



Konzultační, inženýrské a expertní služby
v oblasti energetiky a životního prostředí

Ing. Vratislav Čech
Donská 949,
Liberec 30, 463 11
Tel: 487 356 859
mobil: 603 945 715
e-mail: info@enau.cz
www.enau.cz

ENERGETICKÝ AUDIT

Zateplení objektu a úprava energetického
hospodářství

ZDRAVOTNÍ STŘEDISKO
JABLONNÉ V PODJEŠTĚDÍ

Město

Jablonné v Podještědí

BŘEZEN 2009

Energetický audit je proveden podle zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Obsahuje analytickou část, zjištění současného stavu, návrh úsporých opatření, ekonomické vyhodnocení varianty zateplení včetně environmentálního hodnocení.

Obsah:

1	Identifikační údaje	5
1.1	Zadavatel energetického auditu	5
1.2	Zpracovatel energetického auditu	5
1.3	Předmět energetického auditu	5
2	Popis výchozího stavu předmětu energetického auditu.....	6
2.1	Základní údaje o předmětu EA.....	6
2.1.1	Popis předmětu EA	6
2.1.2	Záměr energetického auditu ve vztahu k předmětu	7
2.2	Základní údaje o energetických vstupech a výstupech	7
2.2.1	Zemní plyn	7
2.2.2	Elektřina	9
2.2.3	Souhrn	10
2.3	Energetické zdroje.....	11
2.3.1	Výroba tepla	11
2.3.2	Příprava TV.....	13
2.4	Rozvody energie	14
2.4.1	Teplo	14
2.4.2	TV	14
2.4.3	Elektřina	14
2.5	Základní informace o spotřebičích energie.....	15
2.6	Základní informace o budově a stavebních částech.....	15
2.6.1	Nosné konstrukce	15
2.6.2	Stavební otvory	16
2.7	Klimatické podmínky regionu	17
2.8	Záměr zadavatele EA.....	19
3	Zhodnocení výchozího stavu	20
3.1	Bilance výroby energie z vlastních zdrojů	20
3.2	Základní tvar energetické bilance objektu	21
3.3	Tepelně izolační parametry budovy.....	22
3.3.1	Určení tepelných ztrát budovy.....	23
3.3.2	Zhodnocení stávajícího stavu z hlediska tepelných ztrát dle ČSN 73:0540-2:2007	24
3.4	Potřeba tepla.....	25
3.4.1	Popis metody užitá pro vyhodnocení	25
3.4.2	Určení teoretické potřeby tepla	26
3.4.3	Vyhodnocení spotřeby tepla.....	26
3.5	Zhodnocení stávajícího stavu podle vyhlášky 194/2007 Sb.	26
3.5.1	Měrná spotřeba tepla na vytápění.....	26
3.5.2	Měrná spotřeba tepla na přípravu TV.....	26
3.6	Závěrečné shrnutí stávajícího stavu energetického hospodářství.....	27
4	Návrh opatření ke snížení spotřeby energie	29
4.1	Beznákladová opatření.....	29
4.1.1	Energetický management	29
4.2	Nízkonákladová opatření.....	31
4.2.1	Optimalizace dimenzování velikosti hlavního jističe	31
4.2.2	Zateplení rozvodů TV v kotelně.....	33
4.2.3	Termostatické hlavice ventilů radiátorů	33
4.3	Vysokonákladová opatření	34

4.3.1	Zateplení obvodového pláště budovy.....	34
4.3.2	Tepelné čerpadlo	36
4.4	Přehled opatření a celkový technický potenciál úspor.....	37
4.5	Definice variant opatření	38
5	Vyhodnocení variant opatření	39
5.1	Vyhodnocení z energetického hlediska	39
5.1.1	Upravená energetická bilance objektu	39
5.1.2	Zhodnocení dle ČSN 73 0540:2007	41
5.1.3	Zhodnocení dle vyhlášky 194/2007 Sb.	42
5.2	Ekonomické vyhodnocení variant.....	42
5.2.1	Metodika ekonomického hodnocení.....	42
5.2.2	Vyhodnocení variant	43
5.3	Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí	44
5.4	Výběr optimální varianty	46
6	Závazné výstupy energetického auditu.....	48
6.1	Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	48
6.2	Celková výše dosažitelných energetických úspor	48
6.3	Optimální varianta energeticky úsporného projektu	49
6.4	Doporučení energetického auditora	49
6.5	Evidenční list energetického auditu	49

Abstrakt:

Energetický audit budovy zdravotního střediska v Dlouhé ulici v Jablonném v Podještědí je proveden podle požadavku provozovatele na splnění povinností ukládaných zákonem 406/2000 Sb., o hospodaření energií. Objekty areálu slouží převážně ke zdravotnickým účelům pro spádovou oblast města Jablonné v Podještědí. Audit se zabývá analýzou současného stavu spotřeby energie a odhaluje místa neefektivního využití energie v objektu. Z dostupných informací a z provedené matematické simulace vyvozuje spotřebu energie v v objektu. Stanovuje základní priority ve využívání energetických zdrojů se zvláštním důrazem na užití tepla. Předkládá úsporná opatření, provádí jejich technické, ekonomické a ekologické vyhodnocení. Na základě tohoto komplexního vyhodnocení je pak výstupem auditu je doporučení realizace konkrétních opatření.

Energetický audit budovy je zpracovaný podle vyhlášky č. 213/2001 Sb. a ve znění vyhlášky č. 425/2004 Sb. Budova je hodnocena dle norem ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13 789, ČSN EN ISO 13 370, ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov – Požadavky a dle vyhlášky 148/2007 Sb., podle které je budova zařazena do energetické třídy. Doložení deklarovaných hodnot dle specifických kritérií přijatelnosti žádosti o dotaci z Operačního programu Životní prostředí – prioritní osa 2 – 3 je provedeno formou podle prostupu tepla obálkou budovy dle přílohy C vyplněných údajů v Energetickém štítku obálky budovy a v Protokolu k energetickému štítku obálky budovy dle normy ČSN 730540-2:2007.

Osvědčení energetického auditors:



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU
Na Právníku 30, 110 15 Praha 1

Ing. Vratislav Čech

č.č. 546529/0155

je oprávněn

provádět energetický audit
s platností od 1.1.2006

vypisovat průkazy energetické náročnosti budovy
s platností od 24.7.2005

podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií

Číslo oprávnění: 0233

V Praze dne 24. července 2006

Ing. Tomáš Hájek
ministr průmyslu a obchodu



Seznam použitých zkratk:

EA ... energetický audit

MPO ... Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky

TV ... teplá voda (dříve TUV)

NP ... nadzemní podlaží

NN ... nízké napětí

ČHMÚ ... Český hydro-meteorologický institut

EM ... energetický management

TČ ... tepelné čerpadlo

PE ... polyethylen

1 Identifikační údaje

1.1 Zadavatel energetického auditu

Název organizace	Městský úřad Jablonné v Podještědí
Právní forma	Orgán místní samosprávy
IČ	260576
Adresa	Náměstí Míru 22, Jablonné v Podještědí
PSČ	471 25
Odpovědný zástupce	Vlasta Dozorcová, starostka města
Telefon	487 829 964
Email	info@jvp mesto.cz

1.2 Zpracovatel energetického auditu

Název organizace	Ing. Vratislav ČECH, EnAu
Právní forma	Fyzická osoba
IČ	656 25 285
Adresa	Donská 949, Liberec 30
PSČ	463 11
Telefon	+420 487 356 059
E-mail	info@enau.cz
Kvalifikace	Energetický auditor č. 233, zapsán v Seznamu energetických expertů vedeného u MPO, datum zápisu 5. ledna 2005
Spolupráce	Ing. Josef Šidák

1.3 Předmět energetického auditu

Název organizace	Městský úřad Jablonné v Podještědí
Provozovna, objekt	Zdravotní středisko
IČ	260576
Adresa objektu	Dlouhá 99, Jablonné v Podještědí
PSČ	471 25
Odpovědný zástupce	Bc. Petr Sadílek
Telefon	487 829 964
Email	info@jvp mesto.cz

2 Popis výchozího stavu předmětu energetického auditu

2.1 Základní údaje o předmětu EA

2.1.1 Popis předmětu EA

Předmětem energetického auditu (EA) je objekt zdravotního střediska situovaný cca 100 metrů od centrálního náměstí města Jablunního v Podještědí v ulici Dílouhá čp. 99. Budova byla postavena svépomocí v 80. letech minulého století.

Jedná se o veřejně přístupnou budovu s provozem převážně zdravotnických služeb, sloužící pro potřeby veřejnosti z okolní spádové oblasti. Tomu odpovídá celoroční provoz, 5 dní v týdnu, v intervalu přibližně 7 – 17 hodin. Budova není z žádné strany osamocena, je obklopena okolní zástavbou, ze dvou stran (podélně) přímo navazuje na sousední objekty. Tvar budovy je do písmene L.

Částečně podsklepená budova má dvě vytápěná nadzemní podlaží (NP), suterén s technologickými prostory a dvě nevyužitá střešní nástavby o rozměrech zhruba 6 x 9 m, resp. 6 x 5,5 m (původně zbudované jako strojovny vzduchotechniky). Schodišťový prostor je vystavěn do třetího podlaží, odkud je zajištěn přístup po střeše k oběma nástavbám nebo ke komínovému zhlaví.

V horní části schodišťového prostoru je instalována otevřená expanzní nádoba bez izolace.

Elektrina je přivedena přípojkou nízkého napětí. Veškeré teplo pro potřebu objektu (vytápění i TV) se vyrábí ve vlastní kotelně výhradně z paliva zemní plyn, objekt je připojen na středotlaký městský plynovod. Původním palivem před rekonstrukcí kotelny bylo hnědé uhlí.

Objekt dosud neprošel celkovou rekonstrukcí zaměřenou na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí.

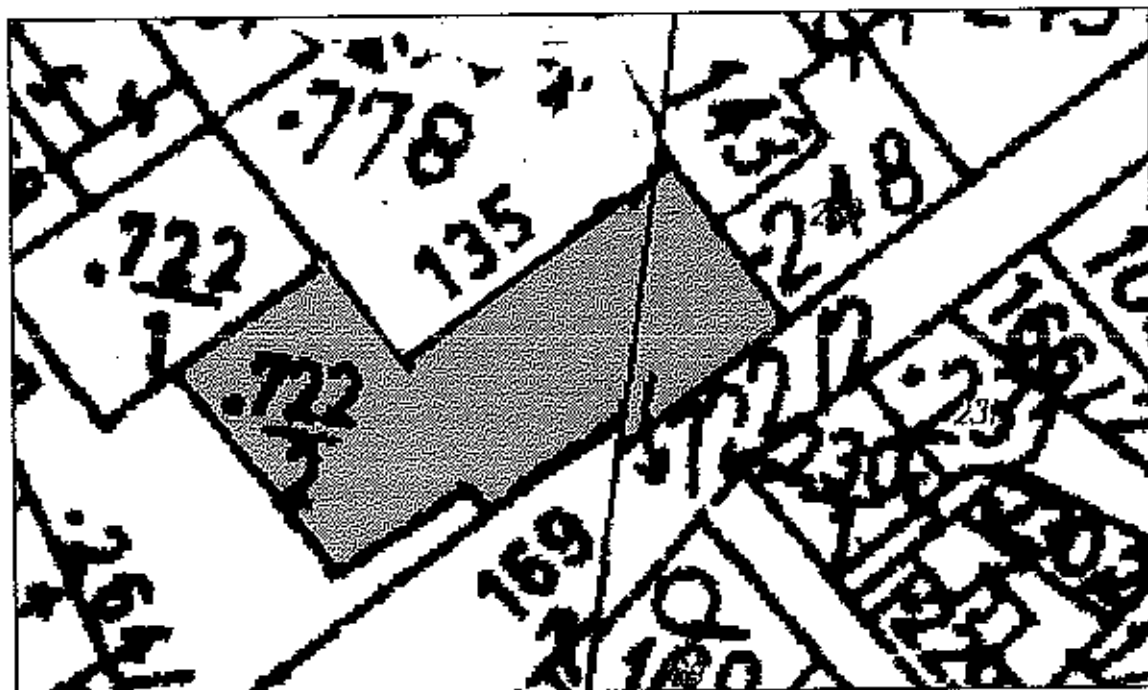
Pro zpracování energetického auditu byly použity tyto podklady:

- částečná projektová dokumentace (Drupos 1985), zakres skutečného stavu
- zprávy o revizi elektrického zařízení objektu
- spotřeby elektrické energie a tepla, faktury vystavené dodavateli energií (neúplné)
- údaje zástupce majitele budovy o jejím provozu
- údaje pořízené šetřením na místě

Tabulka 1 Základní údaje o předmětu EA

Využití objektu	Zdravotnické zařízení
Počet zaměstnanců (zdravotnického personálu)	16
Provozní doba	Pracovní dny od 7 do 17 hodin
Počet samostatných budov	1

Obrázek 1 Snímek z katastrální mapy



2.1.2 Záměr energetického auditu ve vztahu k předmětu

Záměrem majitele a provozovatele tohoto objektu je mimo vlastní naplnění legislativních požadavků, vyplývajících ze zákona č. 406/2000 Sb., vyhlášky č. 213/2001 Sb. a vyhlášky 148/2007 Sb., dosažení snížení nákladů na dodávkové teplo pro vytápění.

Pomocí kombinace opatření zvyšujících tepelně technické parametry objektu a zásahů do tepelně technické soustavy, je zájem dosáhnout snížení spotřeby tepla a dlouhodobě nízké a stabilní náklady na odebírané teplo. Snížením energetických nároků objektu má být dále snížena komplexní zátěž životního prostředí a odpovídajícím dílem snížení spotřeby paliva pro výrobu tepla ve zdroji tepla.

Tento energetický audit podrobně analyzuje objekt zdravotního střediska z hlediska jeho tepelně technických vlastností a jeho dílčích energetických systémů. Výstupem EA je návrh souboru opatření pro snížení nákladů na spotřebu paliv a energie.

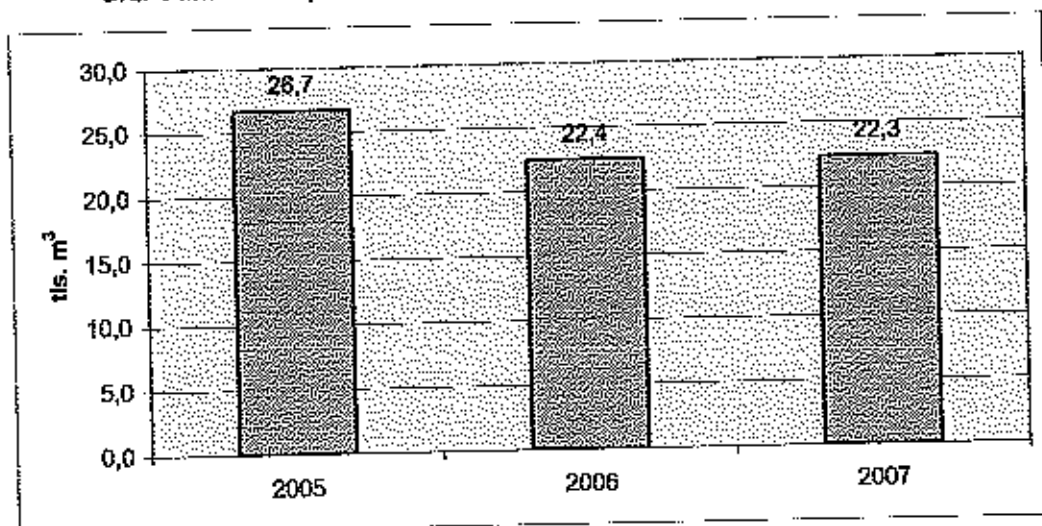
2.2 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

2.2.1 Zemní plyn

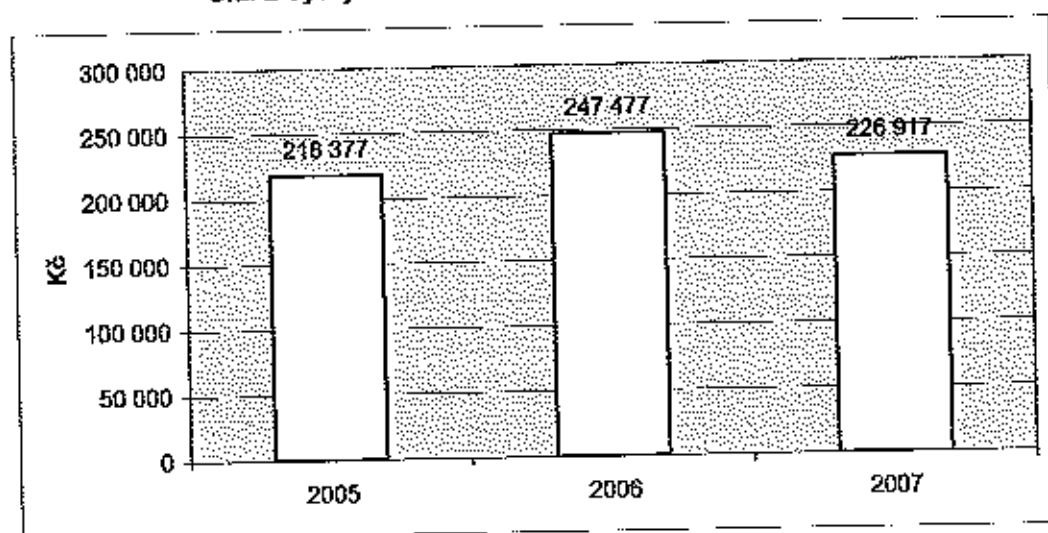
Objekt je zásobován plynem z přípojky středotlakého městského plynovodu. Dodavatelem je společnost Severočeská plynárenská, a. s., obchodní kancelář Mlýnská 2982, Česká Lípa. Plynoměr (číslo 172 131 03) se nachází v suterénu objektu v samostatné technologické místnosti.

Zemní plyn se využívá zejména jako palivo kotlů pro vytápění a ohřev TV.

