

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Energetický audit budovy

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr BLÁHA**
Osobní číslo: **E10N0172P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Energetický audit budovy**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Objasněte obsah energetického auditu budovy a jeho účel.
2. Aplikujte energetický audit na konkrétní budovu.
3. Stanovte možnosti snížení energetické náročnosti s odpovídajícím ekonomickým hodnocením.
4. Proveďte posouzení energetického auditu z pohledu možnosti získání dotace na snížení energetické náročnosti budovy.
5. Stanovte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 17. října 2011
Termín odevzdání diplomové práce: 11. května 2012


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na energetický audit budovy. Jsou zde popsány jednotlivé kroky energetického auditu. Cílem práce je vytvořit energetický audit budovy. Stanovit závěr použitelný pro praxi. V rámci práce bude po jejím dokončení, společnost vlastníků domu uvažovat zda provedou renovaci objektu navrhovanou v níže uvedeném energetickém auditu.

Klíčová slova

Energetický audit, Spotřeba energie, Zdroje energie, Teplo, Solární kolektory

Abstract

The diploma thesis is focused on energy audit of buildings. There are described individual steps of an energy audit. The aim of this thesis is to create an energy audit of buildings. Provide the end use for practise. After completing this work, by homeowners to consider whether the proposed building renovation carried out in the following energy audit.

Key words

Energy audit, Energy consumption, Energy sources, Heat, Solar collectors

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 11.5.2012

Petr Bláha

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Jiřímu Koženému CSc., za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce a panu Václavu Švábovi.

Také bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu, které se mi od nich dostávalo po celou dobu studia, rád bych poděkoval celému pedagogickému sboru Fakulty elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni za získání odborných znalostí během mého studia.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	10
SEZNAM SYMBOLŮ	11
1 OBSAH ENERGETICKÉHO AUDITU BUDOVY A JEHO ÚČEL	12
1.1 CÍLE PROCESU ENCON	13
1.2 PROCES ENCON	13
1.2.1 Identifikace projektu	14
1.2.2 Prohlídka objektu určeného k aplikaci EA	15
1.2.3 Energetický audit	15
1.2.4 Renovace a zlepšení vnitřního klimatu	16
1.2.5 Podnikatelský plán	16
1.2.6 Realizace	17
1.2.7 Provoz a údržba	17
1.2.8 Energetický management	17
2 APLIKACE ENERGETICKÉHO AUDITU NA KONKRÉTNÍ BUDOVU	17
2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	17
2.1.1 Zadavatel	18
2.1.2 Zpracovatel	18
2.1.3 Předmět energetického auditu	18
2.1.4 Účel vypracování energetického auditu	18
2.1.5 Zadání energetického auditu	18
2.2 POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	19
2.2.1 Poloha, popis budov, konstrukční systém, jednotlivé konstrukce	20
2.2.2 OZE	20
2.2.3 Provozní režim objektu	21
2.2.4 Podklady pro EA	21
2.2.5 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech	21
2.2.6 Vlastní zdroje energie	24
2.2.7 Rozvody energie	25
2.2.8 Spotřeba energie na vytápění	25
2.2.9 Spotřeba energie na přípravu TV	25
2.2.10 Spotřeba energie na osvětlení	25
2.2.11 Spotřeba energie na větrání	26
2.3 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	26
2.3.1 Slovní popis a tabulka	26
2.3.2 Jednotlivé konstrukce z hlediska součinitele prostupu tepla	26
2.3.3 Energetické zdroje a rozvody energie	27
2.3.4 Osvětlovací soustavy	27
2.3.5 Spotřeba energie na vytápění	27
2.3.6 Spotřeby energie na ohřev užitkové vody	27
3 MOŽNOSTI SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI S ODPOVÍDAJÍCÍM EKONOMICKÝM HODNOCENÍM	27
3.1 NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE	27
3.1.1 Návrh souboru úsporných opatření	28
3.1.2 Možnosti využití OZE	30
3.1.3 Výše dosažitelných úspor energie	30
3.1.4 Návrh variant opatření	30
3.2 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	31

4 POSOUZENÍ ENERGETICKÉHO AUDITU Z POHLEDU MOŽNOSTI ZÍSKÁNÍ DOTACE NA SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	34
4.1 VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	34
ZÁVĚR PRO PRAXI	35
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	39
PŘÍLOHY	40

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na energetický audit budovy (dále jen EA).

EA budovy je základním nástrojem pro výběr optimální sestavy energeticky úsporných opatření při současném odstranění zanedbané údržby a vad stavby a při uvažování ekonomických možností a zájmů investora.

Energetický audit se zpracovává pro majitele budov (investory) a poskytuje informace o celkovém přehledu stávající spotřeby tepla a energie a poskytne mu variantní soubory úsporných opatření včetně odstranění vad stavebních dílů a nezbytné informace pro jeho rozhodování o dalším postupu při energeticky vědomé modernizaci budovy. Garantuje prostřednictvím zhotovitele auditu úspory energie po stanovenou dobu a podmínky pro jejich dosažení

Text rozdělují do pěti částí; v první se zabývá obsahem energetického auditu a jeho účelem, druhé části popisují konkrétní objekt z hlediska nároků na energetický audit. V třetí části se zaměřují na snížení energetické náročnosti z ekonomického hlediska. Čtvrtá část je zaměřena na možnost získání dotací a v části poslední se věnují závěru pro praxi.

Energetický audit je zpracován v souladu se zákonem o hospodaření energií č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a s vyhláškou č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu, ve znění pozdějších předpisů. Dále jsem při vypracování energetického auditu použil vyhlášku 148/2007 Sb., která se přímo zabývá energetickou náročností budov. [1] [2] [3]

Seznam symbolů

J..... Energie [$\text{m}^2 \cdot \text{Kg} \cdot \text{s}^{-2}$]

W Výkon [$\text{m}^2 \cdot \text{Kg} \cdot \text{s}^{-3}$]

EA..... Energetický audit

ET..... Křivka, která zobrazuje spotřebu energie na vytápění

CZT..... Centrální zásobování tepla

OZE..... Obnovitelné zdroje energie

TV..... Teplá voda

1 Obsah energetického auditu budovy a jeho účel

Povinnost podrobit své energetické hospodářství a budovu energetickému auditu se vztahuje na (dle zákona 406/2000 Sb. §9):

a) každou fyzickou nebo právnickou osobu, která žádá o dotaci na úspory energie, pokud dotační titul EA vyžaduje

b) organizační složky státu, organizační složky krajů a obcí a příspěvkové organizace s celkovou roční spotřebou energie vyšší, než je vyhláškou stanovená hodnota,

c) fyzické nebo právnické osoby, s výjimkou příspěvkových organizací, s celkovou roční spotřebou energie vyšší, než je vyhláškou stanovená její hodnota.[2]

Podrobnosti týkající se náležitostí energetického auditu stanoví vyhláška (213/2001 Sb.)

Rozsah energetického auditu dle vyhlášky 213/2001 Sb. (novelizována vyhláškou 425/2004 Sb.):

1) Hodnota, od níž vzniká pro organizační složky státu, organizační složky krajů a obcí a příspěvkové organizace povinnost podrobit své budovy či zařízení energetickému auditu, se stanoví ve výši 1500 GJ celkové roční spotřeby energie.

2) Hodnota, od níž vzniká pro fyzické a právnické osoby s výjimkou uvedených v § 10 odst. 1 povinnost podrobit své budovy či zařízení energetickému auditu, se stanoví ve výši 35 000 GJ celkové roční spotřeby energie.

3) Hodnota, od níž vzniká pro fyzické a právnické osoby povinnost zajistit zpracování energetického auditu, se u budov a areálů samostatně zásobovaných energií stanoví ve výši 700 GJ celkové roční spotřeby energie.

