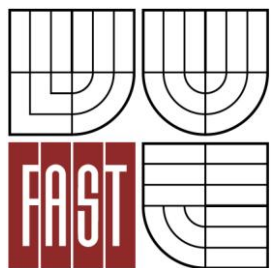




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENERGETICKY UVĚDOMĚLÁ REKONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU

ENERGY-CONSCIOUS RENOVATION OF FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

BC. ZDENĚK BOHUTÍNSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. PETR HORÁK, Ph.D.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov


## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Diplomant</b>	<b>Bc. ZDENĚK BOHUTÍNSKÝ</b>
<b>Název</b>	Energeticky uvědomělá rekonstrukce rodinného domu
<b>Vedoucí diplomové práce</b>	Ing. Petr Horák, Ph.D.
<b>Datum zadání diplomové práce</b>	31. 3. 2013
<b>Datum odevzdání diplomové práce</b>	17. 1. 2014

V Brně dne 31. 3. 2013

  
.....  
doc. Ing. Jiří Hirs, CSc.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## **Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

### **A. Analýza tématu, cíle a metody řešení**

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

### **B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení**

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

### **C3. Technické řešení vybrané varianty**

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....  
Ing. Petr Horák, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

**Abstrakt**

Cílem práce je návrh nejlepšího opatření z energetického hlediska pro rodinný dům. Pro objekt je proveden nejprve energetický posudek a podle výsledků posudku jsou vypracovány varianty opatření. Dále je na základě výsledků energetického posudku řešen projekt pro rekonstrukci vytápění.

**Klíčová slova**

Energetický posudek, otopná tělesa, solární systémy, fotovoltaika, úsporná svítidla, spotřeba tepla, úsporná opatření, návratnost.

**Abstract**

The aim of the thesis is a design of the best energy measures for a family house. At first there is carried out an energy assessment of the building. According to results of that survey there are drawn up some variants of measures. Furthermore, based on energy assessment results there is elaborated a project for reconstruction of the heating.

**Keywords**

Energy assessment, radiators, solar systems, photovoltaics, energy saving lamps, heat consumption, energy saving measures, economic return.

...

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Zdeněk Bohutínský *Energeticky uvědomělá rekonstrukce rodinného domu*. Brno, 2014. 72 s., 11 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D..

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2014

.....  
podpis autora  
Bc. Zdeněk Bohutínský

## **Poděkování:**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Petru Horákovi, Ph.D. za odborné vedení a rady při konzultacích po dobu zpracování mé práce.

V Brně dne 13.1.2014

.....  
podpis autora  
Bc. Zdeněk Bohutínský

# OBSAH:

ÚVOD: .....	8
A. TEORETICKÁ ČÁST .....	9
A.1 Historie energetického auditu .....	10
A.2 Energetický průkaz, posudek a audit .....	12
A.3 Příprava teplé vody – fotovoltaika nebo solární tepelné kolektory? .....	16
B. PRAKTICKÁ ČÁST .....	26
ENERGETICKÝ POSUDEK .....	27
1. Účel zpracování posudku .....	29
2. Identifikační údaje .....	29
2.1. Zpracovatel energetického posudku .....	29
2.2. Předmět energetického posudku .....	29
2.3. Cíl energetického posudku .....	29
3. Stanovení energetického specialisty .....	30
3.1. Popis posuzovaného objektu .....	30
3.2. Stavební konstrukce .....	31
3.3. Systémy TZB .....	32
3.4. Popis navržených změn .....	32
3.4.1. Opatření č. 1 - Zateplení stavebních konstrukcí .....	33
3.4.2. Opatření č. 2 - Návrh solárních kolektorů pro TV .....	34
3.4.3. Opatření č. 3 - Návrh fotovoltaických článků pro výrobu el. energie .....	34
3.4.4. Opatření č. 4 - Energeticky úsporná svítidla. ....	34
3.4.5. Opatření č. 5 - Rekonstrukce otopného systému .....	35
3.4.6. Přehled opatření a ekonomické zhodnocení .....	35

3.4.7. Definování variant .....	46
3.4.8. Závěrečné stanovisko .....	54
4. Evidenční list energetického posudku .....	55
C. PROJEKT .....	58
C.1 Technická zpráva .....	59
1. Všeobecně .....	60
2. Podklady .....	60
3. Tepelné ztráty a potřeba tepla .....	61
4. Zdroj tepla .....	62
5. Otopná soustava .....	62
6. Požadavky na ostatní profese .....	64
7. Montáž uvedení do provozu a provoz .....	65
8. Ochrana zdraví a životního prostředí .....	66
9. Bezpečnost a požární ochrana .....	66
ZÁVĚR .....	68
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	69
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	70
C.2 VÝPOČTOVÁ A VÝKRESOVÁ ČÁST .....	71
SEZNAM PŘÍLOH .....	72

## ÚVOD:

Tato diplomová práce se zabývá energetickým posudkem pro rodinný dům. Dále zpracováním projektu pro jedno z navržených opatření k rodinnému domu.