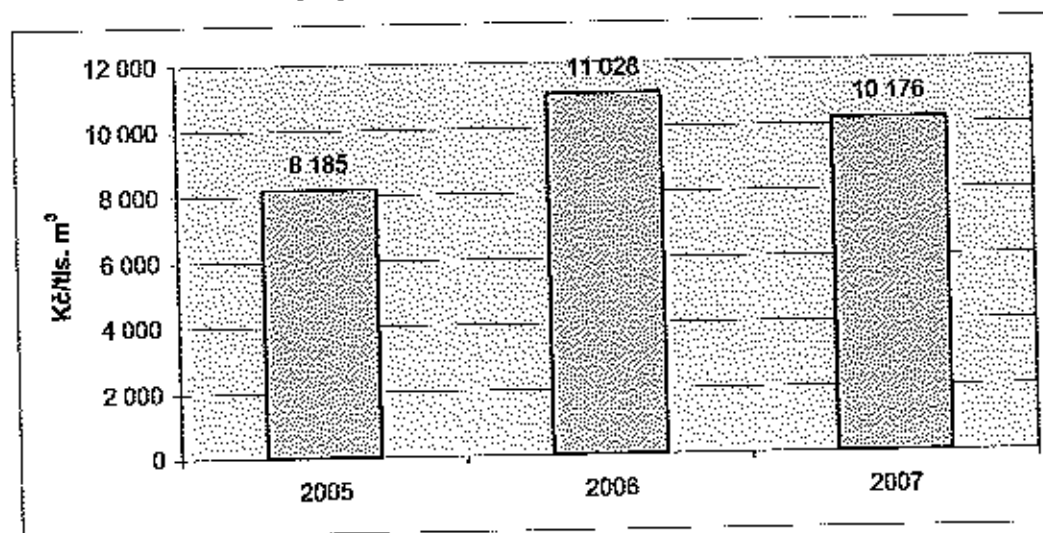
Graf 1 Množství spotřebovaného zemního plynu v předchozích 3 letech



Graf 2 Vývoj ročních nákladů na nákup zemního plynu



Graf 3 Vývoj měrných nákladů na nákup zemního plynu

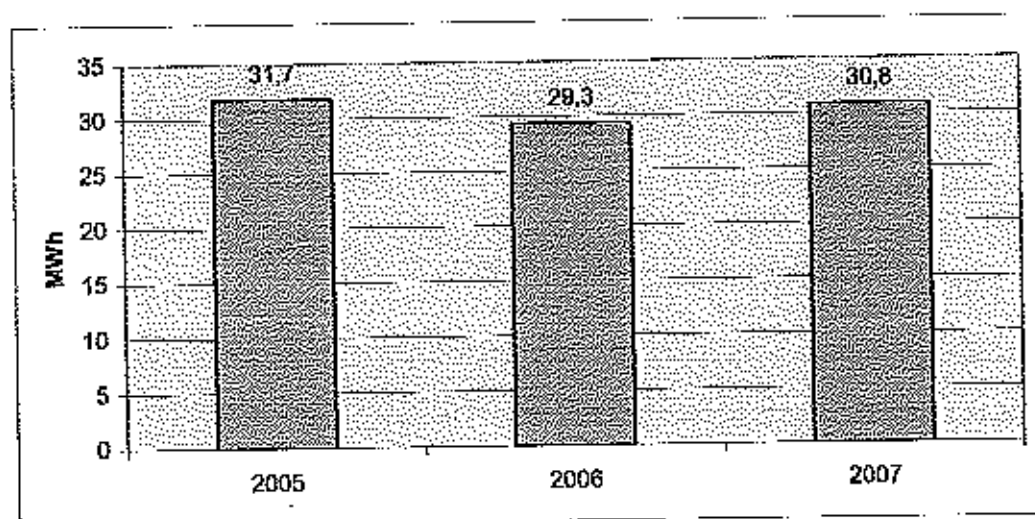


2.2.2 Elektřina

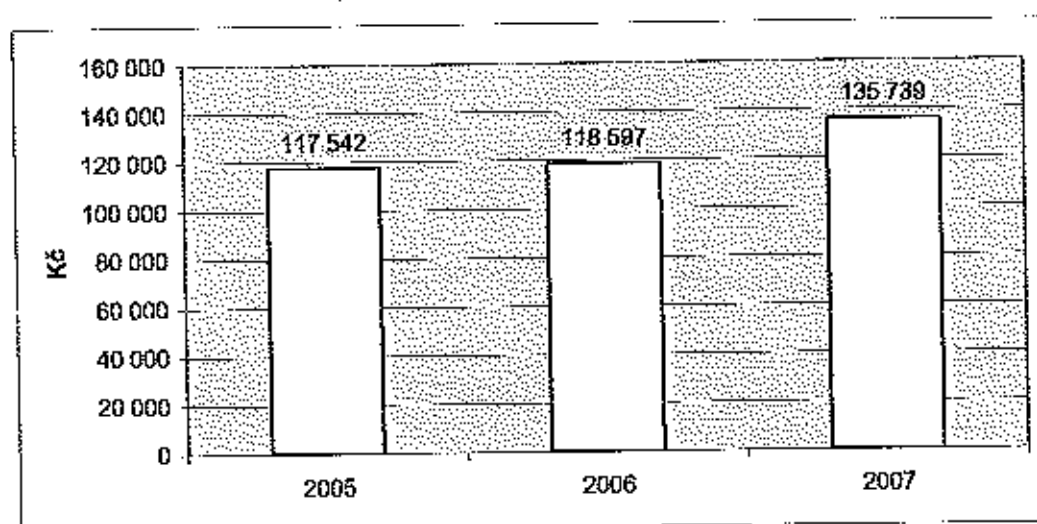
Objekt je zásobován elektřinou z přípojky NN. Dodavatelem je společnost ČEZ Prodej, s.r.o., distributorem společnost ČEZ Distribuce, a.s. Je využívána dvoutarifní distribuční sazba C25d s dobou trvání nízkého tarifu 8 hodin denně. Instalovaná velikost hlavního jističe před elektroměrem je velikosti 3 x 145 A.

Elektřina se využívá pro běžné účely (osvětlení, bílé spotřebiče atd.), pro pohon některých lékařských zařízení a pro technologické účely pro pohon oběhových čerpadel vytápění a TV, pohon výtahu a temperování strojovny výtahu.

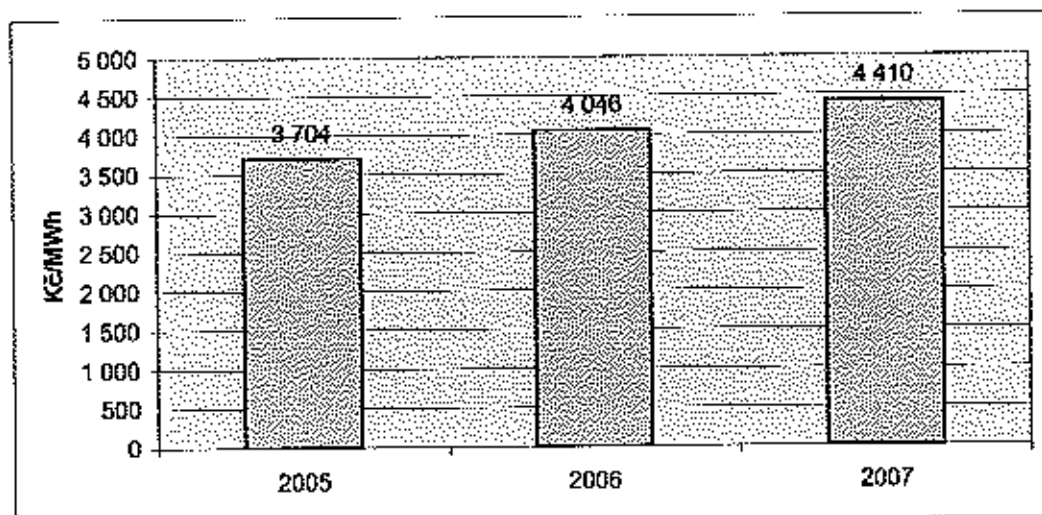
Graf 4 Množství spotřebované elektřiny za poslední 3 roky



Graf 5 Vývoj ročních nákladů na nákup elektřiny



Graf 6 Vývoj měrných nákladů na nákup elektřiny



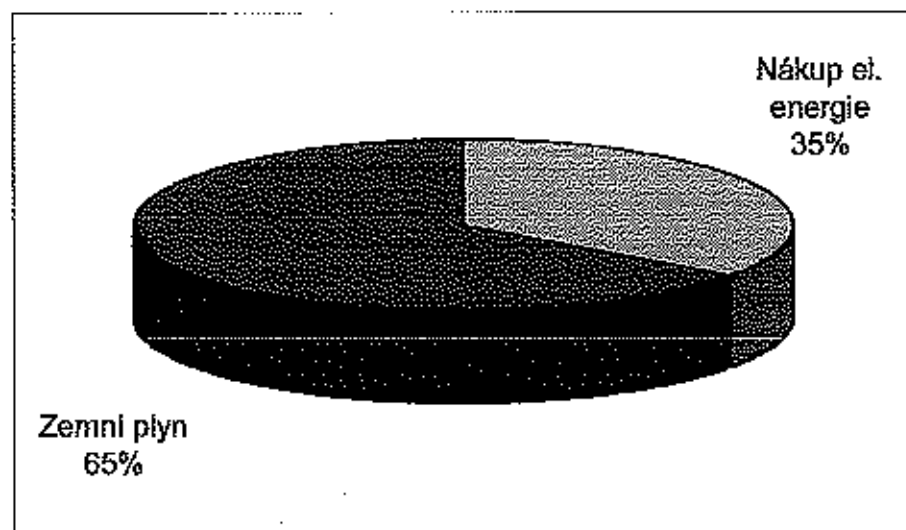
2.2.3 Souhrn

Na prahu objektu nedochází k žádnému předávání energie do okolních sítí (energetické výstupy jsou nulové).

Souhrn energetických vstupů a výstupů do předmětu EA je pro eliminaci možného výkyvu proveden jako průměr hodnot za léta 2005 až 2007.

Pro rok: průměr 2005 – 2007					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ / jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup el. energie	MWh	30,6	3,6	110,2	123 959
Zemní plyn	lit. m ³	23,8	34,05	810,6	230 924
Celkové vstupy paliv a energie				920,8	354 883
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
Celková spotřeba paliv a energie				920,8	354 883

Graf 7 Struktura nákladů na nákup energií (z průměru 2005 – 2007)



2.3 Energetické zdroje

2.3.1 Výroba tepla

2.3.1.1 Kotelna

Veškeré teplo pro potřeby vytápění objektu je vyráběno ve vlastní plynové kotelně umístěné v suterénu objektu. Kotelna prošla v roce 1994 přestavbou, když původním palivem bylo výhradně hnědé uhlí. Součástí přestavby bylo také odstavení původních akumulčních nádrží TV a instalace nových.

Zdrojem je kaskáda čtyř kotlů na zemní plyn značky Wolf s atmosférickými hořáky. Odvod spalín je zajištěn tříprůduchovým komínem, který podle revizní zprávy ze dne 9. prosince 2008 (zhotovitel revizní technik Vratislav Zelený, č. opr. 464/92) odpovídá požadavkům bezpečnosti dle norem ČSN.

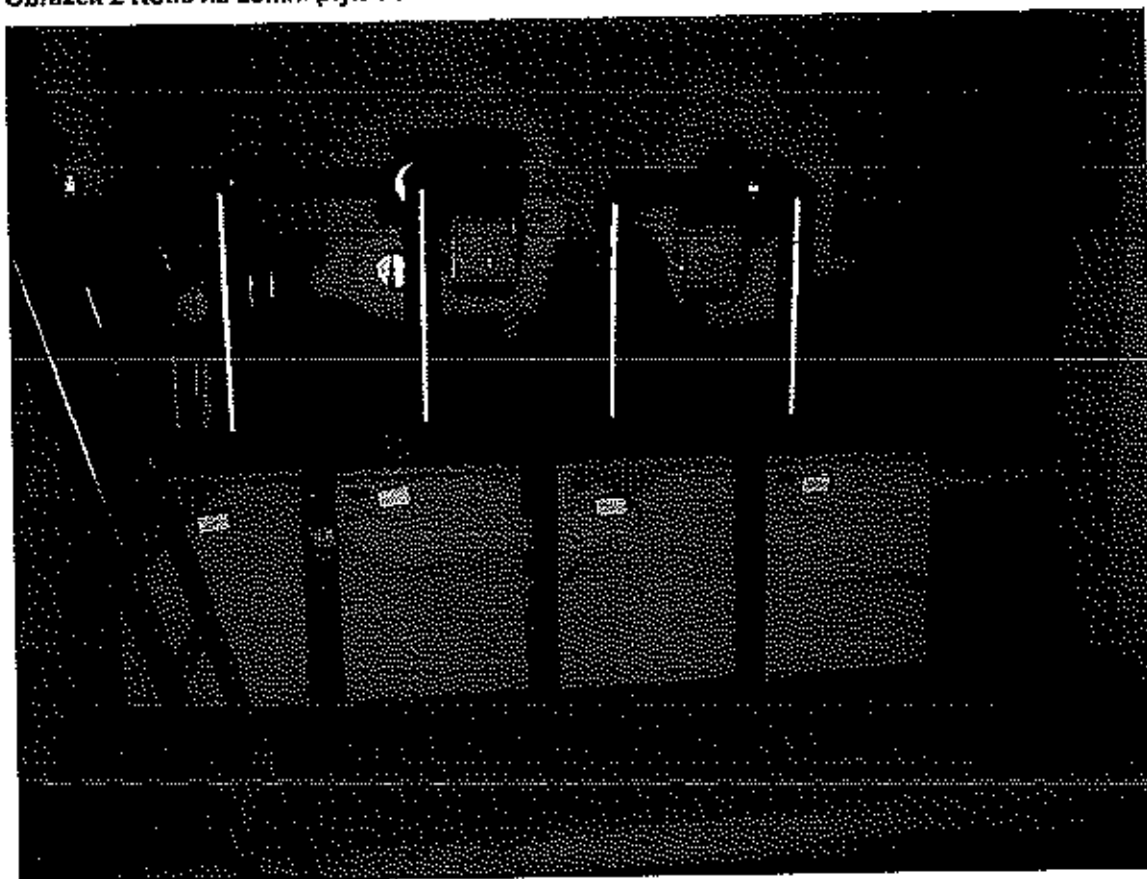
Parametry kotlů jsou shrnuty v následující tabulce:

Tabulka 2 Parametry instalovaných energetických zdrojů

Typ energetického zdroje	Wolf NG-2P-29
Počet	4
Rok výroby	1993
Výrobní čísla	G46949/9373, G54173/9373, G59177/9373, G54255/9373
Jmenovitý výkon	29 kW
Výstupní teplota topného média (vody)	55°C – 80°C
Předpokládaná životnost	20 let

Oběh topné vody je nucený zajištěný dvěma čerpadly o výkonu 90 W a 80 W. Z výstupu kotlů je voda vedena přes čtyřcestný ventil do rozdělovače, kde je možné ventily uzavírat tok do jednotlivých částí budovy.

Obrázek 2 Kotle na zemní plyn v kotelně



2.3.1.2 Měření a regulace

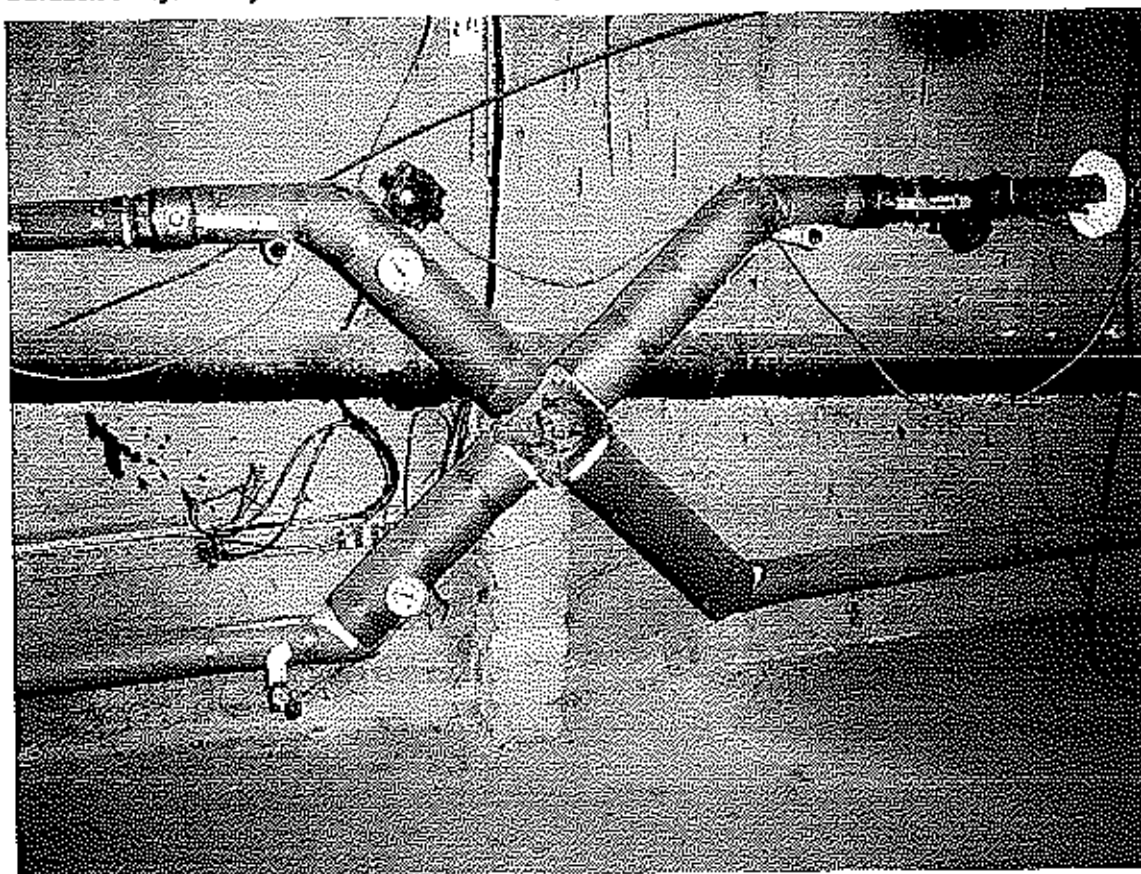
Regulace výkonu otopné soustavy je manuální ekvitermní. Řízením je pověřen určený pracovník, který nastavuje teplotu na výstupu kotlů, případně obsluhou armatur připojuje do výkonu pouze některé kotle nebo některé větve soustavy. Nastavená teplota topné vody je přímo úměrná aktuální potřebě tepla, která se odvíjí zpravidla od venkovní teploty. Stejný pracovník zajišťuje i občasnou kontrolu provozu kotelny.