4) Celkovou roční spotřebu energie, se rozumí součet všech forem energie ve všech odběrných místech evidovaných pod jedním identifikačním číslem. Pro přepočty se používají následující vztahy:

a) elektrická energie	1 MWh	3,6 GJ
b) zemní plyn	1000 m ³ _n	34,05 GJ
	1 MWh	3,24 GJ

c) tuhá či kapalná paliva se přepočítávají údajem výhřevnosti udávaným dodavatelem.

5) Forma energie podle odstavce 4 je:

a) nakoupená elektřina pro vlastní spotřebu,

b) nakoupený plyn pro vlastní spotřebu,

c) nakoupená tepelná energie pro vlastní spotřebu, nebo

d) nakoupená tuhá nebo kapalná paliva, pokud jsou použita pro výrobu elektřiny nebo tepelné energie. [3]

Postup při realizaci energetického auditu budov se nazývá ENCON (ENergy CONservation), z angličtiny volně přeloženo jako Proces zachování energie.

1.1 Cíle procesu ENCON

- zjistit potenciál ENCON - spotřebu energie v budovách ovlivňují mnohé činitele např. plášť obalové konstrukce budovy (stavební materiály, tepelné izolace, okna atd.), technická zařízení budovy (vytápění, větrání, příprava TUV, osvětlení, atd.), provoz a údržba

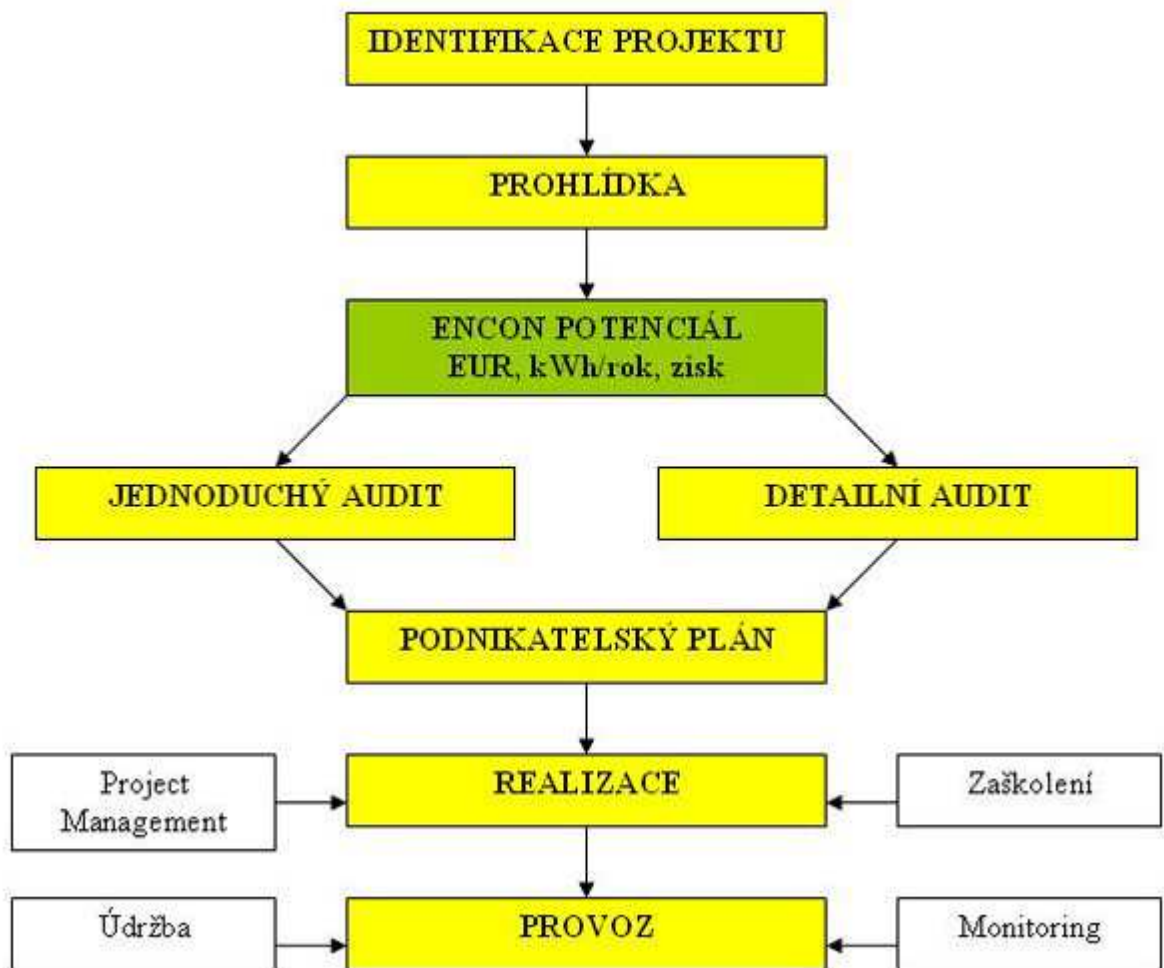
- učinit potřebná opatření v zájmu dosažení ekonomicky výhodných úspor energie
- zabezpečit, aby teoreticky vypočítaných hodnot energetických úspor bylo v praxi dosaženo a zajistit jejich stálou úroveň

Máme-li dosáhnout tohoto cíle, bude muset být personál kvalifikovaně připraven na provoz a údržbu.

1.2 Proces ENCON

Každá budova je svým způsobem jedinečná, proto je v zájmu nalezení všech možností úspor energie, nezbytné řešit každou samostatně. Majitelé budov (investoři) mohou mít jiné plány na renovaci budov, mohou mít také jiné požadavky na zisk z realizace procesu ENCON a nakonec i různé finanční prostředky. Proto je nutné nejen najít možnosti, ale i zvážit ekonomickou stránku projektu

Celkový proces ENCON je rozdělen do šesti hlavních částí, jak je vidět na obr. 1.2.1.



Obr. 1.2. Proces ENCON

Jestliže informace získané při identifikaci projektu naznačují výrazné možnosti úspor, uskuteční se prohlídka, při níž se zjistí, která energeticky úsporná opatření lze realizovat. Zpráva z prohlídky objektu zahrnuje: celkový potenciál úspor, celkové požadované investice a celkovou dobu návratnosti (ziskovost). Jestliže se takto prezentované informace a možnosti zdají majiteli zajímavé, proces bude pokračovat energetickým auditem. Úroveň přesnosti je pro oba druhy auditu různá, ale pouze detailní audit v sobě zahrnuje záruky energetických úspor.

1.2.1 Identifikace projektu

Fáze identifikace projektu zahrnuje: dialog s vlastníkem budovy, shromáždění hlavních stavebních a technických informací o budově, shromáždění statistik o spotřebě energie v předešlých letech, zhodnocení zájmu o celkovou realizaci projektu a nakonec zhodnocení investorových možností.

1.2.2 Prohlídka objektu určeného k aplikaci EA

Při prohlídce objektu by měly být vykonané následující činnosti: inspekce zaměřená na skutečný stav objektu, energetické a ekonomické výpočty a dále prezentace a odborná diskuze s vlastníkem budovy zahrnující dohodu o dalším postupu. Následně se vypracuje „Zpráva z prohlídky objektu“, načež by tato zpráva měla obsahovat: vyhodnocení ziskovosti (celkové úspory energie, investiční nároky a návratnost), formulář doporučených opatření, návrhy renovačních opatření, určení stavu vnitřního klimatu a úrovně údržby, současnou spotřebu energie a ceny energie.

1.2.3 Energetický audit

EA budovy je základním nástrojem pro výběr optimální sestavy energeticky úsporných opatření při současném odstranění zanedbané údržby a vad stavby a při uvažování ekonomických možností a zájmů investora.