Vzhledem k stálému růstu cen energií a modernějším systémům zateplení a vytápění, novým zařízením v odvětví TZB a novým legislativním požadavkům na stavebníka se více a více lidí zajímá o různé dotační programy a posudky vlastních nemovitostí. I z těchto důvodů je v této diplomové práci v části B dále zpracován nepovinný energetický posudek na žádost stavebníka dle zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. §9a odst. (2) písm. b).

Stavebník bude rekonstruovat větší část svého objektu, proto bude před rekonstrukcí vypracován energetický posudek, nabídnuto několik variant a doporučení k vhodným opatřením a variantám pro snížení provozních nákladů na objekt.

V teoretické části diplomové práce (část A) je v krátkosti sepsaná historie energetického auditu u v ČR. Je zde popsán základní rozdíl mezi energetickým auditem, posudkem nebo průkazem. V této části je posouzen i rozdíl mezi fotovoltaickými panely a solárními kolektory pro přípravu teplé vody.

V poslední části diplomové práce je vypracována projektová dokumentace k jednomu z opatření, které bude na základě energetického posudku a dle finančních možností stavebníka shledáno za nejvhodnější.

## **A. Teoretická část**

## A.1 - HISTORIE ENERGETICKÉHO AUDITU V ČR [1]

Před rokem 1990 pojem Energetický audit v našem technickém názvosloví neexistoval. Výzkumné ústavy a oborová racionalizační pracoviště vytvářely práce s názvem studie nebo analýza. V druhé polovině osmdesátých let se v průmyslové energetice již objevovaly studie spočívající na energetických bilancích. Daleko častěji však podobné práce řešily jeden úzce vymezený problém a určovaly úsporu energie bez vztahu k celkové spotřebě v celém podniku. Ekonomické vyhodnocení se provádělo podle zásad socialistické ekonomické teorie. Existovala jednotná metodika – směrnice SK VTIR – státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj. Podle ní se vyhodnocovala ekonomická efektivnost. Pojmy jako časová cena peněz nebo inflace byly zahrnuty do řady neprůhledných koeficientů.

Po roce 1990 začaly v rámci různých dvou a vícestranných dohod o mezinárodní pomoci přijíždět skupiny expertů. Úkolem těchto akcí bylo pomoci buď přímo naší energetice, nebo vychovat domácí specialisty. Byla to doba zkratk jako APAVE, PHARE B2, PHARE Industry, US AID nebo US TDP. Cílem prací byla klasická energetika (např. elektrárna Chvaletice), nebo průmyslové zdroje tepla (US TDP pro instalaci spalovacích turbin v průmyslových kotelnách), případně pomoc při rekonstrukci kotlů v průmyslových teplárnách (US AID), ale také bytový sektor a CZT (práce společnosti Fichtner pro Pražskou teplárenskou).

V legislativě nastal významný posun. V roce 1992 se připravoval Energetický zákon. Tedy zákon upravující podmínky podnikání v energetických odvětvích. Později vyšel pod okrouhlým číslem 222/1994 Sb. Tím, že se do něj dostala formulace o Státní energetické inspekci, tím se na dlouhou dobu a vlastně až do současnosti zablokovala snaha po ustavení skutečně moderní státní energetické agentury. Ve stejné době se připravoval věcný záměr Zákona o hospodaření energií. Obsahoval už mnohé myšlenky, z mnohem později schváleného zákona. Mezi nimi také odstavec o Energetickém auditu. Tento zákon prošel až v období konce devadesátých let. Byl schválený v roce 2000 pod číslem 406/2000 Sb. Pojem Energetický audit se začal častěji objevovat v řeči techniků. Objevovaly snahy kopírovat zahraniční zkušenosti a zavést několik druhů auditu – zběžný audit, pochůzkový audit, „rychlý“ audit, ale též audit plnohodnotný, nebo „důkladný“. Stále však chyběla metodika auditu a stanovení náplně.

Rok 2000 je přelomový. Parlamentem prošel Zákon o hospodaření energií. Nastalo období prvních téměř „oficiálních energetických auditů“. Na prováděcí vyhlášku o energetickém auditu a hlavně – o zkouškách auditorů bylo třeba ještě půl roku počkat. Přihlášky ke zkouškám energetických auditorů jsme podávali těsně před vánočními svátky 2001 a zkoušky první skupiny přihlášených byly v únoru. Od té doby vede Ministerstvo průmyslu Seznam energetických auditorů.



*Obr. 1 Logo AEA - Asociace energetických auditorů - zdroj [8]*

V krátké době – do roku 2006 byly podrobeny auditům všechny podnikatelské subjekty s vyšší než stanovenou spotřebou a všechny subjekty státní a municipální

Další skupinou příjemců energetických auditů byli žadatelé o dotaci z programů OPPI a OPŽP. Zde se ještě před rokem 2010 začal živelně kodifikovat nový druh energetického auditu – „Energetický audit na úsporný projekt“.