Regulaci teplotních a hydraulických poměrů topné vody v soustavě zajišťuje také čtyřcestný ventil.

Samostatné měření na výstupu z kotelny není instalováno. Množství vyrobeného tepla se určuje nepřímo z množství spotřebovaného zemního plynu zjištěném na plynoměru, které je také podkladem pro provádění fakturace odběratelům tepla v rámci objektu.

Mimo otopné období se zpravidla využívá pouze jeden kotel, a to pro potřebu ohřevu TV (viz kapitola 2.3.2).

Obrázek 3 Čtyřcestný směšovací ventil mezi výstupy z kotlů a rozdělovačem



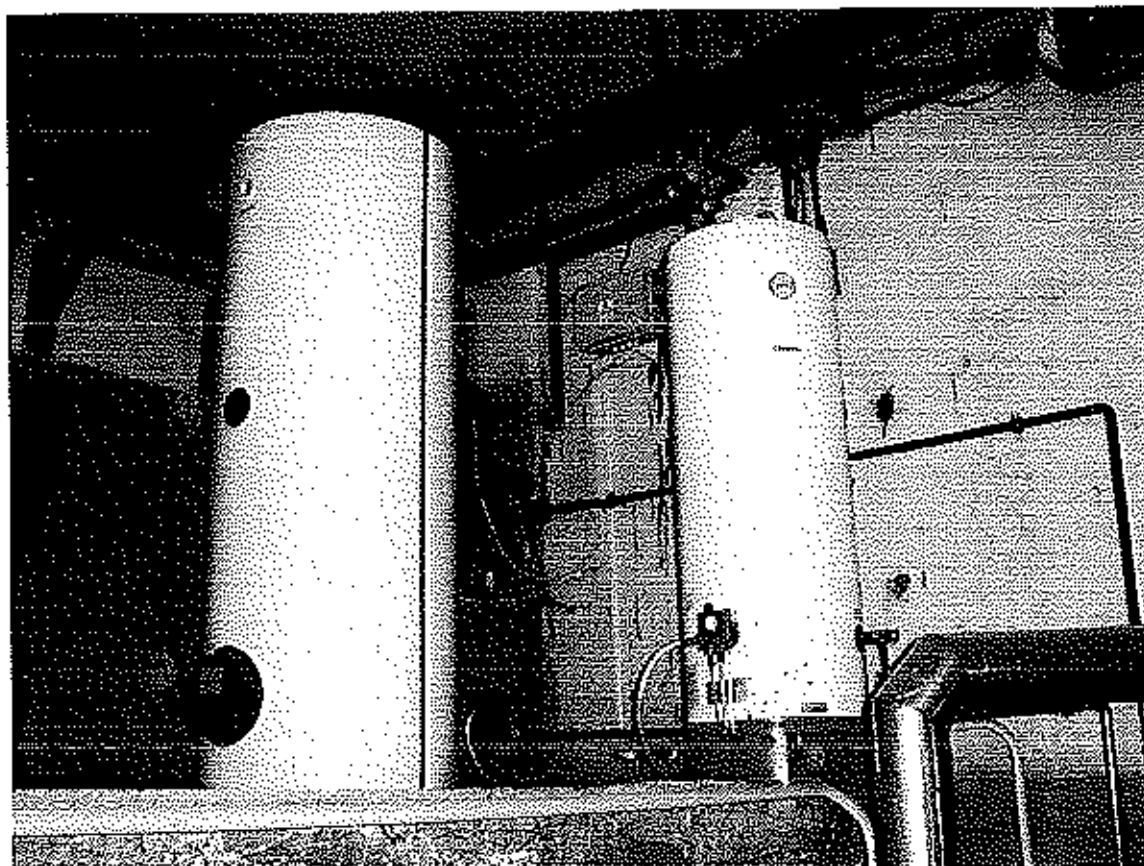
2.3.2 Příprava TV

Příprava TV pro celý objekt probíhá centrálně v akumulčním ohřivači Dražice o objemu 485 l umístěném v kotelně (výrobní číslo R 02317, typ 3012101). Zdrojem energie pro ohřivač je topná voda přivedená od plynových kotlů, na jejímž okruhu je termostatický ventil, který odstavuje dodávku topné vody po dosažení určité minimální teploty vody v nádrži.

Kromě ohříváku Dražice o objemu 485 l se v kotelně nachází ještě nepoužívaný plynový akumulční bojler. Přívod plynu k tomuto zdroji je zaslepený.

Výjimkou při výrobě TV je instalace dvou samostatných elektrických akumulčních bojlerů typu Tatramat o objemu 150 l a příkonu 2 kW, umístěném v zubním ambulatoriu ve 2. NP:

Obrázek 4 Ohřívák s akumulací nádrží pro výrobu TV Dražice (vlevo) a nepoužívaný plynový akumulací ohřívák (vpravo)



2.4 Rozvody energie

2.4.1 Teplo

Rozvody otopné vody budově jsou z velké části původní, v nevytápěných prostorách (suterén) jsou opatřeny původní izolací z minerální vlny, která je v relativně dobrém stavu.

V kotelně došlo k obměně rozvodů při rekonstrukci kotelny, čemuž odpovídá větší zachovalost rozvodů, použití měděných trubek a zaizolování návlekovou izolací z PE.

Oběh topné vody je nucený zajištěn dvěma čerpadly o výkonu 90 W a 80 W.

2.4.2 TV

Rozvod teplé vody je řešený cirkulačně, oběh zajišťuje čerpadlo o příkonu cca 80 W umístěné na vratné větvi do akumulací nádrže ohříváku. Rozvody TV v kotelně jsou v mědi (po rekonstrukci kotelny), v ostatní budově kromě lokálních rekonstrukcí původní.

Izolace rozvodů v kotelně není provedena (viz Obrázek 4), v budově pak toto vzhledem k zastavěnosti nelze zjistit.

2.4.3 Elektřina

Podle předložené zprávy o revizi je většina elektroinstalace v původní podobě a vyhovuje normám platným v době svého vzniku, podle kterých byla v platné revizi i posuzována, pouze s přihlédnutím k bezpečnostním požadavkům předpisů, které se od té doby změnily.

Zpráva o revizi je z 10. září 2003, zhotovitel revizní technik elektrických zařízení Jiří Medlín, evidenční číslo 465/7.00/89-I-E2-A.

2.5 Základní informace o spotřebičích energie

Spotřebiči tepla (na vytápění) jsou teplovodní radiátory různých typů, velikostí a stáří, včetně původních litinových. Mezi spotřebiči tepla lze zařadit i akumulární nádrž o objemu 485 l na přípravu TV, umístěnou v kotelně (viz kapitola 2.3.2).

Elektrickými spotřebiči jsou v zásadě osvětlení, technologická zařízení budovy a spotřebiče běžné výbavy ordinací.

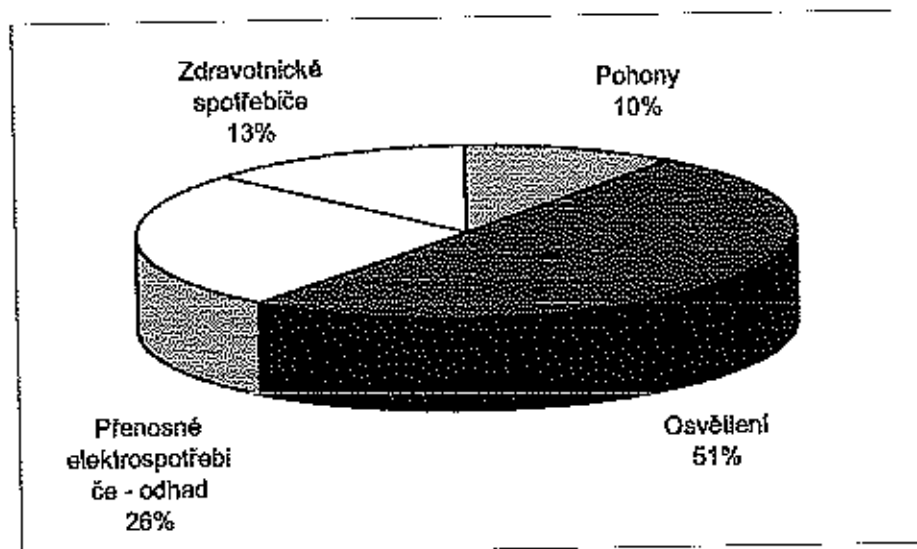
Osvětlení v budově je z většiny výbojkové rekonstruované v posledních letech a dále žárovkové, obojí s jednoduchou regulací ručními vypínači. Čidla pohybu ani jiné inteligentní spínání není nainstalováno. Celkový instalovaný příkon osvětlení podle revizní zprávy činí cca 19 kW.

Mezi technologické zařízení budovy z hlediska spotřeby elektrické energie lze zařadit výtah (výkon pohonu 2 kW, odhadovaná doba využití 2 hodin/den) a související zařízení (regulace, elektrická topnice o výkonu 750 W ve strojovně) a oběhová čerpadla okruhu vytápění (o příkonech 80 W a 90 W) a okruhu cirkulace TV (1 x 80 W). Vzduchotechnika nebyla v objektu nainstalována, přestože pro ni byly postaveny 2 střešní nástavby, nyní nevyužité.

Ostatními elektrickými spotřebiči jsou kancelářská a bílá technika v ordinacích a dále specializované lékařské spotřebiče (např. 2krát kompresor typu SNT 1 v zubní ordinaci).

Dle revizní zprávy tvoří instalovaný příkon pevně zapojených elektrospotřebičů v objektu 23,2 kW, dále instalovaný příkon přenosných spotřebičů přibližně 10 kW (vzhledem k přenosnosti spotřebičů nelze určit přesně) a elektrických zdravotnických přístrojů přibližně 5 kW. Celkový instalovaný elektrický příkon v budově je tak přibližně 38 kW.

Graf 6 Rozdělení Instalovaného elektrického příkonu



2.6 Základní informace o budově a stavebních částech

2.6.1 Nosné konstrukce

Jedná se o svépomocí stavěný objekt se dvěma vytápěnými nadzemními podlažními a střešními nástavbami (nevytápěnými). Budova je usazena na železobetonových pivozech.

Vytápěná část (1. NP) sousedí z částí s nevytápěným suterénem (kotelna a technologické prostory) a zčásti je usazena na terénu. Podlaha nad terénem je tvořena dvěma vrstvami betonové mazaniny tloušťky 100 mm, mezi nimi izolace proti vlhkosti (2 x IPA).

Podélné obvodové stěny jsou z plynosilikátových tvárnic tloušťky 250 mm s vápennocementovou maltou, obvodové stěny tloušťky 375 mm na bocích budovy z cihel CDM s vápennocementovou omítkou (jedná se o stěny na koncích tvaru L budovy). Na jednom z boků stavební konstrukce navazuje do úrovně 1. NP na konstrukci sousedního domu (hotel Pošta), na druhém sousedí v plné výšce s objektem lékárny, mezi nimi je dilatační větraná spára.

Strop vytápěné části (střecha budovy) je tvořena parozábranou, plynosilikátovými deskami tloušťky 100 mm, vrstvou škvárobetonu o tloušťce 50 až 230 mm, cementovým potěrem tloušťky 30 mm a vodotěsnou izolací. Na střechě jsou umístěny 3 nástavby – vrchol schodišťové šachty (vytápěná), dále původní strojovny vzduchotechniky (nyní nevyužité, nevytápěné). Kromě plochy těchto nástaveb byla střecha budovy v roce 2007 navíc zalepena vrstvou desek EPS 100 S tloušťky 130 mm. Dvě nástavby vzduchotechniky jsou přímo spojené s exteriérem průduchy ve stěnách.

V roce 1999 byla k budově proveden příslavba výtahové šachty (viz Obrázek 5), která tvoří samostatnou konstrukci. Její plocha v 1. NP a 2. NP je posuzována jako vytápěná chodba.

Obrázek 5 Pohled na vnější roh budovy (tvar L) s patrnou přístavbou výtahové šachty (světlá zeď)



2.6.2 Stavební otvory

Okna objektu jsou původní dřevěná, převážně dvojitá, různých velikostí a bez dodatečného izolování.

Dveře do exteriéru jsou prosklené dvoukřídlé kovové s dvojsklem (původní, 1x), dřevěné dvoukřídlé z 2/3 zasklené s izolačním dvojsklem (1x), dřevěné dvoukřídlé palubkové z 1/3 zasklené neizolované (původní, 1x), dřevěné jednokřídlé dvojitě palubkové z 2/3 zasklené (původní, 2x), plechové dveře neizolované (původní na vstupu na střechu a do nástaveb vzduchotechniky, 3x).

Ve schodišťové šachtě jsou umístěna dvě sklobetonová okna (tzv. luxfery, viz Obrázek 6) o celkové ploše cca 2,3 x 5 m.

Obrázek 6 Pohled na vnitřní roh budovy s nástavbami schodišťové šachty a strojoven VZD



2.7 Klimatické podmínky regionu

Protože na výši spotřeby energie (tepla) v konkrétním roce má vliv také skutečný průběh počasí, je při srovnávání spotřeby před realizací opatření s teoretickou potřebou nutné tyto dvě hodnoty navzájem přepočítat. Toto přizpůsobení je provedeno pomocí denostupňové metody. Výpočet vychází z hodnot uvedených v předchozí tabulce a dále z průměrných teplot v měsících hodnocených let. Průběh těchto teplot a celkový počet denostupňů jsou uvedeny v následujících tabulkách. Historické hodnoty průměrných teplot v posuzovaných letech stejně jako hodnoty dlouhodobého normálu za období 1961 – 1990 byly převzaty z ČHMÚ.

Tabulka 3 Průměrné teploty během topných období porovnávaných let

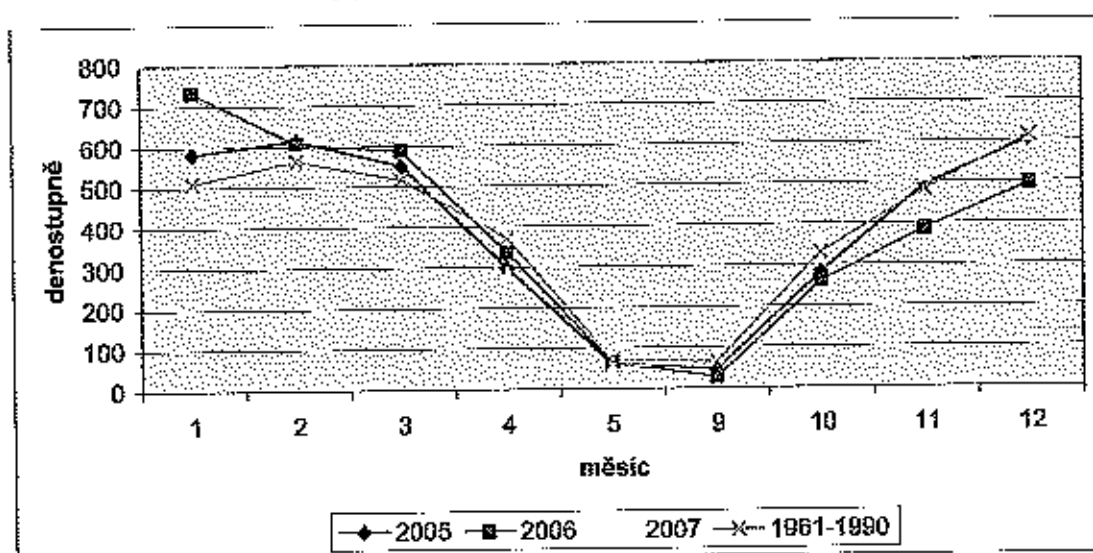
rok	Měsíc									Průměr za topné období
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
2005	0,2	-3,0	1,2	9,1	12,9	14,3	9,9	2,5	-0,5	3,8
2006	-4,7	-2,7	0,0	7,8	12,5	16,2	10,6	6,1	3,0	3,9
2007	3,2	2,4	4,9	9,6	14,2	11,2	7,1	1,8	-0,8	4,8
normál	2,5	-1,2	2,3	6,6	11,7	12,4	8,3	2,9	-0,8	3,8
Dnů	31	28	31	30	10	10	31	30	31	232

Tabulka 4 Skutečný průběh denostupňů v porovnávaných letech, tabulka hodnot

Rok	Měsíc									Celkem za rok
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
2005	583	616	552	287	61	47	282	495	605	3 537

Rok	Měsíc									Celkem za rok
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
2006	735	608	589	338	65	28	260	387	498	3 504
2007	490	465	437	282	48	78	369	518	614	3 298
normál	512	566	518	372	73	66	332	483	614	3 534

Graf 9 Skutečný průběh denostupňů v porovnávání letech, graf



Tabulka 5 shrnuje klíčové vstupní hodnoty charakterizující klimatické podmínky v regionu a vnitřní podmínky v budově. Jedná se o okrajové podmínky výpočtu tepelných ztrát objektu a výpočtu potřeby tepla.

Průměrná vnitřní teplota v objektu (t_{is}) byla stanovena váženým průměrem vnitřních teplot v závislosti na objemu jednotlivých prostor.

Tabulka 5 Klimatické podmínky pro předmět EA

		Oblast Česká Lípa		Dlouhodobý normál ČR	
Venkovní výpočtová teplota	t_e	-15	°C	-	°C
Průměrná vnitřní teplota	t_{is}	19	°C	19	°C
Střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období	t_{em}	13	°C	13	°C
Počet dnů otopného období	d	232	dni	242	dni
Průměrná venkovní teplota v otopném období	$t_{e,pr}$	4,1	°C	3,8	°C
Počet denostupňů	D	3 678	°C	3 534	°C

2.8 Záměr zadavatele EA

Záměrem zadavatele (a zároveň provozovatele budovy) je snížit náklady na spotřebu energií v předmětu EA, zejména pak nákladů na vytápění. Toho chce dosáhnout zlepšením tepelně-izolačních vlastností objektu, aby bylo dosaženo minimálně třídy C v hodnocení obálky budovy.

