn kuchyně	
Spotřebič energie		Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r, kWh/r)	Nositel energie
Budova		130	1387	topná voda

Energeticky úsporný projekt				
Stručný popis doporučené varianty	<u>Část TZB</u>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inovaci systému TUV, úsporné výtokové armatury, tepelná izolace rozvodů TUV, solární stěna pro ohřev TUV</li> <li>▪ Změnu systému vytápění na teplovzdušné vytápění se systémem zpětného získávání tepla rekuperací, vyregulování vytápěcí soustavy, osazení systému MaR, úpravy stávajícího systému vytápění, solární předeřev vzduchu ve stěnovém kolektoru</li> <li>▪ Instalace úsporných zdrojů světla</li> <li>▪ Energetický management</li> </ul>			
	<u>Budova</u>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zateplení obvodových stěn na hodnotu <math>U = 0,18</math> (<math>W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}</math>) včetně zateplení tepelných mostů</li> <li>▪ Zateplení střešní konstrukce na hodnotu <math>U = 0,13</math> (<math>W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}</math>)</li> <li>▪ Výměna stávajících oken za dokonale těsná (výměnu vzduchu zajišťuje nucené větrání) s hodnotou <math>U = 1,1</math> (<math>W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}</math>)</li> <li>▪ Zateplení podlahy na hodnotu <math>U = 0,37</math> (<math>W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}</math>)</li> </ul>			
Investiční náklady (tis. Kč)	15 002	z toho technologie (tis. Kč)		750
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	Energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)
	2050,0	880,5	710,6	448,8
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r	
	1339,4		372,1	
Environmentální přínosy				
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)	Rozdíl (t/r)	
Tuhé látky	0,001	0,000	0,001	
SO <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,000	
NO <sub>x</sub>	0,100	0,019	0,081	
CO	0,017	0,003	0,013	
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,007	0,001	0,005	
CO <sub>2</sub>	98,717	18,908	79,809	
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	391,7	Doba hodnocení (roky)		60
Prostá doba návratnosti (roky)	25,7	Diskont (%)		2,2
Reálná doba návratnosti (roky)	38,3	NPV (tis. Kč)	4356	IRR (%)
				4,0
Energetický auditor	Ing. Hana Kuklínková	Č. osvědčení		060
Podpis		Datum		Brno, únor 2003

## **PŘÍLOHY**

- **kopie auditorského osvědčení**