Energetický audit dnes – novela zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií prošla v první polovině roku 2012 Poslaneckou sněmovnou a Senátem Koncem července ji zastavilo veto prezidenta republiky, které Poslanecká sněmovna přehlasovala. Zákon tedy vstoupí v platnost 1. ledna 2013. Obsahuje řadu nových témat vyplývajících hlavně ze Směrnice EPBD II.

Kromě současných produktů – energetického auditu, průkazu energetické náročnosti budovy, kontroly kotlů a kontroly klimatizačních zařízení zavádí Energetický posudek. Jde o dokument, který se velmi blíží zmíněnému „Energetickému auditu na projekt“ a řeší posuzuje řešení dílčího problému z celého energetického hospodářství dotčeného subjektu.

Co se změnilo v této oblasti od ledna 2013 [2]

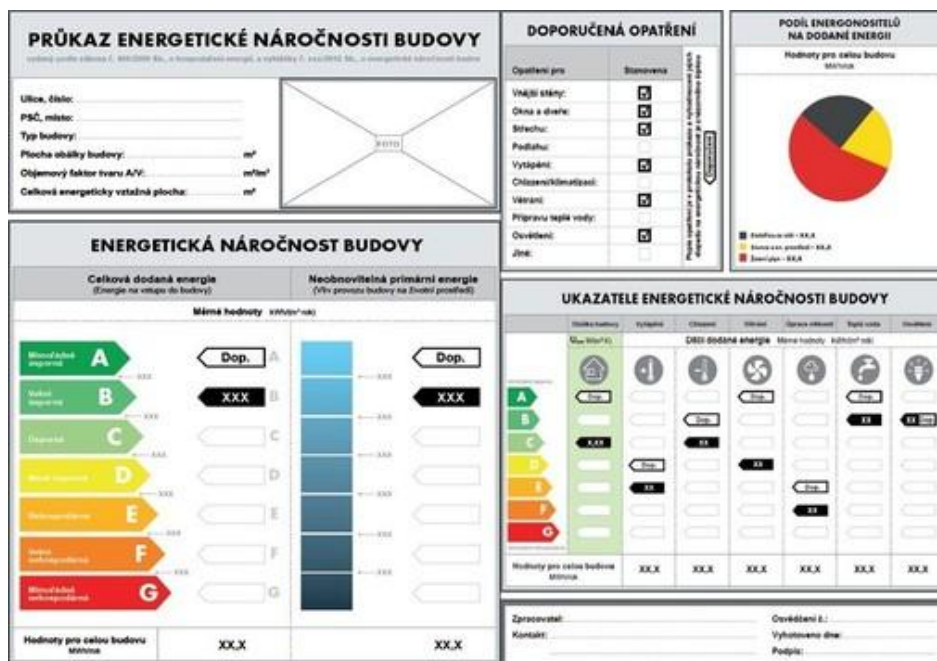
Od roku 2013 platí změna zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění zákona 318/2012 Sb. V březnu 2013 byla vydána vyhláška č.78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Tato vyhláška platí od 1. dubna 2013. V červnu letošního roku byla ve Sbírce zákonu publikována vyhláška č. 118/2013 Sb. o energetických specialistech. Tato vyhláška je platná ode dne vydání a obsahuje podmínky pro oprávněné osoby – energetické specialisty dle zákona o hospodaření energií.

V současné době platí zákon 406/2000 Sb. v podobě, jak byl změněn k lednu tohoto roku. Na jaře letošního roku sice Ministerstvo průmyslu a obchodu iniciovalo změnu § 7a) zákona avšak tato změna v důsledku rozpuštění poslanecké Sněmovny nebyla přijata.

## A.2 - ENERGETICKÝ PRŮKAZ, POSUDEK A AUDIT

### Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) [3]

Průkaz energetické náročnosti budovy je celkové zhodnocení objektu z energetického pohledu. V porovnání s energetickým auditem nejde do takových podrobností a nevyhodnocuje výhodnost jednotlivých úsporných opatření a je celkově stručnější. Platnost průkazu je 10 let.



Obr. 2 Grafická podoba průkazu energetické náročnosti budovy - zdroj [9]

Osobou, která může zpracovávat PENB po absolvování příslušného přezkoušení, je energetický auditor s osvědčením MPO nebo autorizovaný inženýr či autorizovaný technik s autorizací ČKAIT.

Povinnost zpracovat u některých budov PENB už od roku 2009 nařizuje energetický zákon.

**Od 1. 1. 2013 však platí novela zákona č. 406/2009 Sb., která významně rozšiřuje povinnost zpracovat PENB na ostatní budovy:**

Od 1. ledna 2013: Při prodeji budovy nebo její ucelené části (např. bytu) a při pronájmu domu.