Energetický audit je základním nástrojem, který majiteli budovy (investorovi) poskytuje informace o celkovém přehledu stávající spotřeby tepla a energie a poskytne mu variantní soubory úsporných opatření včetně odstranění vad stavebních dílů a nezbytné informace pro jeho rozhodování o dalším postupu při energeticky vědomé modernizaci budovy. Garantuje prostřednictvím zhotovitele auditu úspory energie po stanovenou dobu a podmínky pro jejich dosažení.

Energetický audit sestává z fáze sběru podkladů, t. j.

a) dokumentace, základní parametry stavebních konstrukcí, technického zařízení budovy, informace o provozu a různých provozních režimech a specifikách budovy, faktury o spotřebě energie, tepla, plynu a vody, záměry investora

Vytvoření základního modelu stávajícího řešení budovy, jeho "odladění" podle skutečných okrajových podmínek (klimatické údaje, faktury za teplo) a návrh alespoň dvou variant energeticky úsporných opatření. Zpracování energetické roční bilance, zahrnující spotřebu tepla na vytápění a přípravu teplé užitkové vody, vliv tepelných zisků vnitřních i vnějších, spotřebu energie na osvětlení a provoz spotřebičů

b) ekonomického vyhodnocení

Vypracování závěrů a doporučení pro realizaci včetně definice klíčových hodnot (vždy dosažitelná úspora energie) a jejich shrnutí do Závěrečné zprávy. Podkladem pro energetický audit musí být odborně shromážděné údaje. Důležitá je jejich správná interpretace zejména - účtů za energii a vodu, uživatelských vlivů, provozu budovy a zanedbané údržby. Energetický audit by měla provádět skupina odborníků, kvalifikovaných ve svých oborech (stavební,

vytápění, elektřina apod.). Auditoři by měli být nezávislí na dodavatelské sféře. Náklady na audit závisí na hloubce auditu a nutnosti doplňkových měření a rozborů. Průměrné náklady na audit tvoří řádově promile až procenta investičních nákladů, mohou však uspořit investiční náklady v řádu desítek procent.

Výsledkem těchto dvou různých EA je „Zpráva z energetického auditu“, která zahrnuje tyto body: potenciál ENCON (opatření, investice, úspory a zisk), popis skutečného stavu budovy, detailní popis všech opatření ENCON a renovačních opatření, environmentální důsledky, časový plán dalších kroků, financování, kritéria pro záruku úspor (jen v detailním energetickém auditu), provoz a údržba, energetický management, zaškolení personálu a údržby.

1.2.4 Renovace a zlepšení vnitřního klimatu

Kromě uplatnění opatření ENCON je často požadovaná i všeobecná renovace celé budovy a zlepšení vnitřního klimatu. Je velice důležité, aby všechna opatření byla zahrnuta do jednoho projektu, tedy:

- úspory energie
- renovace
- zlepšení vnitřního klimatu

Zapotřebí je to z toho důvodu, že renovaci i zlepšení vnitřního klimatu lze realizovat s ohledem na minimalizaci provozních nákladů a nákladů na energii.

1.2.5 Podnikatelský plán

Jestliže nastane situace, že opatření ENCON a renovační opatření se nedají pokrýt z vlastních zdrojů vlastníka budovy, jsou zapotřebí vnější zdroje financování (např. úvěr). Základním předpokladem pro získání úvěru na velké projekty, zvláště od mezinárodních finančních institucí, je vypracování podnikatelského plánu. Hlavní části standardního podnikatelského plánu jsou:

- Souhrn
- Údaje o dlužníkovi
- Informace o projektu
- Environmentální přínosy projektu
- Přehled trhu
- Plán financování
- Finanční prognózy

- Realizace projektu

V případě menších projektů nebo projektů, které mohou financovat místní banky či jiné finanční instituce, mnohdy postačuje zahrnout zvláštní kapitolu o financování do „Zprávy z energetického auditu“.

1.2.6 Realizace

Po prezentaci výsledků energetického auditu vlastníkovu budovy a zabezpečení financování projektu může být podepsána smlouva o realizaci.

1.2.7 Provoz a údržba

Budova by měla být provozována s pomocí zaškoleného personálu. Nedostatečně připravený personál a nevhodné postupy v provozu a údržbě mohou vést ke zvýšené spotřebě energie i přes instalovaná opatření ENCON.

1.2.8 Energetický management

Prostředky energetického managementu jsou důležité nástroje pro systematické a průběžné kontrolování provozních podmínek a spotřeby energie. Energetický management je založen na periodické (týdenní) registraci energetické spotřeby, měření odpovídající průměrné venkovní teploty a jejich následném porovnání s referenční křivkou spotřeby energie (křivkou ET). Každá budova má svou vlastní a jedinečnou křivku ET. Když je křivka ET pro budovu stanovena, určí se i dolní a horní hranice. Normální odchylky způsobené nepravidelnostmi v působení slunečního záření a větru nebo běžnými nepravidelnostmi provozního režimu se nacházejí mezi těmito hranicemi. Jestliže se hodnota spotřeby energie naměřené za týden nachází mimo hranice křivky ET, personál provozu a údržby musí najít příčinu a učinit potřebné změny nebo opravy. Zavedení systému energetického managementu v budově umožní provoznímu personálu:

- řídit a upravovat provoz všech technických zařízení
- odhalit chyby v provozu a provozních postupech
- snižovat energetickou spotřebu
- dokumentovat a prokázat výsledky implementace energeticky úsporných opatření. [4]

2 Aplikace energetického auditu na konkrétní budovu

2.1 Identifikační údaje

2.1.1 Zadavatel

Název: Společnost vlastníků domů Pod Záhorskem 27, 29, Plzeň

Adresa: Pod Záhorskem č. p. 27, 29, 301 00 Plzeň

Telefon: 377 220 323

E-mail: ic.plzen@envic.cz

Kontaktní osoba: Alena Lehmannová

2.1.2 Zpracovatel

Název: ENVIC

Adresa: Přešovská 8, 301 00 Plzeň

Telefon: 377 220 323

Vypracoval: Petr Bláha

2.1.3 Předmět energetického auditu

Název: Společnost vlastníků domů Pod Záhorskem 27, 29, Plzeň

Adresa: Pod Záhorskem 27, 29, Plzeň 301 00

Vlastník: Společnost vlastníků domů Pod Záhorskem 27, 29, Plzeň

2.1.4 Účel vypracování energetického auditu

Rekonstrukce bytového domu a následné úspory energie na vytápění.

Energetický audit je zpracován v souladu se zákonem o hospodaření energií č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a s provádějící vyhláškou č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu, ve znění novely zákona č. 177/2006 Sb., a vyhlášky 425/2004 Sb. [2] [3]

2.1.5 Zadání energetického auditu

- 1) Objasněte obsah energetického auditu budovy a jeho účel
- 2) Aplikujte energetický audit na konkrétní budovu
- 3) Stanovte možnosti snížení energetické náročnosti s odpovídajícím ekonomickým hodnocením
- 4) Proveďte posouzení energetického auditu z pohledu možnosti získání dotace na snížení energetické náročnosti budovy
- 5) Stanovte závěr pro praxi