Mezi konkrétní provozovatelem požadované změny, které ovlivní i funkčnost, je výměna luxferové prosklené stěny u schodiště za jiný typ výplně a dále náhrada původních dřevěných oken a železných dveří plastovými.

Způsob užití předmětu EA má být do budoucna zachován.

Tento EA má zadavateli sloužit jako identifikace potenciálu úspor, dále navrhnout opatření k jejich dosažení a úspory i opatření posoudit z ekonomického hlediska, technického i ekologického hlediska.

3 Zhodnocení výchozího stavu

3.1 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Vlastními energetickými zdroji v objektu jsou pouze čtyři teplovodní kotle na zemní plyn.

Vzhledem k absenci měření množství tepla na výstupu z kotelny je možné určit množství vyrobeného tepla pouze přepočtem ze spalného tepla spotřebovaného paliva. Účinnost kotlů je uvažována ve výši 88 %.

Hodnoty jsou průměrné za roky 2005 až 2007.

Tabulka 6 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0,000
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _t	0,116
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0,000
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0,000
5	Výroba elektřiny	MWh	0,0
6	Prodej elektřiny (z ř. 5)	MWh	0,0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	0,0
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0,0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	713,3
10	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	0,0
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	810,6
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř. 8 + ř. 11)	GJ	810,6

Tabulka 7 Základní technické ukazatele vlastního zdroje

Název ukazatele	Vypočtená hodnota	Jednotka
Roční energetická účinnost zdroje	88	%
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie		%
Roční energetická účinnost výroby tepla	88	%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny		GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,14	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu		hod/rok

Název ukazatele	Vypočtená hodnota	Jednotka
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu		hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu		hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	1 708	hod/rok

3.2 Základní tvar energetické bilance objektu

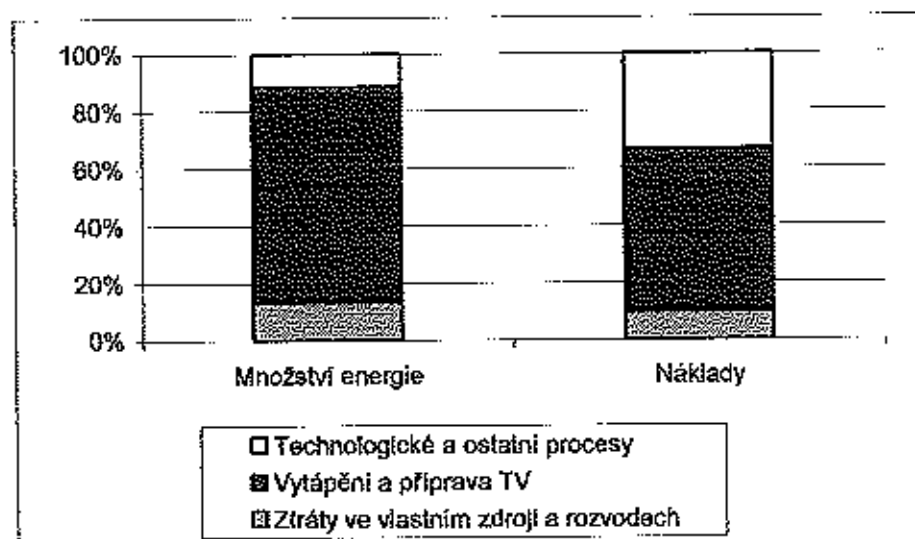
Při výpočtu údajů v bilanci byla uvažována souhrnná výše ztrát v rozvodech tepla a vlastním zdroji ve výši 15 % a provoz otopné soustavy v pracovní dny po celou dobu otopného období (cca 232 dní podle dlouhodobého průměru).

Tabulka 8 Základní tvar energetické bilance objektu

ř.	Ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
1	Vstup paliv a energie	920,8	354,9
	z toho elektřina	110,2	124,0
	z toho zemní plyn	810,6	230,9
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	920,8	354,9
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	920,8	354,9
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	121,6	34,6
	z toho elektřina	0,0	0,0
	z toho zemní plyn	121,6	34,6
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř. 5)	693,2	201,0
	z toho elektřina	4,2	4,7
	z toho zemní plyn	689,0	196,3
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	106,0	119,2

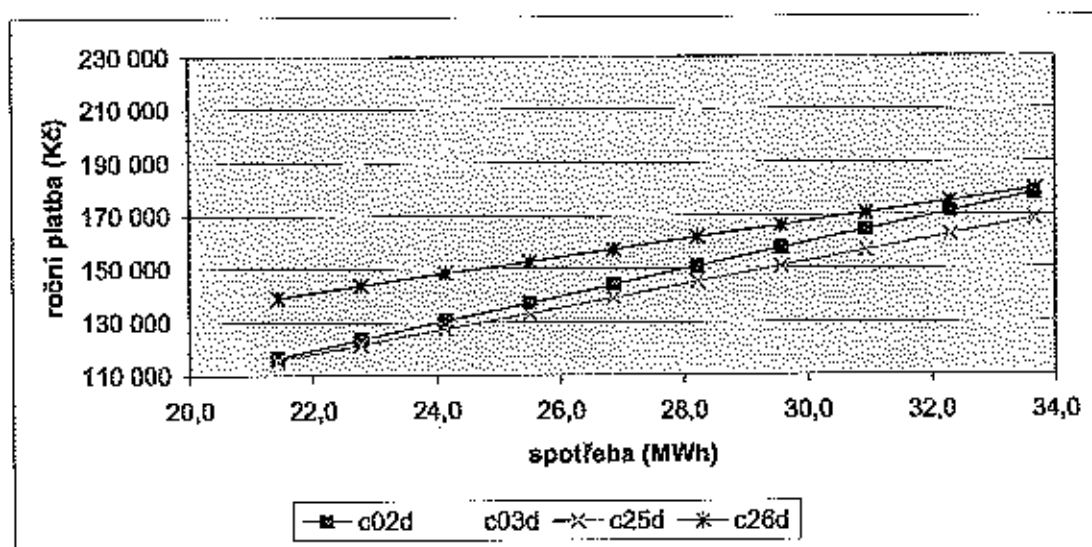
Následující graf (Graf 10) ilustruje rozdělení užití energie v budově podle účelu v technických i peněžních jednotkách.

Graf 10 Účely využití energie v objektu, srovnání podle množství a nákladů



Vzhledem k tomu, že technologické a ostatní procesy využívají jako nositele energie elektřiny, byla zanalyzována případná možnost změny distribuční sazby elektřiny. Porovnáním tarifů jednotlivých sazeb (viz Graf 11), které přicházejí dle platných pravidel pro objekt k úvahu, však byla potvrzena správnost využívané sazby C25c (průměrná spotřeba za zkoumaná léta byla 30,6 MWh).

Graf 11 Porovnání distribučních sazeb elektřiny



3.3 Tepelně izolační parametry budovy

Charakteristika budovy z hlediska tepelně izolačních vlastností je určující pro hospodárnost využití energie na vytápění. Náročnost budovy na potřebu tepla se odvíjí od měrné tepelné ztráty objektu, která uvádí teoreticky nutný příkon zdroje tepla při výpočtové teplotě, kterou je nejnížší uvažovaná venkovní teplota v lokalitě. Tepelná ztráta závisí zejména na fyzikálních vlastnostech použitých materiálů obálky budovy, na provedení konstrukce (možná přítomnost tepelných mostů) a na způsobu užívání budovy (větrání apod.).

3.3.1 Určení tepelných ztrát budovy

Tepelná ztráta budovy je vypočtena obálkovou metodou (ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13370) a činí 110 kW, resp. měrná tepelná ztráta 3248 W/K. Okrajovými podmínkami pro výpočet jsou hodnoly uvedené v kapitole 2.7 (Tabulka 5).

Tabulka 9 uvádí rozdělení tepelných ztrát včetně měrné tepelné ztráty vztahované k rozdílu teplot a měrné tepelné ztráty vztahované na plochu konstrukce. Poslední ukazatel nejlépe charakterizuje míru úspornosti konstrukce z hlediska tepelných ztrát při vytápění.

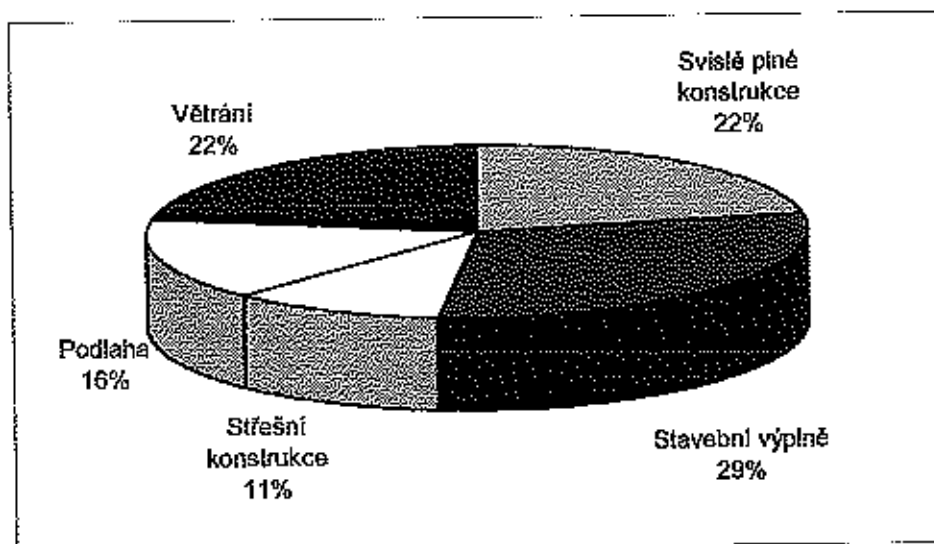
Tabulka 9 Rozdělení tepelné ztráty na jednotlivé konstrukce

Název konstrukce	Q (W)	A (m ²)	H (W/K)	Q _A (W/m ²)
Svislé plné konstrukce	24 408	641,5	718	38,0
Stavební výplně	32 910	223,8	968	147,1
Střešní konstrukce	11 648	630,9	343	18,5
Podlaha	17 300	578,0	509	29,9
Větrání	24 169	-	711	-
Celkem	110 435	2 075,2	3248	53,2

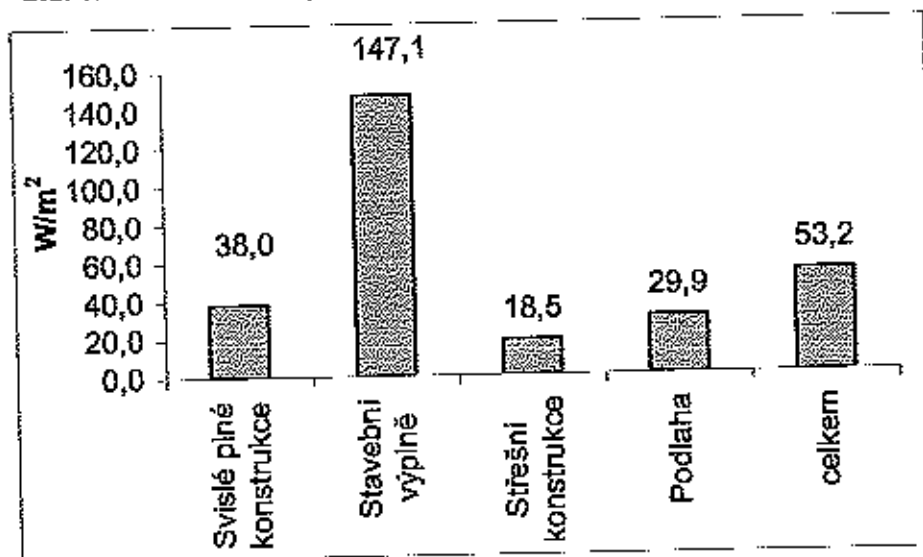
U - 6=1
1,12
4,3
0,54
0,88
1,56

Pro názornost je uvedeno grafické zobrazení obou měrných veličin (Graf 12 a Graf 13).

Graf 12 Podíl jednotlivých konstrukcí na tepelné ztrátě



Graf 13 Porovnání měrných tepelných ztrát na jednotku plochy konstrukce



3.3.2 Zhodnocení stávajícího stavu z hlediska tepelných ztrát dle ČSN 73:0540-2:2007

Budova byla postavena v 80. letech minulého století a tomu odpovídají její tepelné izolační vlastnosti. Jediným vylepšením původního stavu bylo dodatečné zateplení střechy.

Vyhodnocení bylo provedeno na základě dostupné projektové dokumentace, případně podle zjištění na místě předmětu auditu nebo podle odborného odhadu. Hodnoty součinitelů prostupu tepla byly převzaty z tabulek materiálů.

Vyhodnocení dle ČSN 73:0540-2:2007 je dvojitě – z hlediska hodnot součinitelů prostupu tepla konstrukcí obálky budovy a dále z hlediska klasifikačního ukazatele CI.

Následující tabulka shrnuje hodnoty součinitelů prostupu tepla obálky budovy a jejich vyhovění zmíněné normě (je použita průměrná hodnota u jednotlivých konstrukcí při splnění předpokladu, že u nevyhovujících konstrukcí požadované hodnotě nevyhovuje žádná dílčí část použitá do průměru):

Tabulka 10 Hodnocení hodnot součinitele prostupu tepla dle ČSN 73:0540-2:2007

Název konstrukce	U (W/m².K)		Poměr stávající k požadované	Hodnocení
	Stávající	požadované		
Svislé plně konstrukce	1,12	0,38	2,9	Nevyhovuje
Stavební výplně	4,33	1,70	2,5	Nevyhovuje
Střešní konstrukce zateplené	0,21	0,24	0,9	Vyhovuje
Střešní konstrukce ostatní	1,19	0,24	4,9	Nevyhovuje
Podlaha	0,88	0,45	2,0	Nevyhovuje

Závěr zhodnocení: Požadavkům ČSN 73:0540-2:2007 z hlediska hodnot součinitelů prostupu tepla vyhovuje pouze dodatečně zateplená střecha. Ostatní části obálky budovy normě nevyhovují. Zvláště nevyhovující jsou střechy nevyužívaných nástaveb.

Následující tabulky shrnuje vyhovění požadavkům normy z hlediska klasifikačního ukazatele CI:

Tabulka 11 Hodnocení obálky budovy dle klasifikačního ukazatele CI (ČSN 73:0540-2:2007)

Velikost	Značka	Hodnota	Jednotka
Faktor geometrického tvaru budovy	A/V	0,53	m^2/m^3
Měrná tepelná ztráta prostupem	H_t	2 537	W/K
Průměrný součinitel prostupu tepla	U_{em}	1,22	$W/m^2.K$
Požadovaná hodnota U_{em}	$U_{em,N,m}$	0,58	$W/m^2.K$
Doporučená hodnota U_{em}	$U_{em,N,rc}$	0,44	$W/m^2.K$
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu	$U_{em,s}$	1,18	$W/m^2.K$
Klasifikační ukazatel CI	CI	2,03	-
Klasifikační třída	F – velmi nevhodná		

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} nedosahuje požadované hodnoty, ani průměrné hodnoty pro stavební fond ČR.

Závěr zhodnocení: Budova je z hlediska klasifikačního ukazatele CI podle ČSN 73:0540-2:2007 hodnocena třídou F, tj. velmi nevhodná.

3.4 Potřeba tepla

3.4.1 Popis metody užitá pro vyhodnocení

Pro zhodnocení spotřeby tepla na vytápění a přípravu TV je klíčový fakt, že vzhledem k užitému způsobu fakturace není k dispozici množství spotřebované TV, ale pouze celkové množství studené vody.

Odběratelům (nájemcům) v objektu je prováděna v zásadě dvojitá fakturace - za studenou vodu a za zemní plyn. Spotřeba obou těchto nositelů je měřena na vstupu do objektu. Z hlediska EA objektu jako celku není významné, jakým způsobem dochází k rozúčtování mezi jednotlivé koncové odběratele. Součet plateb všech odběratelů v objektu za studenou vodu pokrývá náklady jak na vodu užitou pro přípravu TV, tak na vlastní spotřebu studené vody koncovými uživateli. Podobně součet plateb všech odběratelů za zemní plyn pokrývá náklady provozovatele na vytápění i přípravu TV dohromady.

Z tohoto důvodu nelze rozdělit náklady ani množství primární energie (zemního plynu) pro výrobu tepla mezi vytápění a přípravu TV. Zhodnocení spotřeby tepla je tak provedeno pro oba účely dohromady (v součtu).

Protože spotřeba tepla na vytápění se odvíjí od konkrétních klimatických podmínek v daném roce, je nutné teoretickou potřebu tepla vypočítat přímo pro dané klimatické podmínky let, pro které je prováděno porovnání se skutečnou spotřebou¹. K tomu je užitá denostupňová metoda.

¹ Teoreticky je možný i opačný postup, tj. výpočet potřeby tepla pro dlouhodobý teplotní normál dané oblasti a následně přepočít skutečné spotřeby na tento dlouhodobý normál. Takový postup nelze

3.4.2 Určení teoretické potřeby tepla

Vstupní údaje pro výpočet potřeby tepla zohledňující klimatické podmínky let 2005 až 2007 jsou uvedeny v kapitole 2.7 (Tabulka 5).

Teoretická roční potřeba tepla na vytápění při zohlednění režimu užívání budovy činí 542 GJ.

Teoretická roční potřeba tepla na přípravu TV činí 107 GJ, za předpokladu průměrné denní spotřeby 1,2 m³/den a daného režimu užívání budovy.

Celková teoretická potřeba tepelné energie v objektu je 649 GJ za rok.

3.4.3 Vyhodnocení spotřeby tepla

Skutečná (fakturovaná) spotřeba tepla na vytápění a přípravu TV ve výchozím stavu předmětu EA je 810,6 GJ, což je přibližně o 25 % více než teoretická potřeba.

Rozdíl v potřebě a spotřebě je třeba přičíst zejména účinnosti kotlů a rozvodů (uvažovány ve výši 15 %), zbytek ne hospodárnostem ve využití energie.

3.5 Zhodnocení stávajícího stavu podle vyhlášky 194/2007 Sb.

Vyhláška 194/2007 Sb. hodnotí skutečnou spotřebu tepla na vytápění pomocí měrného ukazatele. Podrobnosti výpočtu potřeby tepla na vytápění a přípravu TV jsou uvedeny v kapitole 3.4.2.