Od 1. července 2013: Budovy užívané orgány veřejné moci (např. krajské, městské a obecní úřady, budovy Policie ČR, městské policie, hasičů, soudy) s celkovou energeticky vztáhnou plochou (CEVP) větší než 500 m<sup>2</sup>.

Od 1. ledna 2015: Stávající bytové domy nebo administrativní budovy s CEVP větší než 1 500 m<sup>2</sup>.

Od 1. července 2015: Budovy užívané orgány veřejné moci s CEVP větší než 250 m<sup>2</sup>.

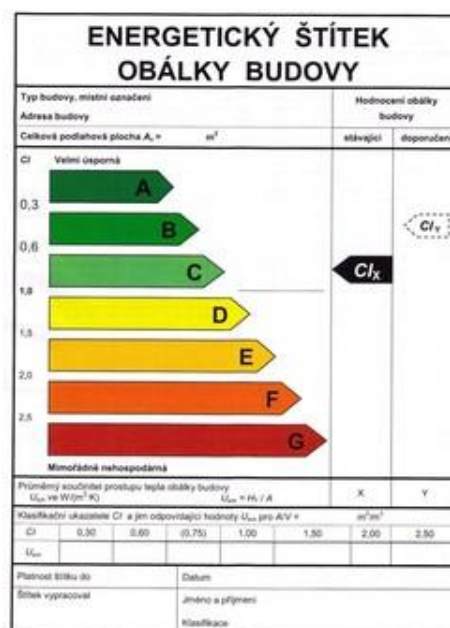
Od 1. ledna 2016: Při pronájmu ucelené části budovy (bytu, nebytového prostoru) včetně družstevních domů.

Od 1. ledna 2017: Stávající bytové domy nebo administrativní budovy s CEVP větší než 1 000 m<sup>2</sup>.

Od 1. ledna 2019: Stávající bytové domy nebo administrativní budovy s CEVP menší než 1 000 m<sup>2</sup>.

Od 1. ledna 2019: Stávající rodinné domy s CEVP menší než 350 m<sup>2</sup>.

V případě, že na budovu existuje PENB zpracovaný do 31. 12. 2012, tak tento starší PENB má stále platnost 10 let od vyhotovení a může se k budově dokládat.



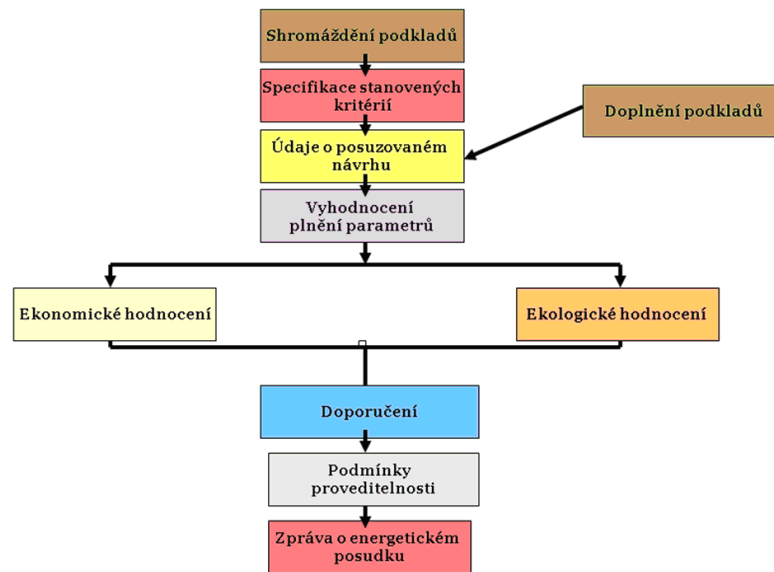
Obr. 3 Energetický štítek je součástí průkazu energetické náročnosti budovy - zdroj [9]

## Energetický posudek

Pojem energetický posudek byl zaveden do české legislativy Zákonem č. 318/2012 Sb., kterým se mění Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů. [4]

Co je obsahem posudku vymezuje prováděcí vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku. Energetický posudek obsahuje kromě

povinných formálních náležitostí popis účelu jeho zpracování a stanovisko energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek. [5]



Obr. 4 Metodický postup energetického posudku - zdroj [8]

Povinné typy energetických posudků [6]

a) posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy se zdrojem energie s instalovaným výkonem vyšším než 200 kW; energetický posudek je součástí průkazu podle § 7a, odst.4, písm. c),

b) posouzení proveditelnosti zavedení výroby elektřiny u energetického hospodářství s celkovým tepelným výkonem vyšším než 5 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných,

c) posouzení proveditelnosti zavedení dodávky tepla u energetického hospodářství s celkovým elektrickým výkonem vyšším než 10 MW, pokud je předložena dokumentace stavby podle zvláštního právního předpisu pro budování nového zdroje energie nebo pro změnu dokončených staveb u zdrojů energie již vybudovaných; u energetického hospodářství, které užívá plynové turbíny, se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 2 MW, u spalovacích motorů se tato povinnost vztahuje na celkový elektrický výkon vyšší než 0,8 MW,

d) posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů,

Dále existují i nepovinné typy energetických posudků, které lze vyhotovovat na žádost stavebníka dle: (§ 9a, odst.2 zákona č. 406/2000 Sb.)