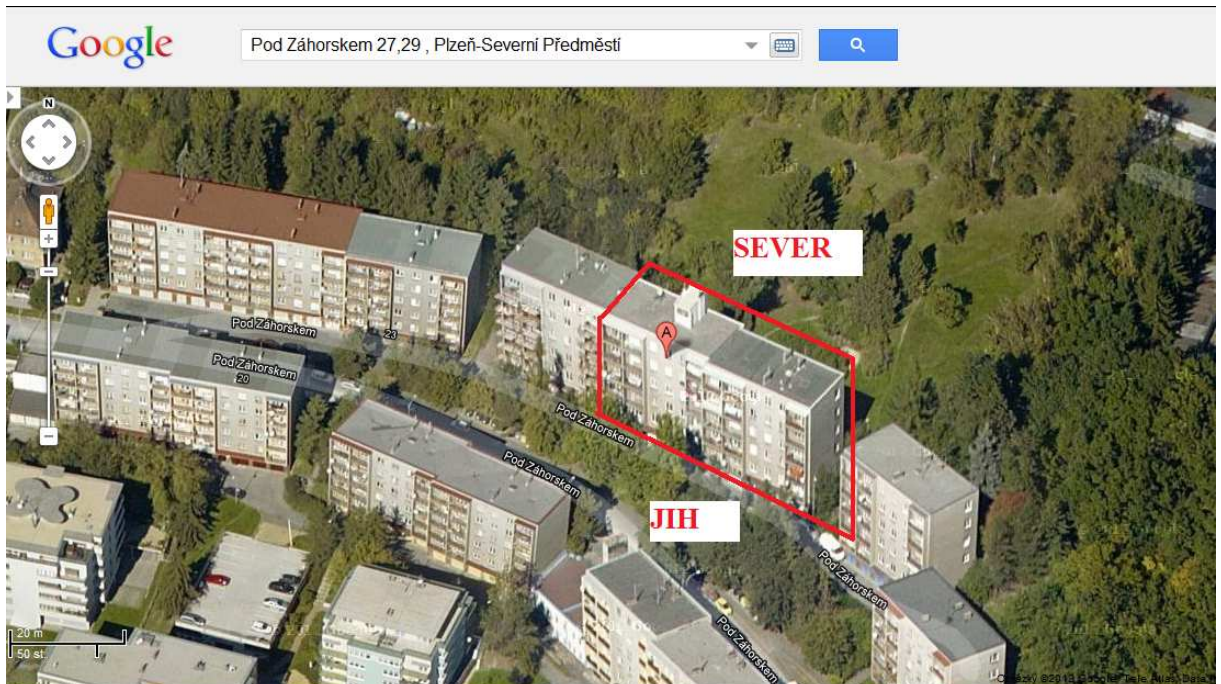
2.2 Popis výchozího stavu

Jedná se bytové domy, které byly postaveny v roce 1970 a od té doby jsou téměř nezměněny. Oba bytové domy jsou zasazeny v terénu. Bytové domy mají pět pater a přízemní garáže. U části bytů došlo pouze na výměnu oken a u obou bytových domů jsou nové vstupní dveře. Jinak bytové domy nemají tepelnou izolaci ani novou střechu. Bytové domy mají obvodové stěny postavené z cihel tloušťky 300 mm, příčky v bytech jsou postavené z cihel o tloušťce 100 mm. Střecha obou bytových domů je železobetonová se škvárovým násypem. Okna v bytových domech, jsou dvojí druhu. Stará okna jsou dřevěná zdvojená a nová plastová okna jsou s izolačním dvojsklem. Vytápění bytových domů je zajištěno z CZT (centrální zásobník tepla) od společnosti Plzeňská Teplárenská a.s. Ohřev vody je v bytech zajištěn plynovým průtokovým ohřívačem, který je v každé domácnosti. Plyn, na ohřev vody a vaření, je odebírán centrálně od místního sub dodavatele.

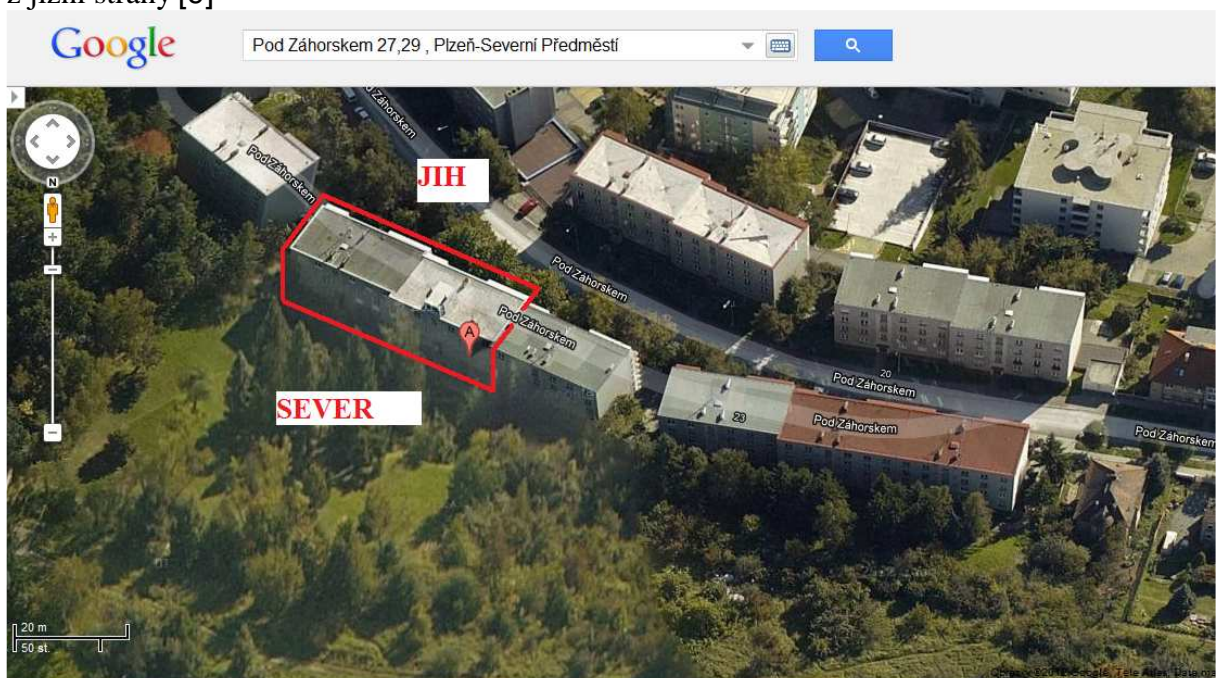
Tab. 2.2.1. Počty oken

Světová strana	Počet oken [Ks]		Schodišťová okna [Ks]		Sklepní okna [Ks]		Balkonové dveře [Ks]	
	Stará	Nová	Stará	Nová	Stará	Nová	Stará	Nová
SEVER	20	20	6	-	18	-	-	-
VÝCHOD	2	2	-	-	-	-	-	-
JIH	32	28	-	-	-	-	17	13
ZÁPAD	-	-	-	-	-	-	-	-
POZNÁMKA	Ze severní strany bytových domů jsou nové, plastové vstupní dveře. Všechny okna jsou dvoukřídlé. Na západní straně bytového domu navazuje další bytový dům.							

2.2.1 Poloha, popis budov, konstrukční systém, jednotlivé konstrukce



Obr. 2.1.1 Bytové domy v červeném rámečku jsou předměty energetického auditu. Pohled z jižní strany [9]



Obr. 2.1.2 Bytové domy v červeném rámečku jsou předměty energetického auditu. Pohled ze severní strany [9]

2.2.2 OZE

Obnovitelné zdroje energie nejsou v bytových domech využívány.

2.2.3 Provozní režim objektu

Objekty se využívají jako standardní bytové domy k bydlení. V suterénu se nachází další čtyři bytové jednotky. Pod prvním podzemním podlažím jsou ještě garáže.

2.2.4 Podklady pro EA

Pro rozměry jsem využil původní projektovou dokumentaci z roku 1963. Pro údaje o odběru elektřiny ze společných prostor jsem dostal faktury za rok 2010 a 2011. Faktury na plyn jsem dostal pouze za rok 2010 a to pro jednočlennou a čtyřčlennou domácnost, kvalifikovaným výpočtem jsem dopočítal domácnost tříčlennou. Faktury za teplo jsem získal pro rok 2008, 2009, 2010. Problém byl, že faktura byla pro tři bytové domy, a tak jsem kvalifikovaným výpočtem vypočítal odběr tepla pro předmět EA.