3.5.1 Měrná spotřeba tepla na vytápění

Tabulka 12 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na vytápění

Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Průměrná výška místnosti	h	3,25	m
Dodaná energie na vytápění	G _{FUEL,H}	578,9	GJ/rok
Celková podlahová plocha	A _{gross}	1 262	m ²
Požadovaná hodnota měrného ukazatele (přepočet na výšku místnosti)	-	0,57	GJ/m ² .rok
Skutečná hodnota měrného ukazatele	-	0,55	GJ/m ² .rok
Klasifikace	vyhovuje		

Závěr: Předmět EA z hlediska měrného ukazatele spotřeby tepla na vytápění vyhovuje požadavkům vyhlášky 194/2007 Sb.

3.5.2 Měrná spotřeba tepla na přípravu TV

Tabulka 13 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na přípravu TV

Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Dodaná energie na přípravu TV	G _{FUEL,DHW}	114,4	GJ/rok

v případě tohoto EA uplatnit, neboť není známa čistá spotřeba tepla na vytápění, ale pouze souhrnně na vytápění i přípravu TV.

Veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
Celková podlahová plocha	A_{gross}	1 262	m ²
Požadovaná hodnota měrného ukazatele	-	0,17	GJ/m ² .rok
Skutečná hodnota měrného ukazatele	-	0,11	GJ/m ² .rok
Klasifikace	vyhovuje		

Závěr: Předmět EA z hlediska měrného ukazatele spotřeby tepla na přípravu TV vyhovuje požadavkům vyhlášky 194/2007 Sb. Je však nutné vzít v úvahu, že v objektu není měřena spotřeba TV, proto nelze zhodnocení provést podle skutečných hodnot. Uvedený výsledek je tak dílem předpokladu spotřeby, což snižuje jeho přesnost.

3.6 Závěrečné shrnutí stávajícího stavu energetického hospodářství

Shrnutí rekapituluje zhodnocení z předcházejících kapitol a uvádí potenciál možných úspor spotřeby energií.

Energetické hospodářství budovy odpovídá ve všech hlediscích době svého vzniku. Těmito hledisky jsou zejména tepelně-izolační požadavky na stavbu, způsob technologického zajištění tepelné pohody a přípravy TV, větrání, osvětlení, využití vnitřních energetických zisků a v neposlední řadě management řízení spotřeby energie. Jediným větším, avšak přinejmenším z hlediska životního prostředí pozitivním zásahem do energetického systému objektu v minulosti byla rekonstrukce kotelny a změna paliva pro přípravu tepla z hnědého uhlí na zemní plyn.

Z pohledu dnešních norem lze v energetice objektu najít rezervy, které se mohou využít jak pro snížení množství spotřebované energie, tak s tím souvisejících nákladů na ni. Přitom dosažení úspor a jejich pozitivních technických, ekonomických a ekologických dopadů je hlavním záměrem provozovatele budovy a zadavatele EA.

Tepelně-izolační vlastnosti objektu

Ochlazované stavební konstrukce objektu s výjimkou zateplené střechy nevyhovují současným požadavkům na tepelně-izolační vlastnosti (ČSN 73:0540-2:2007), což má za následek větší měrnou spotřebu tepelné energie na vytápění v porovnání s moderními stavbami.

Potenciál pro snížení potřeby tepla je v zateplení plných konstrukcí obvodového pláště budovy a výměnou stavebních výplní (oken a dveří) za modernější výrobky s menším součinitelem prostupu tepla.

Mezi plnými konstrukcemi mají nejvíce nevýhodné izolační vlastnosti zejména nezateplená část střechy (tvořící podlahu nevytápěných nástaveb, až 4,9krát horší vlastnosti proti požadavku normy) a dále podlahy na styku s terénem (až 2,0krát horší vlastnosti).

Mezi stavebními výplněmi je největší potenciál u výměny plechových dveří a skleněných vstupních dveří s ocelovými rámy.

Nemalou část (22%) tepelné ztráty tvoří ztráty větráním, což je způsobeno jednoduchým způsobem větrání „otevřenými okny“. Tuto ztrátu lze potenciálně snížit využitím řízeného větrání (vzduchotechnika).

Vytápění a příprava TV

Používané stacionární kotle na zemní plyn jsou morálně zastaralé a vykazují menší účinnost využití primárního paliva než kotle současné výroby. Moderní kondenzační kotle na zemní

plyn vykazuje účinnost kolem 110 %, což je řádově o 20 % více než kotle používané, a jejich instalace by proto znamenala úsporu zemního plynu na výrobu tepla.

Izolace rozvodů topné vody je v některých nevytápěných místech nekvalitní, příp. sešlá. Její obnova/zesílení by přinesla zmenšení ztráty energie v rozvodech a tedy snížení spotřeby zemního plynu. Totéž platí pro cirkulační rozvod TV.

Nevýhodou použitého způsobu centrální přípravy TV je nutnost její dopravy na relativně dlouhé vzdálenosti potrubím. Tepelný spád mezi potrubím (teplotou TV cca 55°C) a okolím je značný a tím i ztráty tepla, způsobující mj. ochlazování TV. Použitý cirkulační rozvod TV sice zajišťuje okamžitou dodávku TV otevření kohoutku, avšak o to víc je náročný na popsane ztráty tepla do okolí a tím i spotřebu primární energie. Zmírnění náročnosti rozvodu TV může zajistit změna v technologii přípravy TV tak, že v odůvodněných případech bude TV připravována vhodným zdrojem decentrálně přímo v odběrném místě, případně pro skupinu sousedících odběrných míst.

Rezerva v této oblasti je také ve způsobu regulace výkonu otopné soustavy, používaný způsob ručního nastavení teploty topné vody je závislý na lidském faktoru co do přesnosti i časové flexibility. Elektronické ekvitermní řízení podle aktuálních teplot exteriéru i interiéru (příp. zón interiéru) by vedlo ke snížení nároků na energii, neboť by se eliminovalo přetápění místností. Stejný efekt by mělo i osazením radiátorů termostatickými hlavici.

Osvětlení

Použité zářivkové zdroje nejsou energeticky tolik náročné jako např. klasické žárovky, které jsou užity pouze menšinově. Případná výměna žárovek za energeticky úsporné (na principu zářivek) by přinesla úsporu ve spotřebě energie. Na druhou stranu je však nutné brát ohled i na hygienické požadavky osvětlení a způsob užití (např. pro úsporné žárovky nevhodné časté spínání), které může nasazení úsporných zdrojů limitovat.

Na chodbách a schodištích jsou zdroje světla činné v době provozu objektu zpravidla nepřetržitě. V určitých místech, kde se nepředpokládá stálý pobyt lidí, lze spínat osvětlení podle výskytu osob (pohybové snímače) a tím dosáhnout určité úspory.

Ostatní využití elektrické energie

Vzhledem k velkému počtu nájemců a rozmanitosti spotřebičů se nepodařilo zjistit energetické účinnosti používaných běžných elektrických spotřebičů. Obecně je vhodné, aby nájemci využívali úsporné elektrické spotřebiče a dále dbali na jejich efektivní využití (např. nevyužívali pohotovostní režim spotřebičů). Toto je však věcí přístupu jednotlivých nájemců a lze těžko navrhnout konkrétní opatření pro zlepšení v této rovině. Také očekávané rezervy a úspory v této oblasti jsou spíše minoritní (co do množství spotřeby elektřiny).

Dále je potřeba revidovat nastavené obchodní podmínky odběru elektřiny. Jednou z možností je sledování nabídek obchodníků s elektřinou a případná změna dodavatele za levnějšího. Další možností je posouzení a případná změna velikosti hlavního jističe před elektroměrem v případě jeho předimenzování (odstranění zbytečně vysokých paušálních plateb „za jistič“).

Využití tepelných zisků a výroba energie

Stávající systém vytápění a větrání nepředpokládá využití vnitřních zisků z odpadního tepla spotřebičů a metabolického tepla osob. Těchto by bylo možné využít (a snížit tak teoreticky spotřebu tepla na vytápění) např. zavedením řízeného rekuperačního větrání.

V současné době nedochází k využití energetických zisků z vně objektu, které by vytěsnilly část primární energie nakupované v palivu. Jako příklad se nabízí využívání fotovoltaických článků, solárních článků na ohřev vody nebo tepelného čerpadla.

4 Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

Výčet opatření ke zvýšení efektivity spotřeby energie v objektu je rozdělen podle jejich ekonomické náročnosti.

4.1 Beznákladová opatření

K beznákladovým opatřením patří taková, která lze uskutečnit pouhou změnou způsobu využívání energie a změnou chování uživatelů budovy. Při tom se využívají stávající zařízení a technologie. Jedná se tedy spíše o opatření organizačního charakteru.

4.1.1 Energetický management

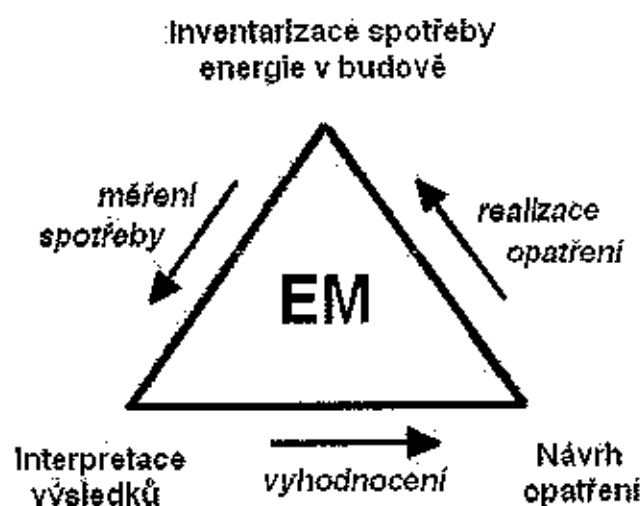
Energetickým managementem (dále jen EM) se označuje uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování ekonomiky spotřeby energie v budovách. Nejedná se tedy o jednorázové posouzení a návrh opatření, jakým je obecně např. energetický audit, ale o průběžné sledování zacházení s energií jako součást provozní péče o budovu.

Cílem EM je tedy zabezpečit:

- Správný provoz technických instalací
- Rychlé zjištění chyb (poruch) technických instalací a provozních postupů
- Snížení spotřeby energie
- Priority investic a oprav vzhledem k energetickému hospodářství
- Sledování předpokládaného vývoje cen energií jako podklad pro rozhodování

EM v sobě v podstatě zahrnuje opakování následujících procesů – měření spotřeby energie, vyhodnocení potenciálu úspor a realizace opatření (po které je na řadě opět měření spotřeby, s ním spojené vyhodnocení proběhlého opatření a cyklus se opakuje). Schematicky lze proces EM znázornit pomocí trojúhelníkového diagramu (viz Obrázek 7).

Obrázek 7 Diagram činností energetického managementu budovy



Pro provozovatele budovy (nebo jím určenou osobu) spočívá EM zejména v provádění osvěty pro uživatele energie v budově a dále v zodpovědnosti za energetickou náročnost provozu budovy.

Následující doporučení v rámci EM přes svou „lapidárnost“ a obecnou použitelnost představují významný prostředek v omezování energetické náročnosti budovy:

Kontrola doby svícení – je doporučeno kontrolovat, zda v době, kdy budova není využívána (nebo jen částečně) nebo kdy osvětlení není potřeba, se v místnostech zbytečně nesvítili. Jako prostředek k omezení zbytečného svícení lze použít nejen osobní kontrolu prostor, ale i poučení uživatelů slovní, případně umístění tetáků na viditelná místa.

Omezení provozu elektrických spotřebičů – platí podobné zásady jako u kontroly doby svícení (viz výše). Kromě zbytečného provozu spotřebičů (chod rádií, počítačů v prázdných ordinacích v době oběda apod.) sem patří i vypínání spotřebičů tak, aby ani ovládací obvody spotřebičů nezůstaly pod napětím, tj. vyvarovat se vypínání do tzv. pohotovostního režimu. To v zásadě znamená zajistit odpojení napájení přístroje od zdroje proudu (zásuvky) a lze jej provést nejen vytažením napájecích kabelů, ale i elegantněji používáním prodlužovacích kabelů s vypínačem (při vhodném zapojení lze jedním vypínačem vypnout všechny přenosné spotřebiče v místnosti, navíc červené světlo zapnutého vypínače obsluze připomíná nutnost vypnutí). Vzhledem k relativně dlouhým dobám, kdy spotřebiče bývají zapnuté v pohotovostním režimu a při tom zbytečně odebírají energii, lze takto snížit jejich energetickou náročnost až o 10 – 15%.

Nepřetápět jednotlivé prostory – vyhláška č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví mj. pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, určuje maximální vnitřní teploty (θ) a relativní vlhkosti vzduchu (i), kterých má být dosaženo v jednotlivých prostorech budov podle užití během otopného období (které pro potřeby vyhlášky trvá od 1. září do 31. května). V následující tabulce jsou shrnuty požadované hodnoty pro místnosti nacházející se v předmětu EA:

Tabulka 14 Požadavky na vytápění budovy dle 194/2007 Sb.

Druh místnosti podle účelu	Průměrná vnitřní teplota v otopném období (θ) ve °C	Průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu (i) v %
Ordinace	24	50
Čekárny, chodby, WC	20	50

Vzhledem k tomu, že přetápění místností zvyšuje energetickou náročnost vytápění (každé zvýšení vnitřní teploty o 1 °C představuje nárůst přibližně 6 % spotřeby), je potřeba důsledně kontrolovat nepřesahování normou stanovených vnitřních teplot. Ty je však nutné snížit v místnostech v období, kdy jsou nevyužívané, ovšem se zřetelem na zachování tepelné stability budovy (tj. nezpůsobit podchlazení částí budovy kvůli tomu, že je zde momentálně nevyužívaná místnost). Prostředkem k splnění tohoto doporučení je stejně jako u předcházejících osvěta uživatelů místností a správného využívání instalované regulační techniky (bez ohledu na její pokročilost).

Heslovitě shrnutí a další doporučení:

- Regulovat teplotu v jednotlivých místnostech podle výpočtové teploty, resp. o maximálně 2 °C více (viz požadavky vyhlášky 194/2007 Sb.)
- Dodržovat provádění nočních útlumů ve vytápění (požadavek vyhlášky)
- Dodržovat útlumy ve vytápění v době neužívání prostor (svátky, víkendy atd.; požadavek vyhlášky)
- Nepoužívat záclony sahající až k topným tělesům. Délka záclon by měla být nad parapet
- Důsledně zavírat dveře vytápěných i nevytápěných místností
- Pravidelně čistit otopná tělesa

Zamezení nadměrnému větrání okny a dveřmi – budova předmětu EA není vybavena řízeným větráním vzduchotechnikou a větrání je tedy tlakové okny. V otopném období je třeba volit energeticky úsporné nárazové větrání a zejména se vyvarovat větrání stále (i částečně) otevřeným oknem. Nárazové větrání musí být razantní (otevřená najednou všechna okna) a nemělo by trvat více než několik minut, které však stačí na kompletní výměnu vzduchu v místnosti. Při tom se však nestačí podchladiť vnitřní pevné konstrukce budovy (stěny). Naproti tomu stálé pootevření okna (dveří) způsobuje ochlazování určité části konstrukce (podle postupu proudění chladného vzduchu), což nejen zvyšuje náklady na vytápění (teplo musí někud se vzduchem odcházet ven), ale i vytváří velké tepelné spády v konstrukcích a je tak potenciálně nebezpečné např. z hlediska rozvoje plísní.

Průběžné vyhodnocování spotřeby energií – průběžné sledování a vyhodnocování spotřeb energií umožňuje pružnější reakce na případné ne hospodárnosti i provozní poruchy. Je vhodné sledovat spotřeby jednotlivých energií (elektřina, plyn, voda) v budově na základě např. fakturačního měření a graficky je zpracovávat do vývojových grafů v čase. Tímto způsobem lze podle zásad EM vyhodnotit dle opatření vykonaných s cílem snížení spotřeby energie a vyčíslit úsporu, která se může porovnat s případnými náklady na její dosažení. Důsledné sledování a rozbor spotřeb energií v čase je nedílnou součástí procesu EM (viz Obrázek 7).

Manuál správného užívání energie – jako prostředek ke plnění všech doporučení uživateli budovy je v rámci osvěty vhodné vytvořit tzv. energetický manuál budovy, který by uživatele budovy naučil energeticky úspornému chování v konkrétních podmínkách místnosti, kterou využívají, a jejího zařízení. Základními znaky takového manuálu by při tom bylo:

- Jednoduchost sdělení určené pro uživatele místnosti – laika
- Hesovitost
- Přibližné vyčíslení úspory při dodržení doporučeného chování (nemusí být přesné, jde o psychologický efekt)
- Maximální přizpůsobení dané místnosti
- Dosažitelnost manuálu (např. zalaminování a pověšení na dveře)
- Střídmý, zajímavý grafický design

Fungující EM může zajistit snížení spotřeby energie v budově až o několik desítek procent. Konkrétní vyčíslení úspory je složité, neboť závisí na počátečním stavu hospodárnosti užití energie, druhu budovy (podle účelu), kvalitě vlastního managementu a cenách energií.

Vzhledem k tomu, že úsporu vyvolanou tímto opatřením (EM) nelze zaručit, protože je více než na fyzikálních zákonech závislá na chování lidí (provozovatele i uživatelů budovy), nebude započítávána do dalších variant opatření. Možný účinek EM jako prostředku ke snížení spotřeby energie každopádně zůstává.

4.2 Nízkonákladová opatření

Jsou jimi opatření vyžadující sice investiční náklady, ty jsou ale řádově nižší než roční provozní náklady na běh budovy. Tato opatření tak mají relativně krátkou dobu návratnosti a vysoký energetický i ekonomický efekt. Z organizačního hlediska jsou nenáročná.

4.2.1 Optimalizace dimenzování velikosti hlavního jističe

Úsporu v platbě za elektřinu lze obecně zajistit jednak snížením její spotřeby a jednak optimalizací technicko-obchodních podmínek dodávky. Tyto podmínky se nezávisle na spotřebované množství podílí na určení celkové platby za elektřinu.