### **Energetický audit [3]**

Energetický audit je nejkomplexnější zhodnocení budovy jak z pohledu všech využívaných energií (voda, elektřina, plyn, teplo), tak i používaných technologií v budově (TZB) a její stavební konstrukce. Obsahuje i návrh úsporných opatření, výběr nejvhodnější varianty a ekonomickou rozvahu pro toto opatření. Povinně musí dle energetického zákona č. 406/2000 Sb. energetický audit zajistit vlastníci budov, stavebník či společenství vlastníků jednotek u zařízení, kde jejich celková roční energetická spotřeba na všech odběrných místech (provozovaných pod jedním identifikačním číslem) převyšuje následující stanovené hranice:

1 500 GJ/rok v případě org. složek státu, krajů, obcí a příspěvkových org.;

35 000 GJ/rok pro ostatní právnické a fyzické osoby, např. **bytová družstva, sdružení vlastníků, firmy.**



Obr. 5 - zdroj [9]

**Energetický audit se pak musí zpracovávat pouze u těch budov, jejichž celková spotřeba je vyšší než 700 GJ/rok.**

Povinnost zpracovat energetický audit vzniká při dodržení obou výše uvedených podmínek, tj. překročení hranice celkové energetické spotřeby vlastníka (1500 resp. 35 000 GJ/rok) a hranice energetické spotřeby uvažované budovy (700 GJ/rok).

Energetický audit je také často podmínkou pro získání dotací např. na rekonstrukci budovy.

Zpracování energetického auditu může po absolvování příslušného přezkoušení provádět pouze energetický auditor s osvědčením Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO).

### **A.3 - PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY – FOTOVOLTAIKA NEBO SOLÁRNÍ TEPELNÉ KOLEKTORY? [7]**

Sluneční záření lze využít dvěma základními způsoby. Buď získávat teplo v solárních termických kolektorech, nebo elektřinu ve fotovoltaických panelech. Donedávna byl ohřev vody fotovoltaikou příliš drahý, než aby mohl konkurovat klasickým kolektorům. Může se situace změnit?

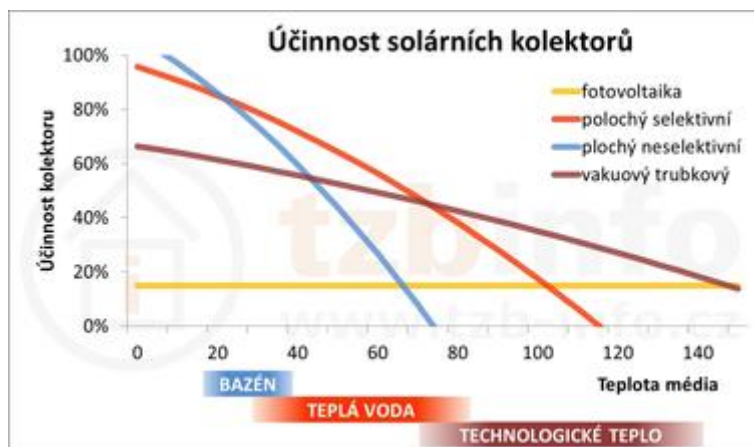
Zaměříme-li se pouze na ohřev vody, jsou nejdůležitějšími parametry solárního systému závislost výkonu na klimatických podmínkách v daném místě a čase. Dominantní vliv mají teplota a intenzita slunečního záření, v menší míře i srážky a vítr.

Technické parametry:

Plošná hmotnost (plošné zatížení) – u fotovoltaických panelů závisí především na použité technologii. U panelů, které jsou ze zadní strany kryty plastovými fóliemi se plošná hmotnost pohybuje kolem 10 kg/m<sup>2</sup>. U panelů oboustranně krytých sklem může plošná hmotnost přesáhnout 20 kg/m<sup>2</sup>.

Plošná hmotnost solárních termických kolektorů se včetně teplonosné kapaliny pohybuje od zhruba 20 kg/m<sup>2</sup> výše. Zatížení střešní konstrukce solárními tepelnými kolektory je tedy srovnatelné s fotovoltaickými panely, nebo je mírně vyšší.

Účinnost – jedná se o parametr, který určuje, kolik lze z plochy střechy získat energie. V letním období jsou z hlediska účinnosti výhodnější solární termické kolektory. Naopak v zimě, zejména při ohřevu na vyšší teploty, je účinnost termických kolektorů nižší, než účinnost fotovoltaických panelů viz grafické znázornění.