2.2.5 Základní údaje o energetických vstupech a výstupech

Energetické vstupy:

Teplo pro vytápění je odebíráno z Plzeňské teplárenské

Tab. 2.2.2 Spotřeba tepla

Rok	Cena za 1 GJ [Kč]	Celková spotřeba energie [GJ]	Celkové náklady na vytápění [Kč]
2008	354,98	564,33	195 246,34
2009	378,27	587,58	222 226,00
2010	381,9	620,81	237 091,33

Zemní plyn

Tab. 2.2.3. Spotřeba zemního plynu pro jednočlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2008	71,59	331,18	1957,73
2009	92,2	975,89	2616,96
2010	102,99	1091,21	2912,88

Tab. 2.2.4. Spotřeba zemního plynu pro čtyřčlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2010	200,08	2120,06	4531,52

Kvalifikovaným odhadem a za využití výše zveřejněných údajů jsem sestrojil následující

tabulku pro modelovou tříčlennou domácnost. Všechny spotřeby plynu uváděné v této práci vycházejí z níže uvedených hodnot pro tříčlennou domácnost.

Tab. 2.2.5. Spotřeba zemního plynu pro tříčlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2010	150,06	1590,05	2912,88

Energie pro přípravu teplé vody, je realizována pomocí plynového průtokového ohříváče, který je v každém bytě zvlášť.

Kvalifikovaným odhadem jsem stanovil spotřebu plynu na **ohřev užitkové vody** jako 90% z celkové spotřeby zemního plynu:

Tab. 2.2.6. Spotřeba zemního plynu na ohřev užitkové vody pro jednočlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2008	64,43	298,06	1761,96
2009	82,98	878,30	2355,26
2010	92,69	982,09	2621,59

Tab. 2.2.7. Spotřeba zemního plynu na ohřev užitkové vody pro čtyřčlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2010	180,07	1908,05	4078,37

Tab. 2.2.8. Spotřeba zemního plynu na ohřev užitkové vody pro tříčlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2010	135,05	1431,05	3058,78

Energie na vaření

Kvalifikovaným odhadem jsem stanovil **spotřebu plynu na vaření** jako 10 % z celkové spotřeby zemního plynu.

Tab. 2.2.9. Spotřeba zemního plynu na vaření pro jednočlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2008	7,16	33,12	195,77
2009	9,22	97,59	261,70
2010	10,30	109,12	291,29

Tab. 2.2.10. Spotřeba zemního plynu na vaření pro čtyřčlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2010	20,01	212,01	453,15

Tab. 2.2.11. Spotřeba zemního plynu na vaření pro tříčlennou domácnost

Rok	Spotřeba [m ³]	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč]
2010	15,01	159,01	339,86

Elektrická energie - osvětlení společných prostor-jedná se o osvětlení schodiště, které je osvětleno v každém bytovém domě zvlášť, a prádelny, které jsou také rozděleny. Za prádelny bylo v roce 2010 zapláceno 1988,51 Kč za oba bytové domy. Každý prostor má svůj elektroměr. Pouze prádelna je placena v rámci pevného tarifu, schodiště je placeno normálně, za odebranou energii viz. níže v tabulkách. [5]

Tab. 2.2.12. Spotřeba elektrické energie na osvětlení společných prostor

Bytový dům č. 27		
Rok	Spotřeba [MWh]	Cena [Kč]
2010	0,05700	1103,71

Bytový dům č. 29		
Rok	Spotřeba [MWh]	Cena [Kč]
2010	0,29800	2440,74

Tab. 2.2.13. Vstupy paliv a energie

Pro rok: 2010					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup el. energie	MWh	0,355	3,6	1,278	3543,45
Nákup tepla	GJ	620,81		620,81	237 091,33
Zemní plyn	tis. m ³	150,06		5,724	3398,64
Hnědé uhlí	t	-	-	-	-
Černé uhlí	t	-	-	-	-
Koks	t	-	-	-	-
Jiná pevná paliva	t	-	-	-	-
TTO	t	-	-	-	-
LTO	t	-	-	-	-
Nafta	t	-	-	-	-
Jiné plyny	tis. m ³	-	-	-	-
Druhotná energie*	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje**	GJ (MWh)	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie		174,405		627,858	244 033,4
Změna stavu zásob paliva (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				627,858	244 033,4

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

2.2.6 Vlastní zdroje energie

Ve všech domácnostech se na ohřev teplé vody využívá průtokový ohřívač Junkers WR 350-1 o výkonu 24,4 kW.

Tab. 2.2.14. Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0,6832
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	
5	Výroba elektřiny	MWh	
6	Prodej elektřiny (z ř. 5)	MWh	
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	
10	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	144,25
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř. 8 + ř. 11)	GJ	144,25

2.2.7 Rozvody energie

Rozvody tepla a TV jsou po renovaci z roku 2004 a jsou ve velmi dobrém stavu.

2.2.8 Spotřeba energie na vytápění

Skutečné spotřebované teplo pro oba bytové domy za rok 2010 je 620,81 GJ. Tepelně – technickým výpočtem jsem vypočítal spotřebu tepla jako 440,26 GJ. Vypočtená hodnota spotřeby tepla mě vyšla menší než skutečná hodnota z několika různých důvodů. Jeden z důvodů je, že se v bytech topí na menší vnitřní teplotu, během otopného období, než na hodnotu skutečnou. Další důvod může být, že se před den se v bytech topí na menší teplotu než v noc, kdy jsou byty zaplněny nájemníky. A neposlední řadě to může být způsobeno mečím větráním, než bylo zahrnuto vy výpočtu. Proto jsem musel stanovit korekční činitel, který odpovídá hodnotě 0,41. Následně jsem vynásobením vypočtené spotřeby tepla a korekčního činitele dostal výslednou hodnotu spotřeby tepla, se kterou se dále počítá a jejíž hodnota je 180,51 GJ.

2.2.9 Spotřeba energie na přípravu TV

Pro výpočet spotřeby na přípravu TV jsem vzal reprezentativní spotřebu plynu tříčlenné domácnosti za rok 2010, která je 1431,05 kWh. Tuto hodnotu jsem si převedl na MWh (1,431 MWh) a vynásobil jsem ji koeficientem 3,6 aby, jsem hodnotu převedl na GJ. Po vynásobení mi vyšla spotřeba 5,1516 GJ. Pro výslednou energii na přípravu TV jsem musel spotřebu 5,1516 GJ vynásobit počtem bytů v obou bytových domech. Dohromady v obou bytových domech je 28 bytů. Po vynásobení vyšla výsledná spotřeba energie na přípravu TV 144,25 GJ. Orientační cena energie na přípravu TV činí 85 645,84 Kč.

2.2.10 Spotřeba energie na osvětlení

Tuto spotřebu energie jsem vypočítal součtem spotřeb energií na osvětlení obou bytových domů. Výsledná hodnota je 0,355 MWh za rok 2010. Cena elektřiny spotřebované na osvětlení společných prostor bytových domů činí 3544,45 Kč.

Tab. 2.2.12. Spotřeba elektrické energie na osvětlení společných prostor

Bytový dům č. 27			Bytový dům č. 29		
Rok	Spotřeba [MWh]	Cena [Kč]	Rok	Spotřeba [MWh]	Cena [Kč]
2010	0,05700	1103,71	2010	0,29800	2440,74

2.2.11 Spotřeba energie na větrání

Větrání v obou bytových domech je přirozené.