Celková platba za elektřinu v Kč/kWh se pro danou skupinu odběratelů (tzv. segment maloodběru podnikatelů na úrovni nízkého napětí) skládá z několika složek, které jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 15 Struktura platby za dodávku elektřiny

	Položka ceny za dodávku elektřiny	Jednotka	Závislost na tarifu
1	Síťová elektřina – odebrané množství vlastní komodity	Kč/kWh	ANO
2	Síťová elektřina – paušální poplatek dodavateli elektřiny	Kč/měsíc	ANO
3	Distribuce elektřiny – platba za dopravu elektřiny do místa spotřeby	Kč/kWh	ANO
4	Distribuce elektřiny – paušální poplatek podle velikosti hlavního jističe	Kč/měsíc	ANO
5	Ostatní poplatky	Kč/kWh	NE

Jednotková sazba prvních čtyřech uvedených položek celkové ceny za elektřinu je závislá na tarifu, který si zvolí odběratel. Nesprávnou volbou tarifu tak může dojít k nárůstu platby za elektřinu, aniž by došlo ke zvýšení spotřeby.

Volba tarifu v případě položky 1 a 2 (viz Tabulka 15) se odvíjí od zvoleného tarifu položky 3 týkající se distribuce elektřiny. Vzhledem k tomu, že v místě EA již je využíván pro danou roční spotřebu ekonomicky optimální tarif platby za dopravu elektřiny (položka 3, graf porovnání výhodnosti tarifů viz Graf 11), lze úsporu hledat pouze v optimalizaci dimenzování hlavního jističe před elektroměrem (položka 4).²

Velikost hlavního jističe (před elektroměrem) je doposud 3 x 145 A, což odpovídá maximálnímu přenášenému výkonu přibližně 100 kW.

Součtová hodnota instalovaného příkonu všech elektrospotřebičů v objektu je přibližně 38 kW. Tomuto příkonu s rezervou více než 20 % odpovídá hodnota hlavního jističe 3 x 63 A.

Při snížení hodnoty hlavního jističe ze stávajících 3 x 145 A na 3 x 63 A dojde v cenách roku 2009 k úspoře ročních provozních nákladů ve výši 11 700 Kč. Ke snížení spotřeby energie díky tomuto opatření nedojde.

Náklady na realizaci opatření jsou odhadnuty na 5 000 Kč.

Je nutné poznamenat, že zde uvedené dimenzování nového jističe vychází z údajů revizní zprávy z roku 2003. Výpočet odpovídá podmínkám instalaci uvedených v této zprávě a zároveň předpokládá symetrické zatížení fází. Lze předpokládat, že celkový instalovaný příkon spotřebičů bude vlivem přenosných spotřebičů a změn od roku vypracování revizní zprávy odlišný. Před případnou vlastní realizací je tak nutné zvážit případné odchylky od stavu v revizní zprávě a fázovou symetričnost. Velikost úspory a investiční náklady však zůstanou řádově stejné jako zde uvedené a bez velké chyby je proto lze použít do dalších výpočtů.

² Nelze opomenout, že odběratel elektřiny (zadavatel EA) může ovlivnit cenu elektřiny i výběrem nejlevnějšího dodavatele elektřiny dostupného na trhu. Vzájemné relace cen dodavatelů se však v čase mění (stejně tak jako nabídka dodavatelů), a proto se tento EA nezabývá srovnáváním konkrétních dodavatelů na základě pouze aktuálně platných cen.

Tabulka 16 Souhrn hodnot opatření „Optimalizace dimenzování velikosti hlavního jističe“

Odhadovaná veličina	Hodnota	Jednotka
Investiční náklady opatření	5 000	Kč
Roční úspora energie	0	GJ/rok
Roční úspora provozních nákladů	11 700	Kč/rok
Prostá doba návratnosti	0,4	let

4.2.2 Zateplení rozvodů TV v kotelně

Cílem je minimalizovat tepelné ztráty na měděném potrubí mezi kotlem a zásobníkem přípravy TV v kotelně (v potrubí koluje celoročně topná voda z kotle o teplotě přibližně 65 °C).

Zhotovitelská náročnost tohoto opatření je minimální, jedná se o zateplení cca 13 m potrubí. Při uvažování použití náplekové izolace z PE o tloušťce izolace 20 mm jsou odhadované náklady maximálně 1000 Kč včetně práce.

Výsledkem izolace je snížení tepelné ztráty prostupem z trubky do okolí o cca 67 % a odhadovaná úspora nákladů na palivo (zemní plyn) 2 170 Kč ročně.

Tabulka 17 Souhrn hodnot opatření „Zateplení rozvodů TV v kotelně“

Odhadovaná veličina	Hodnota	Jednotka
Investiční náklady opatření	1000	Kč
Roční úspora energie	9,9	GJ/rok
Roční úspora provozních nákladů	2 800	Kč/rok
Prostá doba návratnosti	0,4	let

4.2.3 Termostatické hlavice ventilů radiátorů

Jednou z možností, jak nepřetápět místnosti interiéru dle zásad energetického managementu (viz kapitola 4.1.1), je osazení topných těles termostatickými hlavici ventilů. Hlavice je také vhodné instalovat kvůli případnému snížení tepelné ztráty jednotlivých místností po realizaci zateplení (viz kapitola 4.3.1). Pokud by došlo v takovém případě k ponechání současných topných těles, které by při zmenšené tepelné ztrátě byly předimenzované, hlavice by zajistily jejich střídavý chod bez nutnosti obsluhy.

Velikost úspory energie instalací hlavice nelze přesně určit, neboť je závislá na lidském faktoru (obsluha, tj. nastavení hlavice). Za předpokladu 10 % úspory energie na vytápění (odborný odhad) dosahuje roční úspora přibližně 44 GJ/rok, což představuje úsporu nákladů cca 12 500 Kč ročně.

Tabulka 18 Souhrn hodnot opatření „Termostatické hlavice ventilů radiátorů“

Odhadovaná veličina	Hodnota	Jednotka
Investiční náklady opatření	25 000	Kč
Roční úspora energie	44	GJ/rok

Odhadovaná veličina	Hodnota	Jednotka
Roční úspora provozních nákladů	12 500	Kč/rok
Prostá doba návratnosti	2,0	let

Vzhledem ke stáří otopných těles, která jsou v podstatě v původním stavu, lze doporučit při realizaci tohoto opatření posoudit také výměnu topných těles. Ekonomické efekty této akce však do tohoto opatření započítat nelze.

4.3 Vysokonákladová opatření

Jsou opatření s nejvyššími náklady, zpravidla několikrát přesahujícími možnou úsporu. Z toho vyplývá jejich delší doba návratnosti. Výhodou však bývá v absolutních číslech nejvyšší míra úspory, dlouhá životnost (s možností rozložit investici do delšího období formou odpisů) a často možnost financování z účelových dotací. Provedení opatření bývá organizačně náročné.

4.3.1 Zateplení obvodového pláště budovy

Toto opatření bylo jedním ze záměrů provozovatele budovy (tj. zadavatele EA) při zadání vypracování EA. I bez konkrétních propočtů bylo ze zkušenosti evidentní, že zateplení přispěje velkou měrou ke snížení spotřeby energie v objektu a tím ke snížení provozních nákladů.

Úkolem EA je na tomto poli zkonkretizovat provedení zateplení tak, aby bylo dosaženo alespoň klasifikačního stupně energetické náročnosti budovy C - vyhovující dle ČSN 73 0540:2007.

Celé zateplení je rozděleno na tři dílčí výpočetní oblasti – svislé konstrukce, nezateplené stropy a stavební výplně. Pro každou oblast je navržena konkrétní realizace a vyčísleny její investiční náklady, dále odpovídající úspora množství tepla na vytápění a provozních nákladů. Souhrnné hodnoty pro všechny oblasti jsou uvedeny na konci kapitoly.

4.3.1.1 Zateplení svislých plných konstrukcí

K provedení zateplení vnějších zdí je navržena fasádní minerální vata (měrná tepelná vodivost $\lambda = 0,039 \text{ W/m.K}$) a technologie neodvětrávané fasády. Je třeba říci, že toto provedení představuje pouze návrh tvůrce EA. Izolaci lze realizovat obecně i z jiných materiálů a s použitím jiné technologie při dodržení zásady, že je nutné dodržet celkovou normovou hodnotu součinitele prostupu tepla zateplenou konstrukcí, která činí $0,25 \text{ W/m}^2.\text{K}$ (doporučená hodnota). Volba minerální vaty je však provedena s ohledem na průvzdušnost stavebního materiálu části obvodových stěn (plynosilikátové tvárnice).

Výpočet nutné tloušťky izolace pro splnění výše uvedené podmínky je proveden na nejméně izolačně vyhovující konstrukci stávajícího stavu. Výsledná hodnota tloušťky desky 150 mm je pak použita pro všechny venkovní zdi, a to z důvodu zjednodušení realizačních prací bez nutnosti pracovat s izolací různých tloušťek na různých částech objektu.

Zateplení se uvažuje na všech venkových zdech (kromě dvou nástaveb strojoven vzduchotechniky), provést nelze však v místě, kde objekt navazuje na sousední domy, tj. v oblasti lékárny a do výše 1. NP v oblasti hotelu Pošta.

Při ploše zateplováných zdí přibližně 512 m^2 se zateplením dosáhne snížení roční potřeby tepla na vytápění asi 113 GJ , což při uvažované ceně zemního plynu představuje úsporu asi $38\,000 \text{ Kč}$ za rok, neboli 14% současných ročních nákladů na vytápění.

Při orientačním výpočtu výše investice na zateplení je uvažováno s cenou 2 500 Kč/m² (vč. DPH). Pro danou plochu je celková investice 1 281 000 Kč (vč. DPH).

4.3.1.2 Zateplení stropů

Zateplení se týká jednak střechy schodišťové nástavby ve střední části budovy a dále stropů mezi 2. NP a oběma nástavbami vzduchotechniky. Zbytek střechy v úrovni 2. NP (tj. mimo nástaveb) byl již v minulosti zateplen PS deskami o tloušťce 130 mm. Celková plocha zateplovacích podlah a stropů činí 142 m².

Pro zateplení se uvažuje vrstva desek EPS o tloušťce 150 mm (tepelná vodivost $\lambda = 0,039 \text{ W/m.K}$). Tím bude vyhověno normovým nárokům na hodnotu součinitele tepelné propustnosti pro tyto konstrukce.

Z hlediska tepelné izolace by k zvýšení efektu tohoto opatření pomohlo i zatěsnění průvzdušných otvorů do prostor nástaveb (avšak s ohledem na jejich další využití).

Dosažené roční snížení potřeby tepla na vytápění je asi 43 GJ, což představuje úsporu ve spotřebě zemního plynu 14 000 Kč za rok, neboli 5 % současných ročních nákladů na vytápění.

Při orientačním výpočtu výše investice na zateplení je uvažováno s cenou 2 500 Kč/m² (vč. DPH). Pro danou plochu je celková investice 355 000 Kč (vč. DPH).

4.3.1.3 Výměna oken a dveří

Při výměně oken a dveří je plánováno s nahrazením současných výplní plastovými o součiniteli tepelné propustnosti 1,2 W/m².K (hodnota doporučená normou). V tomto případě dojde při celkové ploše výplní 222 m² k roční úspoře tepla na vytápění přibližně 51 000 Kč za rok, což představuje 18 % současných ročních nákladů na vytápění.

Do zateplení je zahrnuta i výměna stávajících luxferů v prostorách schodiště budovy za jiné výplně s požadovaným U jako stavební výplně. Konkrétní způsoby realizace je ponechán na vlastníkovi budovy.

Při orientačním výpočtu výše investice na výměnu oken je uvažováno s cenou 6 500 Kč/m² (vč. DPH). Pro danou plochu je celková investice 1 443 000 Kč (vč. DPH).

4.3.1.4 Shrnutí

Provedením výše popsaných zateplovacích úprav se sníží hodnota průměrného součinitele prostupu tepla a tím dojde k dosažení klasifikační třídy energetické náročnosti budovy C – vyhovující. Porovnání hodnot před a po zateplení je uvedeno v tabulce (viz Tabulka 19).

Tabulka 19 Klasifikace objektu dle ČSN 73 0540:2007 – stav před a po realizaci opatření

Veličina	Značka	Jednotka	Hodnota před realizací opatření	Hodnota po realizací opatření
Průměrný součinitel prostupu tepla	U_{cm}	W/m ² .K	1,22	0,52
Klasifikační číselník CI	CI	-	2,03	0,89
Klasifikační třída	X		F	C

Souhrnné hodnoty pro ekonomické vyhodnocení zateplení jako celku jsou uvedeny v následující tabulce (viz Tabulka 20).

Tabulka 20 Souhrn hodnot opatření „Zateplení obvodového pláště budovy“

Odhadovaná veličina	Hodnota	Jednotka
Investiční náklady opatření	3 080 000	Kč
Roční úspora energie	363	GJ/rok
Roční úspora provozních nákladů	103 500	Kč/rok
Prostá doba návratnosti	29,8	let

4.3.2 Tepelné čerpadlo

Využití tepelného čerpadla (dále TČ) jako obnovitelného zdroje energie na vytápění má zejména následující pozitivní efekty:

- Snížení potřeby nákupu energie na hranici budovy (její vytěsnění energií z přírody)
- S tím související úspora nákladů na energii
- Možnost využít výhodnou sazbu elektřiny, určenou pro tepelná čerpadla, pro veškerou spotřebu v budově
- Snížení závislosti na pravděpodobném růstu cen energií do budoucna
- Ekologický přínos

Při použití systému TČ vzduch – voda se navíc nabízí jako výhodné využití pro umístění technologie TČ nevyužívaných prostor jedné z nástaveb objektu. Nástavby byly původně zamýšlené jako strojovny vzduchotechniky, proto zde není problém s napojením na technologické rozvody (voda, elektřina, odpad).

Předpokladem tohoto opatření je souběžné snížení energetické náročnosti budovy, nejspíše realizací zateplení obálky budovy. To je důležité zejména proto, že investiční i technická náročnost TČ roste progresivně s energetickou náročností vytápěného objektu a dále je z ekologického hlediska nutné dbát na efektivní využití jakéhokoli obnovitelného zdroje energie (tj. vč. TČ). Návrh dimenzování TČ v tomto opatření je proto proveden pro tepelnou ztrátu budovy dosaženou po realizaci opatření „Zateplení obvodového pláště budovy“ (viz kapitola 4.3.1), která činí 61 kW.

Návrh opatření počítá s TČ pro vnitřní umístění o tepelném výkonu 55 kW a průměrným topným faktorem 4,0, který reflektuje na trhu nabízené modely. Jako bivalentního zdroj by se použilo kaskády plynových kotlů (při tom minimálně 2 kotle mohou být trvale odstaveny a sloužit jako záloha). TČ by natápělo akumulární nádrž, pomocí které by se dosáhlo vykrývání provozních špiček.

Instalací TČ by došlo k úspoře zemního plynu, která by byla částečně kompenzována nárůstem spotřeby elektřiny. Zároveň by ale byla odběrnému místu v objektu přiznána distribuční sazba elektřiny (C56d) s výhodnější cenou za elektřinu (2,55 Kč/kWh v cenách roku 2009 oproti 4,05 Kč/kWh jako průměr za roky 2005 – 2007), což by způsobilo markantní úsporu v platbě za všechnu elektřinu spotřebovanou v objektu. Přestože tento efekt není přímo spojený s vytápěním objektu, je nutné ho přičíst do celkové úspory provozních nákladů po instalaci TČ.

Tabulka 21 Základní parametry uvažovaného TČ

Systém TČ	Vzduch – voda (vnitřní provedení)
Instalovaný tepelný výkon (A2)	55 kW

Průměrný topný faktor (COP)	4,0
------------------------------------	-----

Investiční náklady TČ byly odhadem stanoveny na 1 000 000 Kč. Jedná se o obvyklou hodnotu pro daný typ budovy a dimenzování bez ohledu na značku čerpadla. Tento EA neřeší konkrétní technický návrh realizace TČ, ale pouze orientační energetický a ekonomický efekt tohoto typu opatření na předmět EA.

Tabulka 22 Souhrn hodnot opatření „Tepelné čerpadlo“

Odhadovaná veličina	Hodnota	Jednotka
Investiční náklady opatření	1 000 000	Kč
Roční úspora energie	172	GJ/rok
Roční úspora provozních nákladů	77 000	Kč/rok
Prostá doba návratnosti	13,0	let

4.4 Přehled opatření a celkový technický potenciál úspor

Tabulka 23 Opatření, jejich investiční náklady a příslušné roční úspory energií a provozních nákladů

	Název opatření	Investice (Kč)	Úspora energie (GJ/rok)	Úspora nákladů (Kč/rok)
A	Optimalizace dimenzování velikosti hlavního jističe	5 000	0	11 700
B	Zateplení rozvodů TV v kotelně	1 000	9,9	2 800
C	Termostatické hlavice ventilů radiátorů	25 000	44	12 500
D	Zateplení obvodového pláště budovy	3 080 000	363	103 500
E	Tepelné čerpadlo	1 000 000	203	77 000
Celkem		4 111 000	620	208 000

Celkový roční technický potenciál úspor při využití uvažovaných opatření činí přibližně 620 GJ. Tuto součtovou hodnotu však je nutné brát jako přibližnou, protože jednotlivá opatření mají na sebe vzájemný vliv, díky kterému může být jejich efekt zesílen nebo zeslaben.

Je nutné si uvědomit, že celková úspora může být dále zvětšována tím, že se navrhnou další opatření ke snižování spotřeby, případně „silnější“ verze uvažovaných opatření. Takto lze dosáhnout teoreticky i záporné spotřeby energie (předmět EA bude fungovat jako zdroj a dodávat formy energie do okolí, např. do elektrizační soustavy, formou CZT apod.). Je však k uvažování, zda je vhodné měnit zcela charakter energetického hospodářství, např. i za cenu zásadní změny visáže budovy. Ne všechna opatření by také nutné musela být ekonomicky výhodná a mohla by odporovat záměrům zadavatele EA s objektem.