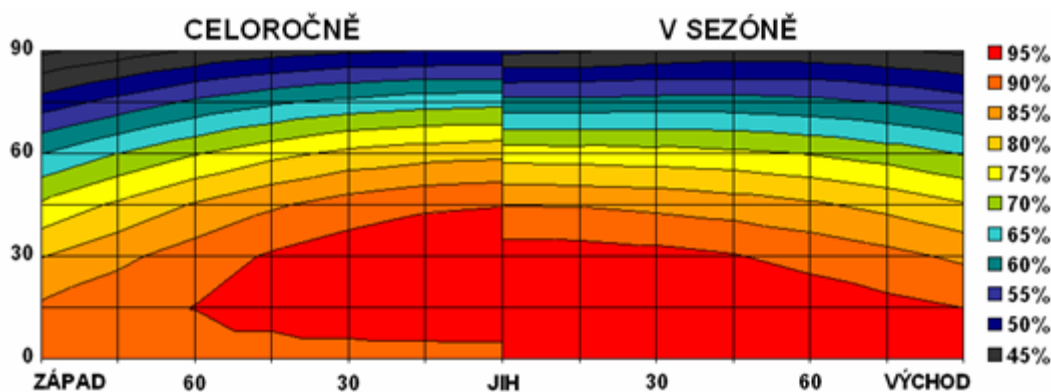


Obr. 6 Účinnost solárních termických kolektorů při teplotě okolí 25 °C a intenzitě záření 800 W/m<sup>2</sup>, pro srovnání je uvedena i účinnost fotovoltaických panelů - zdroj [9]

Za standardních testovacích podmínek se účinnost fotovoltaických panelů pohybuje od zhruba 5 % u panelů tenkovrstvých až po 20 % u nejlepších panelů monokrystalických. Účinnost přitom nezávisí na teplotě ohřívajícího média. V závislosti na teplotě panelů se jejich výkon snižuje o 0,2 % až 0,5 % při zvýšení teploty o jeden stupeň Celsia. Z uvedeného důvodu je účinnost fotovoltaiky v zimě až o 20 % vyšší než v létě.

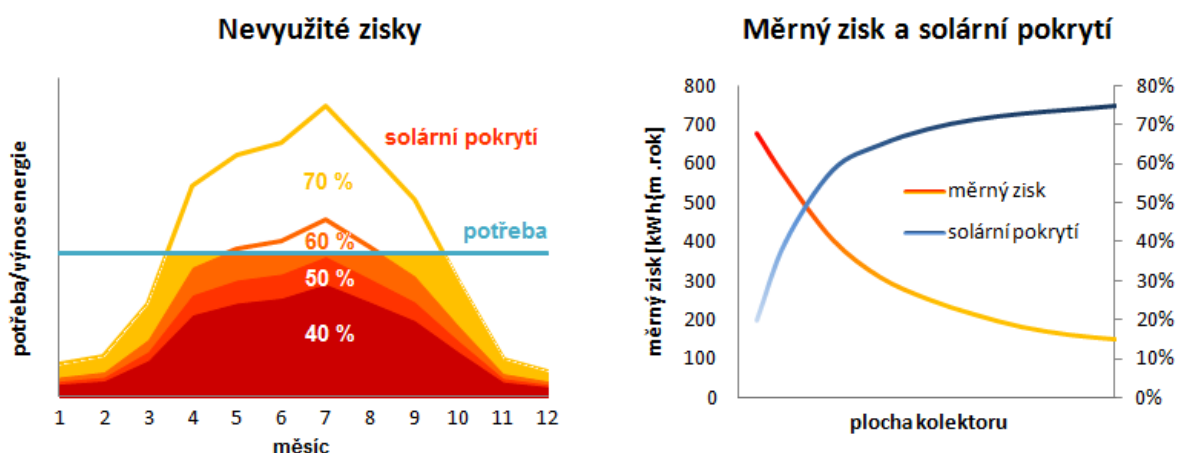
Účinnost solárních termických kolektorů silně závisí na teplotním rozdílu mezi teplonosnou kapalinou a okolím. Na rozdíl od fotovoltaických panelů proto účinnost při nízkých teplotách vzduchu klesá. Pokles je natolik významný, že při teplotách vzduchu pod bodem mrazu kolektory většinou nejsou schopny ohřát teplonosnou kapalinu na vyšší teploty. V rozsahu běžných letních teplot je však účinnost solárních tepelných kolektorů až několikanásobně vyšší než účinnost fotovoltaických panelů.