Tab. 2.2.15. Základní tvar energetické bilance

ř	Ukazatel	GJ/r	tis. Kč/r
1	Vstupy paliv a energie	627,86	244 033,42
2	Změna zásob paliv		
3	Spotřeba paliv a energie		
4	Prodej energie cizím		
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3-ř.4)		
6	Ztráty va vlastním zdroji a rozvodech (z ř.5)		
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř.5)	324,76	154 582,62
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	1,28	3544,45

2.3 Zhodnocení výchozího stavu

2.3.1 Slovní popis a tabulka

Bytový dům je od svého postavení nezměněn. Pouze v několika bytech jsou vyměněna okna a u obou bytových domů jsou nové vstupní dveře.

2.3.2 Jednotlivé konstrukce z hlediska součinitele prostupu tepla

Tab. 2.3.1. Konstrukce z hlediska součinitele prostupu tepla

Druh konstrukce	Součinitel prostupu tepla			Požadavky ČSN 73 0540-2
	Požadované	Doporučené	Stávající	
	W/m ² .K	W/m ² .K	W/m ² .K	
stěna vnější	0,30	0,25	1,779	Nevyhovuje
střecha plochá	0,24	0,16	1,204	Nevyhovuje
podlahová konstrukce	0,45	0,30	2,5	Nevyhovuje
vstupní dveře	1,7	1,2	1,7	Vyhovuje
balkonové dveře nové	1,7	1,2	1,7	Vyhovuje
balkonové dveře staré	1,7	1,2	2,4	Nevyhovuje
okenní otvory nové	1,5	1,2	1,7	Nevyhovuje
okenní otvory staré	1,5	1,2	2,35	Nevyhovuje

[6]

2.3.3 Energetické zdroje a rozvody energie

Pro daný účel v předmětu EA jsou v pořádku

2.3.4 Osvětlovací soustavy

Vnitřní osvětlení společné prostory

Na komunikacích (chodbách) jsou osazena původní žárovková svítidla 60 W. Ovládání na komunikacích veřejně přístupných je pomocí časového spínače (schodišťového automatu). V ostatních společných prostorách (sušárny, prádelny) jsou osazena žárovková svítidla 100 W. [7]

2.3.5 Spotřeba energie na vytápění

Spotřeba tepla na vytápění a pro účely dalších výpočtů byla stanovena z fakturace dodavatele tepla pro rok 2010. Protože jednotlivé konstrukce nesplňují požadavky normy ČSN 73 0540-2/2007 na součinitel prostupu tepla, je spotřeba energie na vytápění vysoká. [6]

2.3.6 Spotřeby energie na ohřev užitkové vody

Spotřeba tepelné energie na ohřev užitkové vody byla stanovena z fakturace dodavatele plynu pro rok 2010. Z výpočtu vyšlo, že se s teplou vodou se spoří, protože vypočtená spotřeba energie na přípravu TV (278 GJ) je vyšší než skutečná energie přípravu TV (144,25 GJ). Pro účely výpočtu je spotřeba tepelné energie na ohřev užitkové vody upravená na spotřebu 3 – členné rodiny. [5]

3 Možnosti snížení energetické náročnosti s odpovídajícím ekonomickým hodnocením

V dále uvedených opatřeních jsou provedeny návrhy zlepšení tepelně technických vlastností konstrukcí, které nevyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2/2007.

Zlepšení tepelně izolačních vlastností:

Stavební konstrukce, které nevyhovují ČSN 73 0540-2/2007 jsou v návrhu opatření zatepleny odpovídajícím způsobem tak, aby součinitel prostupu tepla U_N vyhovoval minimálně požadovaným hodnotám dané normy. [6]

3.1 Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

3.1.1 Návrh souboru úsporných opatření

1) Zateplení obvodových stěn

Navrhuji provést tepelnou izolaci obvodových stěn expandovaným polystyrenem o tloušťce tepelné izolace 140 mm a součiniteli tepelné vodivosti $\lambda=0,039$. Ve výměře zateplené plochy je započteno i zateplení ostění oken a dveří.

Případně zjištěné poruchy stavebních konstrukcí musí být před prováděním dodatečné tepelné izolace obvodového pláště odstraněny. Technické řešení fasádní tepelné izolace musí stanovit projektová dokumentace, která musí být zpracována odborným projektantem včetně požární bezpečnosti, ještě před vlastní realizací na základě podrobného stavebního průzkumu.

Pozor: při provádění zateplení pláště budovy je nutné respektovat větrací otvory (větrání WC, koupelen) pod římsou atiky, které musí zůstat volné.

Obvodové stěny

Cena 1800,- Kč/m², celkem 1491 m² = 2 236 500 bez DPH, 2 683 800 s DPH

Tab. 3.1.1. Návrh úsporných opatření – zateplení obvodových stěn

Opatření	Úspora tepelné energie [GJ]	Předpokládané náklady [Kč]
Zateplení obvodových stěn	306,8	2 683 800
úspora nákladů za energii		117 167
prostá doba návratnosti		22,9

2) Zateplení střechy

Navrhuji provést tepelnou izolaci střechy expandovaným polystyrenem minimální tloušťce 220 mm a součiniteli tepelné vodivosti $\lambda=0,039$. Případně zjištěné poruchy stavebních konstrukcí musí být před prováděním dodatečné tepelné izolace střechy odstraněny.

Technické řešení zateplení střechy a detailů musí stanovit projektová dokumentace, která musí být zpracována odborným projektantem ještě před vlastní realizací.

Střešní plášť

Cena 1200,- Kč/m², celkem 472,5 m² = 472 500 bez DPH, 567 000 s DPH

Tab. 3.1.2. Návrh úsporných opatření – zateplení střechy

Opatření	Úspora tepelné energie [GJ]	Předpokládané náklady [Kč]
Zateplení střechy	89,4	567 000
úspora nákladů za energii		34 142
prostá doba návratnosti		16,6

3) Výměna oken

Navrhuji dokončit výměnu starých dřevěných oken, balkonových dveří a ponechání stávajících oken plastových. Dále doporučuji vyměnit stará okna na schodištích bytových domů. Při výměně dřevěných oken a dveří doporučuji použít výplně otvorů s izolačním dvojsklem s výsledným koeficientem prostupu tepla alespoň $1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Technické řešení výměny oken musí stanovit projektová dokumentace, která musí být zpracována odborným projektantem ještě před vlastní realizací.

Plastová okna

Cena 4500,- Kč/m², celkem 133,65 m² = 501 188 bez DPH, 601 425 s DPH

Plastové balkonové dveře

Cena 4500,- Kč/m², celkem 28,56 m² = 107 100 bez DPH, 128 520 s DPH

Plastová okna schodišťová

Cena 4500,- Kč/m², celkem 31,5 m² = 118 125 bez DPH, 141 750 s DPH

Tab. 3.1.3. Návrh úsporných opatření – výměna oken

Opatření	Úspora tepelné energie [GJ]	Předpokládané náklady [Kč]
Výměna oken (včetně schodišťových) a výměna balkonových dveří	42	871 695
úspora nákladů za energii		16 040
prostá doba návratnosti		54,4

4) Solární kolektory

Navrhuji na střechy bytových domů nainstalovat solární kolektory, při uvažování 1 m² na osobu zaberou solární kolektory 84 m² z celkových 472,5 m² plochy obou střech.