4.5 Definice variant opatření

Vzhledem k tomu, že mezi efekty některých variant může nastat interakce, je potřeba nehodnotit opatření zvlášť, ale jejich kombinace, které tvoří varianty celkového řešení. Pro každou variantu (tj. kombinaci opatření) je vytvořeno hodnocení podle dané metodiky, která obsahuje ukazatele energetické, ekologické i ekonomické. Z porovnání hodnot těchto ukazatelů pak jasně vyplývá nejvýhodnější varianta. Kromě vzájemného porovnání variant mají hodnoty ukazatelů také nemalý informativní význam pro vlastníka objektu, např. o očekávané úspoře nákladů, návratnosti vybrané varianty apod.

V případě posuzovaného objektu byla v souladu se záměry vlastníka budovy navržena dvě zásadní vysokonákladová opatření – zateplení obálky budovy (D) a instalace tepelného čerpadla (H). Protože efekt opatření H je přímo závislý na realizaci opatření D, je jako základ jedné varianty zvolena kombinace obou opatření a jako základ druhé pouze opatření D. Vzhledem k charakteru opatření H není vhodné uvažovat pouze samostatnou realizaci tohoto opatření (tj. instalace TČ bez zateplení), proto taková varianta nebude uvažována.

Navržená nízkonákladová opatření doplní varianty vysokonákladových opatření podle předchozího odstavce, protože sama o sobě zlepšují celkový efekt obou variant.

Tabulka 24 Přehled navržených variant řešení snížení energetické náročnosti objektu

Označení varianty	Zahrnutá opatření	Investice (Kč)	Úspora energie (GJ/rok)	Úspora nákladů (Kč/rok)
Varianta 1	A, B, C, D	3 111 000	417	130 500
Varianta 2	A, B, C, D, E	4 111 000	620	207 500

5 Vyhodnocení variant opatření

5.1 Vyhodnocení z energetického hlediska

Součástí vyhodnocení každé varianty opatření z energetického hlediska je

- vytvoření upravené energetické bilance objektu a srovnání se stavem před realizací opatření,
- kontrola splnění stavebně-izolačních požadavků dle normy ČSN 73 0540:2007 a
- kontrola splnění požadavku vyhlášky 194/2007 Sb. na měrné spotřebu tepla na vytápění a přípravu TV.

5.1.1 Upravená energetická bilance objektu

Tabulka 25 Upravená energetická bilance objektu po realizaci varianty 1

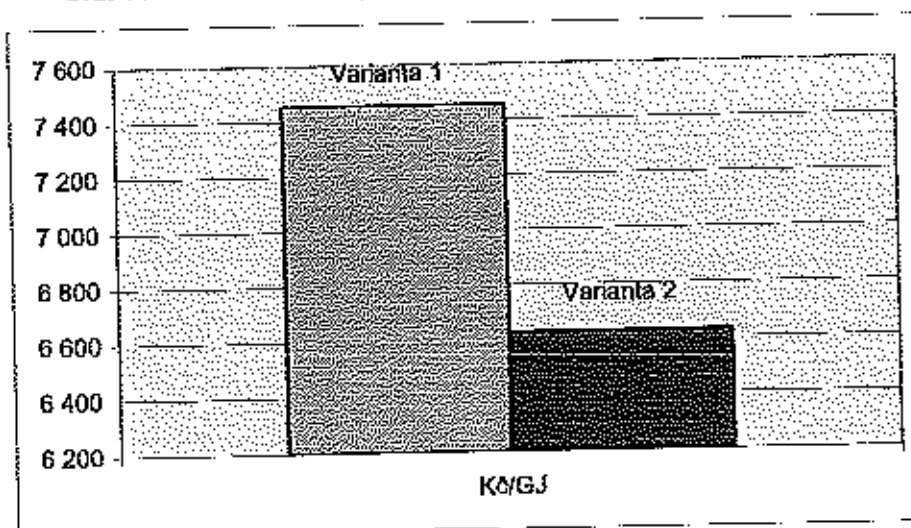
ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ	tis. Kč	GJ	tis. Kč
1	Vstup paliv a energie	920,8	354,9	503,4	224,3
	z toho elektřina	110,2	124,0	110,2	112,3
	z toho zemní plyn	810,6	230,9	393,2	112,0
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	920,8	354,9	503,4	236,0
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	920,8	354,9	503,4	236,0
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	121,6	34,6	59,0	16,8
	z toho elektřina	0,0	0,0	0,0	0,0
	z toho zemní plyn	121,6	34,6	59,0	16,8
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř. 5)	693,2	201,0	338,5	100,0
	z toho elektřina	4,2	4,7	4,2	4,7
	z toho zemní plyn	689,0	196,3	334,2	95,2
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	106,0	119,2	106,0	119,2

Tabulka 26 Upravená energetická bilance objektu po realizaci varianty 2

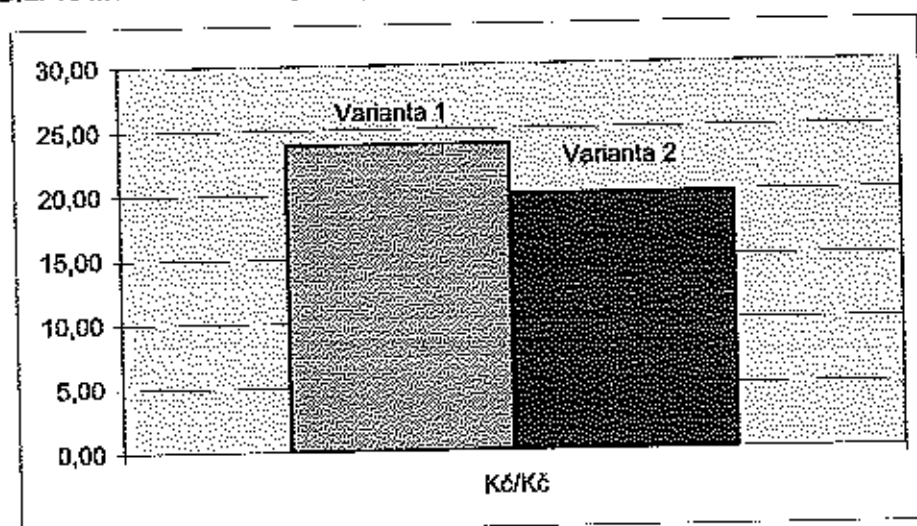
ř.	Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
		Energie	Náklady	Energie	Náklady
		GJ	tis. Kč	GJ	tis. Kč
1	Vstup paliv a energie	920,8	354,9	293,0	148,4
	z toho elektřina	110,2	124,0	153,3	108,6
	z toho zemní plyn	810,6	230,9	139,7	39,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	920,8	354,9	293,0	148,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	920,8	354,9	293,0	148,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	121,6	34,6	21,0	6,0
	z toho elektřina	0,0	0,0	0,0	0,0
	z toho zemní plyn	121,6	34,6	21,0	6,0
7	Spotřeba energie na vytápění a TV (z ř. 5)	693,2	201,0	166,1	67,3
	z toho elektřina	4,2	4,7	47,3	33,5
	z toho zemní plyn	689,0	196,3	118,8	33,8
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	106,0	119,2	106,0	75,1

Graf 14 a Graf 15 porovnává měrné investiční náklady na vytvoření jednotky úspory v obou variantách. Je vidět, že v obou případech je z tohoto hlediska méně investičně náročná Varianta 2 (tj. vyžaduje menší investiční náklady na vytvoření jednotky úspory nákladů i energie).

Graf 14 Investiční náklady na vytvoření 1 GJ úspory energie za rok



Graf 15 Investiční náklady na vytvoření 1 Kč úspory provozních nákladů za rok



5.1.2 Zhodnocení dle ČSN 73 0540:2007

Z hlediska prostupnosti tepla obálkou budovy a velikosti tepelných ztrát jsou obě posuzované varianty rovnocenné, protože se od sebe liší pouze realizací opatření E, které však nemá na tepelně-izolační vlastnosti objektu vliv.

Tabulka 27 Hodnocení obálky budovy po realizaci opatření

Veličina	Značka	Jednotka	Hodnota před realizací	Hodnota po realizaci (obě varianty)
Průměrný součinitel prostupu tepla	U_{em}	$W/m^2.K$	1,22	0,52
Požadovaná hodnota U_{em}	$U_{em,Nrg}$	$W/m^2.K$	0,58	
Klasifikační čísel	CI	-	2,03	0,89
Klasifikační třída	-	-	F – velmi nevhodná	C – vyhovující

Závěr: V případě obou variant bude dosažen standard klasifikační třídy C. Obě varianty jsou tedy z tohoto hlediska rovnocenné a zároveň vyhovují požadavku normy ČSN 73 0540:2007.

5.1.3 Zhodnocení dle vyhlášky 194/2007 Sb.

Tabulka 28 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na vytápění

Veličina	Značka	Jednotka	Hodnota před realizací	Hodnota po realizaci varianty 1	Hodnota po realizaci varianty 2
Dodaná energie na vytápění	$G_{FUEL,H}$	GJ/rok	578,9	224,1	138,7
Požadovaná hodnota měrného ukazatele	-	GJ/m ² .rok	0,57		
Skutečná hodnota měrného ukazatele	-	GJ/m ² .rok	0,55	0,21	0,13
Klasifikace	-	-	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje

Tabulka 29 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na přípravu TV

Veličina	Značka	Jednotka	Hodnota před realizací	Hodnota po realizaci varianty 1	Hodnota po realizaci varianty 2
Dodaná energie na přípravu TV	$G_{FUEL,DHW}$	GJ/rok	114,4	114,4	114,4
Požadovaná hodnota měrného ukazatele	-	GJ/m ² .rok	0,17		
Skutečná hodnota měrného ukazatele	-	GJ/m ² .rok	0,11	0,11	0,11
Klasifikace	-	-	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje

Závěr:

- Obě varianty vyhovují požadavkům vyhlášky na měrnou spotřebu tepla na vytápění. Oproti výchozímu stavu došlo ke zlepšení ukazatele.
- Vzhledem k tomu, že v žádné variantě není počítáno se změnou přípravy TV, hodnota příslušného měrného ukazatele zůstává stejná jako ve výchozím stavu, tj. vyhovuje.

5.2 Ekonomické vyhodnocení variant

5.2.1 Metodika ekonomického hodnocení

Pro ekonomické vyhodnocení variant jsou použita čtyři kritéria (ukazatele):

- Prostá doba návratnosti investice T_s
- Reálná (diskontovaná) doba návratnosti investice T_{ed}
- Čistá současná hodnota investice (NPV)
- Vnitřní výnosové procento (IRR)

Každé z uvedených kritérií je autonomní a výsledné pořadí výhodnosti variant projektu nemusí tak být při použití jednotlivých kritérií stejné.

Ad a)

Prostá návratnost investice T_s je doba v letech, za kterou projekt přinese investorovi stejnou nominální hodnotu, jakou byla investice. Jedná se tedy o prosý podíl výše investice a ročního přínosu projektu (zde roční úspory):

$$T_s = \frac{IN}{CF},$$

kde IN ... investice do projektu (Kč),

CF ... roční peněžní přínos projektu (tj. úspora, Kč).

Aby byl projekt efektivní, musí T_s být kratší než jeho předpokládaná doba životnosti. Nejvíce efektivní variantou je taková, která má nejnížší hodnotu T_s .

Ad b)

Diskontovaná doba návratnosti T_{sd} (nebo také lhůta splacení) na rozdíl od prosté návratnosti bere v úvahu časovou hodnotu peněz a počítá tedy s diskontovanými přínosy projektu v jednotlivých letech. Vypočte se z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0,$$

kde CF_t ... roční peněžní přínos projektu v t-lém roce (Kč),

r ... diskontní sazba (-).

Aby byl projekt efektivní, musí T_{sd} být kratší než jeho předpokládaná doba životnosti. Nejvíce efektivní variantou je taková, která má nejnížší hodnotu T_{sd} .

Ad c)

Čistá současná hodnota NPV vyjadřuje souhrnný přínos projektu během celé doby jeho životnosti při respektování časové hodnoty peněz:

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

kde T_s ... doba životnosti (hodnocení) projektu (let).

Nejefektivnější variantou projektu je ta s nejvyšší hodnotou NPV.

Ad d)

Vnitřní výnosové procento IRR slouží k porovnání výnosnosti projektu s běžnou investicí v daném odvětví, tj. k určení, zda lze projektem za celou dobu jeho životnosti dosáhnout alespoň obvyklé výnosnosti. Hodnota se spočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_s} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0,$$

Projekty s IRR větší než hodnota diskontu r uvažovaná v předchozích kritériích jsou výnosnější než běžná investice v oboru a naopak. Při porovnání variant je efektivnější varianta s větším IRR.

5.2.2 Vyhodnocení variant

Jako diskont byla zvolena hodnota 1,5 %, která odpovídá současnému výnosu bezrizikových investic běžně dostupných obyvatelstvu. Doba životnosti T_2 , za kterou jsou obě varianty porovnávány, byla stanovena na 30 let jako nejmenší společný násobek předpokládaných dob životnosti zařízení jednotlivých opatření.

Kromě úspory nakupovaných energií dochází po realizaci opatření pouze k zanedbatelným změnám ostatních provozních nákladů, proto jsou tyto změny do hodnocení započítány jako nulové.

Ekonomické hodnocení je provedeno bez vlivu případných dotací a grantů, které výsledky hodnocení v případě použití zlepši.

Uvažovaná cena energií je na úrovni doby zpracování EA. Ve všech výpočtech je zahrnuta DPH.

Výsledné hodnoty ekonomických kritérií jsou shrnuty v přehledné tabulce (viz Tabulka 30).

Tabulka 30 Přehled o ekonomickém hodnocení variant

Položka	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2
Investice	tis. Kč	3 111	4 111
Změna nákladů na energii	tis. Kč	-131	-208
Změna ostatních provozních nákladů ³	Tis. Kč	0	0
Změna tržeb	Tis. Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Tis. Kč	-131	-208
Doba hodnocení	Let	30	30
Kritérium T_s – prostá doba návratnosti	Let	23,8	19,8
Kritérium T_{sd} – reálná doba návratnosti	Let	29,1	23,2
Kritérium NPV – čistá současná hodnota	Tis. Kč	70	947
Kritérium IRR – vnitřní výnosové procento	%	0,2%	1,6%

Z hlediska všech kritérií je pro Investora výhodnější varianta 2. Ta je zároveň formálně ekonomicky opodstatněná, neboť

- prostá i reálná doba návratnosti nepřekračuje dobu porovnání variant,
- generovaná čistá současná hodnota za dobu porovnání je kladná a
- vnitřní výnosové procento je vyšší než uvažovaný diskont.

Závěr: Z uvedených důvodů se z ekonomického hlediska doporučuje provozovateli objektu realizovat variantu 2, tj. všechna navržená úsporná opatření (včetně tepelného čerpadla).

5.3 Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí

V tomto vyhodnocení se jedná o srovnání množství emisí sledovaných látek vypouštěných do ovzduší za současného stavu objektu a po realizaci jednotlivých opatření. Výčet sledovaných látek je dán vyhláškou č. 213/2001 Sb., o náležitostech energetického auditu.

V následujících tabulkách kladná hodnota rozdílu značí snížení oproti výchozím stavu, záporná hodnota zvýšení.

³ Není rozepříslováno do kategorií, protože nedochází k žádným změnám.

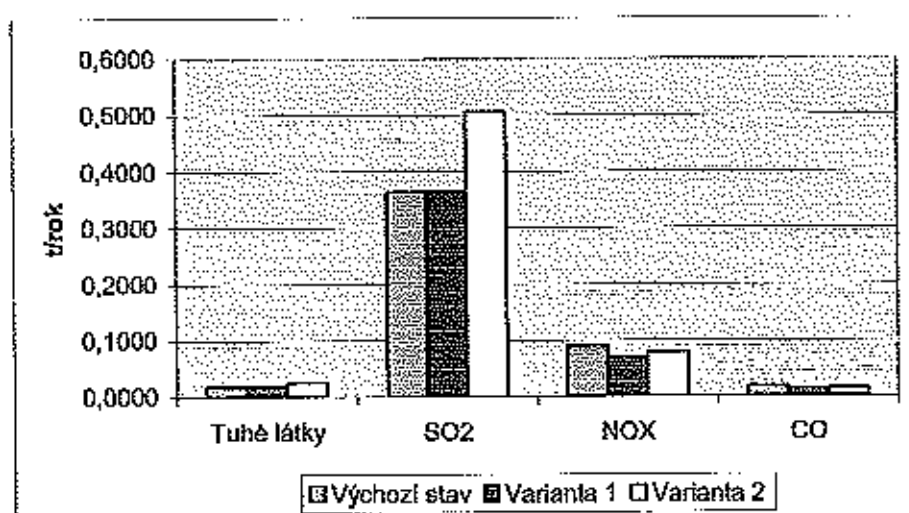
Tabulka 31 Emise škodlivin Varianty 1

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	%
Tuhé látky	0,0182	0,0180	0,0002	1%
SO ₂	0,3643	0,3640	0,0002	0%
NO _x	0,0893	0,0697	0,0196	22%
CO	0,0170	0,0130	0,0039	23%
CO ₂	73,49	47,86	25,64	35%

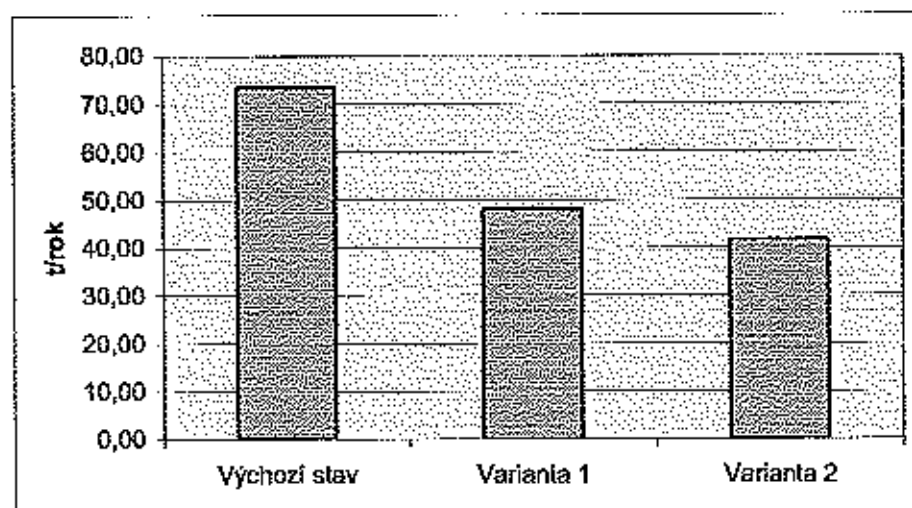
Tabulka 32 Emise škodlivin Varianta 2

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	%
Tuhé látky	0,0182	0,0248	-0,0065	-36%
SO ₂	0,3643	0,5082	-0,1419	-39%
NO _x	0,0893	0,0778	0,0115	13%
CO	0,0170	0,0143	0,0026	16%
CO ₂	73,49	41,56	31,93	43%

Graf 16 Srovnání emisí škodlivin u jednotlivých variant



Obrázek 8 Srovnání emisí CO₂ u jednotlivých variant



Závěr: Z hlediska emisí škodlivin není pořadí variant jednoznačné. Je-li hlavním kritériem úspora emisí CO₂, je výhodnější Varianta 2, v případě ostatních sledovaných škodlivin je výhodnější Varianta 1.