**Roční výnos energie** – závisí na množství dopadajícího slunečního záření a na průměrné roční účinnosti konverze slunečního záření na užitečnou energii. V České republice dopadá na 1 m<sup>2</sup> optimálně skloněné plochy 950 až 1150 kWh energie slunečního záření. Obvykle je možno počítat s přibližnou hodnotou 1000 kWh/m<sup>2</sup>. Za těchto podmínek vyrobí fotovoltaické panely v závislosti na typu 50 až 200 kWh/m<sup>2</sup> elektřiny ročně. Nutno upozornit, že orientace a sklon panelů nejsou z hlediska roční výroby nijak kritické, v rozsahu sklonu 10° až 40° a orientace ±45° od jihu je celoroční výroba elektřiny nejvýše o 5 % nižší, viz obrázek dole. V mnoha případech může výnos výrazněji snižovat blízká budova nebo například strom.



Obr. 7 Dopadající sluneční záření v závislosti na sklonu a orientaci plochy (celoročně a v letním období) - zdroj [9]

Výnos solárního systému s termickými kolektory silně závisí na solárním pokrytí – podílu energie ze solárního systému k celkové spotřebě energie na ohřev vody (viz obrázek dole). Lze však očekávat, že výnos solárních termických kolektorů bude i v nejhorším případě (vysoká teplota teplonosné kapaliny, vysoké solární pokrytí) minimálně 250 kWh/m<sup>2</sup>. Systémy navržené pro ohřev teplé vody vykazují v České republice roční výnos tepla kolem 400 kWh/m<sup>2</sup>.



Obr. 8 Nevyužitá solární zisk při zvyšování solárního pokrytí - zdroj [9]

**Cena** – u fotovoltaických panelů se v současnosti pohybuje od 0,40 €/Wp u tenkovrstvých až do cca 0,80 €/Wp u kvalitních krystalických vyrobených v EU nebo v Japonsku. V přepočtu na plochu panelů se ceny pohybují od 500 Kč/m<sup>2</sup> až do 5000 Kč/m<sup>2</sup>. Nahrazují-li panely střešní krytinu, je možno od této ceny odečíst cenu ušetřené krytiny (od cca 300 Kč/m<sup>2</sup> výše). Z tohoto pohledu může být nižší účinnost výhodou – za stejnou cenu lze získat větší plochu. Podle názoru některých expertů nejsou uvedené ceny dlouhodobě udržitelné, někteří výrobci panelů již zanikli, jiní vykazují finanční ztráty.

PRICE INDEX		pvXchange YOUR PV MARKETPLACE		
March 2013				
Module type, Origin	€/Wp	Trend from February 2013	Trend from March 2012	
Crystalline modules				
Germany	0.79	1.28%	▲	-22.55%
China	0.55	3.77%	▲	-25.68%
Japan	0.81	-1.22%	▼	-19.00%
Thin film modules				
CdS/CdTe	0.55	1.85%	▲	-9.84%
a-Si	0.42	0.00%	=	-26.32%
a-Si/u-Si	0.51	0.00%	=	-28.17%

Obr. 9 Ceny FV panelů na spotovém trhu (pvXchange) - zdroj [9]

Cena solárních tepelných kolektorů se pohybuje nejčastěji od 4500 do 6000 Kč/m<sup>2</sup>, v případě vakuových trubkových kolektorů i podstatně výše. Podle některých zdrojů jsou však výrobní náklady solárních termických kolektorů jen zlomkem prodejní ceny. Ceny kolektorů však v posledních letech víceméně stagnují, zatímco ceny fotovoltaických panelů výrazně klesly.

Zajímavé je z hlediska investičních nákladů použití fotovoltaiky v kombinaci s luxusními materiály na fasádách administrativních budov, kde plošná cena fotovoltaických panelů je na stejné úrovni s cenami obkladových materiálů. Nemusí ani vadit, že roční výroba je asi o 30 % nižší oproti optimálnímu sklonu, protože vyrobená elektřina je v takovém případě čistý bonus. Pro fasádní systémy je možno použít panely s barevnými články, které mohou dotvářet architektonický výraz stavby.

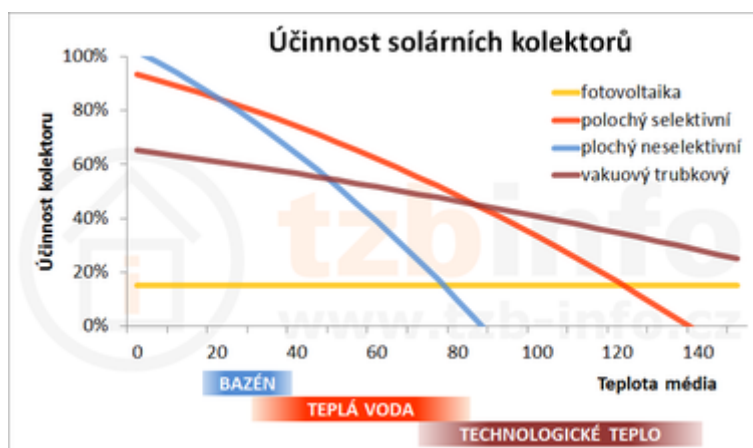
**Životnost** (fyzická) – u fotovoltaických panelů je odhadována na 30 až 40 let, v případě panelů oboustranně krytých sklem je očekávána životnost ještě delší. Výrobci vesměs garantují maximální pokles účinnosti o 20 % po 25 letech provozu. Nejstarší fotovoltaické elektrárny jsou v provozu kolem 30 let, pokles účinnosti je často výrazně nižší než 10 %. Jedná se obvykle o instalace z monokrystalických křemíkových článků.