Solární kolektory

Cena 12 000,- Kč/m², celkem 60 m² = 600 000 bez DPH, 720 000 s DPH

Tab. 3.1.4. Návrh úsporných opatření – solární kolektory

Opatření	Úspora tepelné energie [GJ]	Předpokládané náklady [Kč]
Instalace solárních kolektorů	110,18	720 000
úspora nákladů za energii		65 344
prostá doba návratnosti		11

3.1.2 Možnosti využití OZE

Při hodnocení možnosti využití OZE bylo vycházeno ze současného provozního režimu objektu a současnému způsobu zajištění dodávky energie. Posouzení možnosti využití jednotlivých výše uvedených obnovitelných zdrojů v předmětu EA:

Obnovitelné zdroje pro výrobu elektřiny:

- sluneční energie – investice do fotovoltaických článků není za současné cenové úrovně a při stávajícím využívání objektu, návratná za dobu životnosti fotovoltaických článků (není uvažováno s prodejem do el. soustavy).

Obnovitelné zdroje pro výrobu tepelné energie:

- sluneční energie – investice do solárního systému pro přípravu TV není za současné cenové úrovně a při celkové spotřebě TV návratná za dobu životnosti solární soustavy.

3.1.3 Výše dosažitelných úspor energie

V následující tabulce je uveden celkový potenciál úspor, který lze dosáhnout při realizaci všech úsporných opatření uvedených v části 3.1 energetického auditu.

Tab. 3.1.5. Celkový potenciál úspor

CELKOVÝ POTENCIÁL ÚSPOR			
Skupina opatření		Maximální potenciál energetických úspor	
		[%]	[GJ/rok]
I.	Zlepšení tepelně technických vlastností budov	70,59	438,2
II.	Instalace solárních kolektorů	17,75	110,18
	Celkem	88,34	548,38

3.1.4 Návrh variant opatření

Tab. 3.1.6. Souhrn posuzovaných opatření – technicky realizovatelné

SOUHRN POSUZOVANÝCH OPATŘENÍ	
Číslo	Opatření
I.	Zateplení obvodových stěn
II.	Zateplení střechy
III.	Výměna oken
IV.	Instalace solárních kolektorů

- výběrem z výše uvedeného seznamu se sestaví minimálně 2 varianty opatření

Varianta I

Ve variantě č. I jsou navrhována všechna opatření, která jsou technicky realizovatelná s prostou dobou návratnosti menší, než je doba životnosti použitých materiálů.

Tab. 3.1.7. Souhrn navrhovaných opatření – varianta č. I

SOUHRN NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ – VARIANTA Č. I						
stávající spotřeba energie		Potenciál úspor v celkové energii	Potenciál úspor v energii	Potenciál úspor nákladů s DPH	Náklady na realizaci s DPH	Prostá návratnost
GJ/rok						
620,81						
jednotlivá opatření		%	GJ/rok	tis. Kč/rok		rok
I.	Zateplení obvodových stěn	49,42	306,8	117 167	2 683 800	22,9
II.	Zateplení střechy	14,40	89,4	34 142	567 000	16,6
III.	Výměna oken	6,77	42	16 040	871 695	54,4
IV.	Instalace solárních kolektorů	17,75	110,18	65 344	720 000	11
Celkem:		88,34	548,38	232 639	4 842 495	104,9

Varianta II

Do varianty č. II nebyla zařazena instalace solárních kolektorů.

Tab. 3.1.8. Souhrn navrhovaných opatření – varianta č. II

SOUHRN NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ – VARIANTA Č. II						
stávající spotřeba energie		Potenciál úspor v celkové energii	Potenciál úspor v energii	Potenciál úspor nákladů s DPH	Náklady na realizaci s DPH	Prostá návratnost
GJ/rok						
620,81						
jednotlivá opatření		%	GJ/rok	tis. Kč/rok		rok
I.	Zateplení obvodových stěn	49,42	306,8	117 167	2 683 800	22,9
II.	Zateplení střechy	14,40	89,4	34 142	567 000	16,6
III.	Výměna oken	6,77	42	16 040	871 695	54,4
Celkem:		70,59	438,2	167 349	4 122 495	93,9

3.2 Ekonomické hodnocení

Obecně:

Ekonomické zhodnocení finanční náročnosti na realizaci je dále uvedeno po jednotlivých variantách kombinace opatření.

Pro ekonomické kalkulace jsou uvažovány ceny s DPH:

- Teplo pro vytápění – dodávka z CZT, cena pro rok 2010 ... 381,90 Kč/GJ

Ekonomické vyhodnocení variant

Pro investiční opatření navržené v EA se pro ekonomické zhodnocení projektu stanoví (v souladu s vyhláškou č. 213/2001 Sb. ve znění vyhlášky č. 425/2004 Sb.) tyto ukazatele:

- Všechny ceny jsou s DPH
- Ceny energie a zařízení jsou v cenách roku 2010
- Nominální diskont 3%
- Uvažovaná doba životnosti (hodnocení) 50 let
- Financování 100% vlastní zdroje, neodepisováno
- Neuvažujeme s prodejem za zůstatkovou hodnotu aktiv na konci životnosti
- Výnosy předpokládáme z úspor nákladů v nakoupené tepelné energii
- **Není uvažováno s razantním nepředpokládaným růstem cen energií (uvažován minimální 3% meziroční nárůst ceny energie)**

Tab. 3.2.1. Výsledky ekonomického vyhodnocení – varianta č. I

Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	1 146 519,20	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	4,10		IRR
Doba splácení (prostá)	21	let	T _S
Doba splácení (diskontovaná)	34	let	T _{sd}
Rok hodnocení	2010		
Doba životnosti (hodnocení)	50	let	
Diskont	3,00%		

Tab. 3.2.2. Výsledky ekonomického vyhodnocení – varianta č. II

Hodnotící kritéria			
Čistá současná hodnota	183355,28	tis. Kč	NPV
Vnitřní výnosové procento	3,20		IRR
Doba splácení (prostá)	25	let	T_S
Doba splácení (diskontovaná)	46	let	T_{sd}
Rok hodnocení	2010		
Doba životnosti (hodnocení)	50	let	
Diskont	3,00%		

[7]

Způsoby výpočtu ekonomického vyhodnocení

- Prostá doba návratnosti (doba splácení investice):

$$T_S = \frac{IN}{CF}$$

(3. 2. 1.)

kde: IN investiční výdaje projektu
 CF roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

- Reálná doba návratnosti (doba splacení investice při uvažování diskontní sazby)

T_{sd} se vypočte z podmínky:

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

(3. 2. 2.)

kde:

CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)

r diskont

$(1+r)^{-t}$ odúročitel

- Čistá současná hodnota (NPV):

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

(3. 2. 3.)

kde: T_z doba životnosti (hodnocení) projektu

- Vnitřní výnosové procento (IRR)

Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

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

(3. 2. 4.) [3]

4 Posouzení energetického auditu z pohledu možnosti získání dotace na snížení energetické náročnosti budovy

V současné době se na EA soukromých bytových domů neposkytují žádné dotace.

4.1 Vyhodnocení z hlediska životního prostředí

Pro posouzení vlivu variant opatření na životní prostředí jsem provedl výpočet množství sledovaných látek emitovaných do ovzduší vztažených k centrálnímu zdroji tepla spalujícímu 65% hnědého uhlí a 35% biomasy. Výpočet jsem provedl dle platné legislativy tj. dle zákona č. 86/2002 Sb. O ochraně ovzduší a příslušného nařízení vlády č. 352/2002 Sb. (Přílohy č. 5) a dále podle vyhlášky č. 425/2004 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí EA. [3] [7] [8]

Tab. 4.1.1. Posouzení vlivu na životní prostředí – varianta č. I

	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,4813	0,1399	0,3414
SO ₂	0,3983	0,1104	0,2880
NO _x	0,1241	0,0234	0,1006
CO	1,2300	0,3566	0,8734
CO ₂	0,0493	0,0145	0,0348

Tab. 4.1.2. Posouzení vlivu na životní prostředí – varianta č. II

	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
Znečišťující látka	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,4813	0,1402	0,3411
SO ₂	0,3983	0,1105	0,2878
NO _x	0,1241	0,0787	0,0454
CO	1,2300	0,3611	0,8689
CO ₂	0,0493	0,0207	0,0286

Závěr pro praxi

Výběr optimální varianty

Určení kritérií pro výběr a jejich váhy

Výběr optimální varianty byl proveden na základě multikriteriálního hodnocení pro všechny navržené varianty. Technické charakteristice přiřazují váhu 30 % a ekonomické charakteristice přiřazují váhu 70 %.