Pozn.: Tento výsledek je však nutné chápat v kontextu toho, že ve Variantě 2 dojde k částečné náhradě výroby tepla ze zemního plynu výrobou z elektřiny (jako součást technologie tepelného čerpadla), jejíž měrné emise jednak nevznikají přímo v místě předmětu EA a jednak jsou uvažovány průměrně pro celou elektrárenskou soustavu ČR (vč. cca 2/3 podílu uhelných elektráren s relativně velkými emisemi SO₂ a tuhých látek), což výsledek zhoršuje.

5.4 Výběr optimální varianty

Pro výběr optimální varianty je třeba zvážit pořadí (výsledky) všech uvedených hodnocení, tj. z hlediska energetického, ekonomického i ekologického:

Z energetického hlediska je zcela výhodnější Varianta 2, neboť

- zaručuje vyšší úsporu primární energie a souvisejících nákladů na ni,
- vyhovuje požadavkům klasifikační třídy C (vyhovující) z hlediska tepelně-izolačních vlastností (dle ČSN 73 0540:2007),
- vyhovuje požadavku vyhlášky 194/2007 Sb. z hlediska měrné spotřeby tepla na vytápění a
- měrné náklady na úspory jsou menší.

Z ekonomického hlediska je výhodnější Varianta 2, neboť

- prošlá i reálná doba návratnosti nepřekračuje dobu životnosti,
- generovaná čistá současná hodnota za dobu porovnání je kladná a
- vnitřní výnosové procento je vyšší než uvažovaný diskont.

Z ekologického hlediska je pořadí méně jednoznačné:

- v úspoře CO₂ je výhodnější Varianta 2,
- v úspoře ostatních škodlivin Varianta 1 (ovšem s poznámkou na konci kapitoly 5.3).

Ponecháme-li každému ze tří hledisek stejnou váhu, je evidentní, že jako optimální řešení se jeví realizace Varianty 2. Tento výsledek je i přes dílčí nevýhodnost z ekologického hlediska (která je však diskutabilní, viz výše) očekávatelný, protože Varianta 2 používá stejné prostředky k úsporám jako Varianta 1 a navíc přidává další opatření. Přesto je však nutné provést veškeré hodnocení, jak bylo v tomto EA provedeno, protože jednotlivá opatření mají vzájemné synergické efekty jak po energetické, tak po ekonomické i ekologické stránce.

Závěr: Nejvýhodnější variantou k realizaci je po komplexním zhodnocení Varianta 2.

6 Závazné výstupy energetického auditu

6.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Energetické hospodářství budovy odpovídá technologicky době svého vzniku, kromě rekonstrukce kotelny a souvisejícím přechodem z vytápění hnědým uhlím na zemní plyn nedoznalo zásadnějších změn. Z hlediska údržby je stav zařízení uspokojivý.

Ochlazované stavební konstrukce objektu s výjimkou zateplené střechy nevyhovují současným požadavkům na tepelně izolační vlastnosti (ČSN 73:0540-2:2007), což má za následek větší měrnou spotřebu tepelné energie na vytápění v porovnání s moderními stavbami. Snížení potřeby tepla lze provést zateplením plných konstrukcí obvodového pláště budovy a výměnou stavebních výplní (oken a dveří) za modernější výrobky s menším součinitelem prostupu tepla.

Nemalou část (22%) tepelné ztráty tvoří ztráta větráním, což je způsobeno jednoduchým způsobem větrání „olevřenými okny“. Tuto ztrátu lze potenciálně snížit využitím řízeného větrání (vzduchotechnika), nebo alespoň uvědoměným způsobem větrání podle zásad energetického managementu.

Veškeré teplo pro vytápění budovy i přípravu TV je vyráběno v kotelně objektu z fosilního paliva – zemního plynu, přitom je možné alespoň část nahradit obnovitelným zdrojem energie. Jako výhodné se nabízí například tepelné čerpadlo systému vzduch-vody, umístěné v nevyužívané nástavbě na střeše budovy.

Předmět EA z hlediska měrného ukazatele spotřeby tepla na vytápění vyhovuje požadavkům vyhlášky 194/2007 Sb.

Předmět EA z hlediska měrného ukazatele spotřeby tepla na přípravu TV vyhovuje požadavkům vyhlášky 194/2007 Sb. Určité úspory ztrát v cirkulačním rozvodu TV by bylo možné dosáhnout decentralizací přípravy TV, avšak z hlediska nákladů toto může být nevýhodné, protože by došlo k náhradě zemního plynu jako paliva pro přípravu TV elektřinou, která je dražší.

K osvětlení jsou použita výbojková a v menší míře žárovková. Instalace inteligentních systémů řízení osvětlení je minimální a byla by vhodná zejména na chodbách.

V ostatním využití elektrické energie je obecně vhodné, aby nájemci využívali úsporné elektrické spotřebiče a dále dbali na jejich efektivní využití podle zásad energetického managementu. Současně používané spotřebiče jsou různého stáří a stupně úspornosti.

6.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor

Celkový roční technický potenciál úspor při využití uvažovaných opatření činí přibližně 620 GJ.

Tuto součtovou hodnotu však je nutné brát s rezervou, protože jednotlivá opatření mají na sebe vzájemný vliv, díky kterému může být jejich efekt zesílen nebo zeslaben. Navíc vyčíslit efekt dodržování energetického managementu je nemožné, protože závisí zcela na lidském činiteli.

Dále při každém návrhu je možné zvyšovat teoreticky donekonečna počet a sílu opatření, takže úspora může neustále růst. Zde uvedená hodnota uvažuje opatření reálně proveditelná s ohledem na technické, ekonomické a užité aspekty.

6.3 Optimální varianta energeticky úsporného projektu

Jako nejlepší varianta pro změnu energetického hospodářství budovy je popsána Varianta 2, která zahrnuje následující opatření:

- Zateplení obvodového pláště budovy
- Instalace tepelného čerpadla pro vytápění
- Zaizolování rozvodů TV v kotelně
- Používání termoregulačních hlavíc u radiátorů
- Revidování velikosti hlavního jističe (přinese snížení nákladů, ne úsporu energie)
- Zavedení energetického managementu.

6.4 Doporučení energetického audítora

Po provedeném EA energetického hospodářství budovy doporučujeme vlastníkovi a provozovateli předmětu EA učinit následující kroky:

- Provést zateplení obvodového pláště budovy v rozsahu minimálně stejné jako je uvedeno ilustračně v tomto EA. Vlastní realizace a použití materiálů může být odlišné, avšak musí být dosaženo alespoň stejných tepelně-izolačních parametrů izolačních vrstev jako uvedeno zde v EA.
- Posoudit a realizovat instalaci tepelného čerpadla (systém vzduch-voda) pro vytápění, případně i přípravu TV (podle technologie). Tímto dojde jednak ke snížení nákladů na vytápění (část energie je odebírána zdarma ze vzduchu), snížení nákladů na elektřinu v budově (přiznáním levnější distribuční sazby) a nespornému ekologickému přínosu (vytěsnění spalování fosilního paliva obnovitelným zdrojem). Pro instalaci se navíc velice hodí využít nepoužívané prostory nástavby budovy. Instalaci tepelného čerpadla lze využít i pro propagaci environmentálního uvědomění vlastníka budovy.
- Realizovat další uvedená nízkonákladová opatření, která i přes malou absolutní výši úspory jsou ekonomicky velmi rentabilní (v relativním měřítku zpravidla více než vysokonákladová opatření). Patří sem revidování velikosti hlavního jističe, zateplení rozvodů TV, instalace termoregulačních hlavíc otopných těles apod.
- Vybudovat systém energetického managementu (viz kapitola 4.1.1), který bude aktivně sledovat efektivitu využívání energie v budově včetně osvěty jednotlivých uživatelů a ihned upozorní na případné ne hospodárnosti. Přitom náklady na zavedení tohoto opatření budou při použití stávajícího provozního personálu minimální, protože z podstaty věci se nejedná o pořízování nových technologií.

6.5 Evidenční list energetického auditu

Evidenční list energetického auditu			
Předmět EA	Zdravotní středisko		
Adresa	Dlouhá 99, Jablonné v Podještědí, 471 25		
Zadavatel EA	Městský úřad Jablonné v Podještědí	Zástupce	Vlasta Dozorová, starostka města
Adresa zadavatele	Náměstí Míru 22, Jablonné v Podještědí, 471 25		

Telefon	487 829 964	Fax	487 829 960	E-mail	info@jvomeslo.cz
Charakteristika předmětu EA	Objekt zdravotního střediska ve tvaru písmene L. Funkčními prostory jsou ordinace, čekárny a přístupové chodby, bytové prostory nejsou žádné. Provoz objektu je přerušovaný, zpravidla 5 dní v týdnu podle ordinačních dob nájemců.				
1. Výchozí stav					
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	Vytápění je realizováno teplovodní s radiátory v jednoúrovňových místnostech a centrální výrobou v kotelně v suterénu objektu. Zdrojem je kaskáda 4 kotlů na zemní plyn s ekvitermní ruční regulací topné vody, sloužící zároveň i pro přípravu TV. Stav technologie je převážně dobrý díky údržbě. Obálka budovy dosahuje třídy F – velmi nevhodná dle ČSN 73 0540:2007, průměrný součinitel prostupu tepla je 1,22 W/m².K při geometrickém tvaru budovy 0,53. Tepelná ztráta objektu činí 110 kW. Z hlediska požadavků vyhlášky 194/2007 Sb. nemá spotřeba tepla na vytápění vyhovuje, na přípravu TV vyhovuje.				
Vlastní energetický zdroj	Instalovaný tepelný výkon (MW)		Instalovaný elektrický výkon (MW)		
Kaskáda 4 kotlů na zemní plyn	4 x 0,029		-		
Typ energosoustrojí			-		
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		713,3		
	Nákup (GJ/r)		-		
	Prodej (GJ/r)		-		
Elektrina	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		-		
	Nákup (GJ/r)		110,2		
	Prodej (GJ/r)		-		
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	920,8		Z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)		106,0
Spotřebič energie	Příkon (tepelná ztráta), (kW)		Spotřeba energie (GJ/r)		Nositel energie
Vytápění	110		578,9		ZP, teplá voda
Příprava TV			114,4		ZP, teplá voda
Ostatní spotřeba			106,0		ZP, elektrina
2. Energeticky úsporný projekt					
Stručný popis doporučené varianty	Základem je zateplení obvodového pláště budovy (kromě střechy, kde již bylo v minulosti zateplení provedeno) minerální vlnou, resp. EPS deskami o tloušťce minimálně 150 mm a výměna oken a dveří za plastové s maximální hodnotou U = 1,2 W/m².K. Tím se dosáhne snížení tepelné ztráty a energetické náročnosti na úroveň klasifikace třídou C – vyhovující (ČSN 73 0540:2007). Dalšího snížení nákladů na vytápění se dosáhne instalací tepelného čerpadla systému vzduch-voda do nevyužitě stropní nástavby.				

		Kromě vysokonákladových investic se doporučuje ještě revidovat velikost hlavního jističe před elektroměrem, zaizolovat vedení TV v kotelně a osadit otopná tělesa termoregulačními hlavici ventilů. Spojovací pro všechna opatření a pro další provoz budovy je nasazení systému energetického managementu budovy s cílem snížení ne hospodárnosti (úsporné spotřebiče, efektivní větrání, eliminace zbytečného chodu spotřebičů a osvětlení atd.). Toto opatření je organizační.			
Investiční náklady (tis. Kč)		4 111	z toho technologie (tis. Kč)		870
Konečná spotřeba paliv a energie	Před realizací projektu		Po realizaci projektu		
	Energie (GJ/r)	Náklady (tis. Kč/rok)	Energie (GJ/r)	Náklady (tis. Kč/rok)	
	920,8	354,9	293,0	148,4	
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r		
	620		174		
Přínosy z hlediska ochrany životního prostředí					
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)	
Tuhé látky	0,0182	0,0248		-0,0065	
SO ₂	0,3643	0,5082		-0,1419	
NO _x	0,0893	0,0778		0,0115	
CO	0,0170	0,0143		0,0026	
CO ₂	73,49	41,56		31,93	
Ekonomická efektivnost					
Cash-Flow projektu (tis. Kč/r)	207,5	Doba vyhodnocení (roky)		30	
Prostá doba návratnosti (roky)	19,8	Diskont (%)		1,5	
Reálná doba návratnosti (roky)	23,2	NPV (tis. Kč)	947,0	IRR (%)	1,6%
Energetický auditor	Ing. Vratislav Čech		Číslo osvědčení		233
Podpis			Datum		8. dubna 2009



Seznam obrázků:

Obrázek 1 Snímek z katastrální mapy	7
Obrázek 9 Kotle na zemní plyn v kotelně	12
Obrázek 10 Čtyřcestný směšovací ventil mezi výstupy z kotlů a rozdělovačem.....	13
Obrázek 11 Ohřívák s akumulací nádrží pro výrobu TV Dražice (vlevo) a nepoužívaný plynový akumulací ohřívák (vpravo)	14
Obrázek 13 Pohled na vnější roh budovy (tvar L) s palnou přístavbou výtahové šachty (světla zeď)	16
Obrázek 14 Pohled na vnitřní roh budovy s nástavbami schodišťové šachty a strojovny VZD.....	17
Obrázek 20 Diagram činností energetického managementu budovy	29
Obrázek 24 Srovnání emisí CO ₂ u jednotlivých variant.....	46

Seznam tabulek:

Tabulka 1 Základní údaje o předmětu EA	6
Tabulka 2 Parametry instalovaných energetických zdrojů	11
Tabulka 3 Průměrné teploty během topných období porovnávaných let	17
Tabulka 4 Skutečný průběh denostupňů v porovnávaných letech, tabulka hodnot ..	17
Tabulka 5 Klimatické podmínky pro předmět EA	18
Tabulka 6 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů	20
Tabulka 7 Základní technické ukazatele vlastního zdroje.....	20
Tabulka 8 Základní tvar energetické bilance objektu.....	21
Tabulka 9 Rozdělení tepelné ztráty na jednotlivé konstrukce	23
Tabulka 10 Hodnocení hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73:0540-2:2007	24
Tabulka 11 Hodnocení obálky budovy dle klasifikačního ukazatele CI (ČSN 73:0540- 2:2007)	25
Tabulka 12 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na vytápění.....	26
Tabulka 13 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na přípravu TV	26
Tabulka 14 Požadavky na vytápění budovy dle 194/2007 Sb.	30
Tabulka 15 Struktura platby za dodávku elektřiny	32
Tabulka 16 Souhrn hodnot opatření „Optimalizace dimenzování velikosti hlavního jistice“	33
Tabulka 17 Souhrn hodnot opatření „Zateplení rozvodů TV v kotelně“	33
Tabulka 18 Souhrn hodnot opatření „Termostatické hlavice ventilů radiátorů“	33
Tabulka 19 Klasifikace objektu dle ČSN 73 0540:2007 – stav před a po realizaci opatření	35
Tabulka 20 Souhrn hodnot opatření „Zateplení obvodového pláště budovy“	36
Tabulka 21 Základní parametry uvažovaného TČ.....	36
Tabulka 22 Souhrn hodnot opatření „Tepelné čerpadlo“	37
Tabulka 23 Opatření, jejich investiční náklady a příslušné roční úspory energií a provozních nákladů	37
Tabulka 24 Přehled navržených variant řešení snížení energetické náročnosti objektu	38
Tabulka 25 Upravená energetická bilance objektu po realizaci varianty 1	39
Tabulka 26 Upravená energetická bilance objektu po realizaci varianty 2	40
Tabulka 27 Hodnocení obálky budovy po realizaci opatření	41
Tabulka 28 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na vytápění.....	42
Tabulka 29 Zhodnocení měrného ukazatele spotřeby tepla na přípravu TV	42

Tabulka 30 Přehled o ekonomickém hodnocení variant	44
Tabulka 31 Emise škodlivin Varianty 1	45
Tabulka 32 Emise škodlivin Varianta 2	45

Seznam grafů:

Graf 1 Množství spotřebovaného zemního plynu v předchozích 3 letech.....	8
Graf 2 Vývoj ročních nákladů na nákup zemního plynu.....	8
Graf 3 Vývoj měrných nákladů na nákup zemního plynu.....	8
Graf 4 Množství spotřebované elektřiny za poslední 3 roky	9
Graf 5 Vývoj ročních nákladů na nákup elektřiny.....	9
Graf 6 Vývoj měrných nákladů na nákup elektřiny.....	10
Graf 7 Struktura nákladů na nákup energií (z průměru 2005 – 2007).....	11
Graf 8 Rozdělení instalovaného elektrického příkonu	15
Graf 9 Skutečný průběh denostupňů v porovnávaných letech, graf	18
Graf 10 Účely využití energie v objektu, srovnání podle množství a nákladů	22
Graf 11 Porovnání distribučních sazeb elektřiny	22
Graf 12 Podíl jednotlivých konstrukcí na tepelné ztrátě.....	23
Graf 13 Porovnání měrných tepelných ztrát na jednotku plochy konstrukce	24
Graf 14 Investiční náklady na vytvoření 1 GJ úspory energie za rok.....	41
Graf 15 Investiční náklady na vytvoření 1 Kč úspory provozních nákladů za rok	41
Graf 16 Srovnání emisí škodlivin u jednotlivých variant.....	45