Výběr varianty dle těchto kritérií

Pokud nebudou jiné další podmínky, lze při současných cenových a legislativních podmínkách doporučit k realizaci variantu č. II, která obsahuje: Zateplení obvodových stěn, atikové střechy a dokončení výměny starých oken. Tato varianta se vztahuje na oba bytové domy uváděná v EA. Varianta č. II je investičně výhodnější než varianta č. I, ale v ostatních kritériích je již méně výhodnější.

Okrajové podmínky

Úspory energie a snížení environmentálních dopadů je garantováno za těchto předpokladů:

- konečná spotřeba tepla je počítána pro běžné klimatické podmínky
- úsporná opatření budou provedena v plném rozsahu
- úsporná opatření budou realizována na základě projektové dokumentace, která bude konzultována se zpracovatelem EA

- provoz vytápění bude řízen podle navržených opatření

Ekonomické zhodnocení je počítáno pro:

- Všechny ceny jsou s DPH
- Ceny energie a zařízení jsou v cenách roku 2010
- Nominální diskont 3%
- Uvažovaná doba životnosti (hodnocení) 50 let
- Financování 100% vlastní zdroje, neodepisováno
- Neuvažujeme s prodejem za zůstatkovou hodnotu aktiv na konci životnosti
- Výnosy předpokládáme z úspor nákladů v nakoupené tepelné energii
- Není uvažováno s razantním nepředpokládaným růstem cen energií (uvažován minimální 3% meziroční nárůst ceny energie)

Závazné výstupy energetického auditu

Stávající stav energetického hospodářství lze hodnotit jako celkově dobrý. Podrobně je zhodnocení provedeno v části 2.2 Zhodnocení výchozího stavu.

V posuzovaném předmětu EA je teoreticky možné dosáhnout úspory až 440 GJ/rok, což odpovídá úspoře 70,59 % vzhledem ke stávajícímu stavu.

Na základě provedeného hodnocení navrhovaných variant je nejvýhodnější realizace opatření uvedených ve variantě č. II.

Využití obnovitelných zdrojů bylo posouzeno, v předmětu EA nejsou pro jejich využití vhodné ekonomické podmínky.

Závěrečný posudek energetického auditora

V EA jsem popsal hlavní energetické vztahy v předmětu auditu, a odkryl potenciál energetických úspor. Tepelně technické vlastnosti obvodového pláště budovy odpovídají požadavkům doby výstavby. Nově byla provedena částečná výměna původních oken v bytech a vstupních dveří. Všechna technická zařízení budov jsou udržována v provozu schopném stavu. V objektu bylo provedeno hydraulické vyvážení topného systému a osazení radiátorových ventilů s termostatickými hlavicemi. Původní systémy ústředního vytápění jsou od roku 2004 dostatečně tepelně izolovány. [7]

Tab. 4.1.3. Evidenční list energetického auditu

Předmět EA	Bytové domy Pod Záhorskem č. p. 27, 29 Plzeň		
Adresa	Pod Záhorskem č. p. 27, 29, 301 66 Plzeň 1		
Zadavatel EA	Spol. vlastníků domů	Zástupce	
Adresa zadavatele			
Telefon		Fax	E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Předmětem energetického auditu je objekt bytových domů v Plzni 1 v ulici Pod Záhorskem č. p. 27 a 29. Objekt byl postaven v roce 1966. Členění objektu je na čtyři nadzemní podlaží a jedno podlaží podzemní. Střecha je atika. Z energetických medií je v budovách bytových domů spotřebovávána elektrická energie, zemní plyn a hnědé uhlí.</p>		
1. Stávající stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. Budov)	<p>Objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podlaží podzemní. Objekt je vytápěn centrální zásobováním tepla z Plzeňské teplárenské a.s. Příprava teplé vody probíhá prostřednictvím plynového průtokového ohřívače, který je v každém bytě zvlášť. Otopná tělesa jsou desková plechová, osazená ručními regulačními ventily.</p>		
Vlastní energetický zdroj	Instal. tep. výkon (kW)		Instal. el. výkon (kW)
	683,2		---
Typ energosoustrojí			
Zemní plyn	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		
	Nákup (GJ/r)		144,26
	Prodej (GJ/r)		---
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (kWh/r)		---
	Nákup (kWh/r)		355
	Prodej (kWh/r)		---
Spotřeba paliva energie (GJ/r)	627,858	Z toho přímá technologická spotřeba	---
Spotřebič energie	Příkon (tep. Ztráta) (kW)	Potřeba energie (GJ/rok)	Nositel energie
Vytápění	161,91	620,81	CZT
Příprava TV	---	5,72	Zemní plyn
Ostatní	---	1,28	elektrická energie

2. Energeticky úsporný projekt				
Stručný popis doporučené varianty	Varianta č. II, která obsahuje: Zateplení obvodových stěn, atikové střechy a dokončení výměny starých oken. Tato varianta se vztahuje na oba domy současně.			
Investiční náklady (tis. Kč)	4 122 495	z toho technologie (tis. Kč)		
Spotřeba paliv a energie	stávající stav		po realizaci projektu	
	Energie (GJ/rok)	Náklady (tis. Kč/rok)	Energie (GJ/rok)	Náklady (tis. Kč/rok)
	627,858	244 033,4	438,2	167 349
Potenciál ener. úspor	GJ/rok		MWh/rok	
	189,66		52,69	
Enviromentální přínosy				
Znečišťující látka	Stávající stav (t/rok)	Stav po realizaci (t/rok)	Rozdíl (t/rok)	
Tuhé látky	0,4813	0,1402	0,3411	
SO ₂	0,3983	0,1105	0,2878	
NO _x	0,1241	0,0787	0,0454	
CO	1,2300	0,3611	0,8689	
CO ₂	0,0493	0,0207	0,0286	
Ekonomická efektivnost				
Cash-Flow projektu (tis. Kč/rok)	167 349	Doba hodnocení (roky)	50	
Prostá doba návratnosti (roky)	25	Diskont (%)	3	
Reálná doba návratnosti (roky)	46	NPV (tis. Kč)	183 355,28	IRR (%)
				3,2
Energetický auditor		Č. osvědčení		
Podpis		Datum		

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Vyhláška 148/2007 Sb. O energetické náročnosti budov.
- [2] Zákon 406/2000 Sb. a jeho novelizace 177/2006 Sb. O hospodaření energií.
- [3] Vyhláška 213/2001 Sb. a její novelizaci 425/2004 Sb. O náležitostech energetického auditu.
- [4] Dahlsveen T., Petráš D., Hirš J.: Energetický audit budov, Praha, Jaga Media, s.r.o., 2003.
- [5] <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty>
- [6] ČSN 73 0540 – 2/2007 Tepelná ochrana budov – požadavky.
- [7] Vzorový energetický audit bytového domu
- [8] Zákon 86/2002 Sb. a jeho příslušné nařízení vlády 352/2002Sb. O ochraně ovzduší a související předpisy.
- [9] <http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>

Přílohy

Fotodokumentace



Obr. 5.1. Bytový dům č. p. 27 pohled ze severní strany



Obr. 5.2. Bytový dům č. p. 29 pohled ze severní strany



Obr. 5.3. Bytový dům č. p. 27 pohled z jižní strany



Obr. 5.4. Bytový dům č. p. 29 pohled z jižní strany

Energetický štítek obálky budovy