Výrobci solárních tepelných kolektorů udávají životnost 30 let, žádná garance se však obvykle k tomuto údaji nevztahuje. Zatímco u FV panelů může docházet k degradaci funkční vrstvy i laminační fólie, u kvalitně provedených kolektorů lze očekávat, že degradace absorpční vrstvy bude zanedbatelná. Stejně jako u fotovoltaiky lze nalézt solární tepelné systémy starší než 30 let; pokud je nutno nahrazovat některé komponenty, jedná se obvykle o akumulční nádrž nebo čerpadlo.

Tab. 1 Porovnání technických parametrů fotovoltaických panelů a termálních kolektorů - zdroj [9]

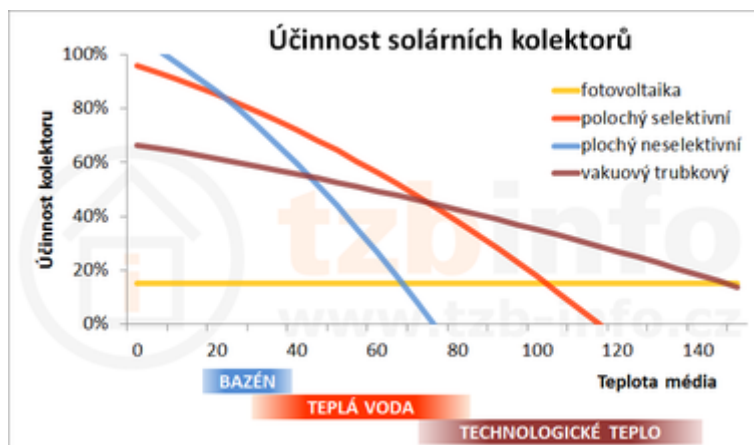
	Jednotka	Fotovoltaické panely		Solární kolektory ploché selektivní
		Tenkovrstvé	Krystalické	
Plošná hmotnost	kg/m <sup>2</sup>	10 až 20	10 až 20	20 a více
Jmenovitý výkon	Wp/m <sup>2</sup>	50 až 120	120 až 200	400 až 600
Roční výnos energie		1 kWh/Wp	1 kWh/Wp	250 až 500 kWh/m <sup>2</sup>
Cena panelu/kolektoru	Kč/m <sup>2</sup>	500 až 1800	1800 až 4000	4500 až 6000
Cena 2 kW systému	tis. Kč	50 až 80	60 až 100	60 až 100
Životnost	roky	30	40	30
Účinnost v zimě		vyšší	vyšší	nízká
Účinnost při zatažené obloze		stálá	stálá	snížená

### Závislost účinnosti na klimatických podmínkách



Obr. 10 Závislost účinnosti na teplotě média při standardních testovacích podmínkách - zdroj [9]

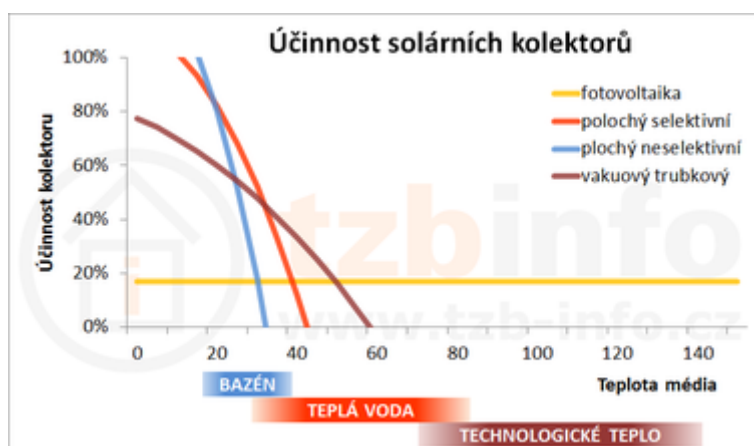
Standardní testovací podmínky (STC), za nichž jsou zkoušeny fotovoltaické panely, jsou: teplota okolí 25 °C (= teplota panelu), intenzita záření 1000 W/m<sup>2</sup>, spektrum AM 1,5 global. Za těchto podmínek je účinnost dnes nejrozšířenějších solárních termických kolektorů se selektivním absorbérem několikanásobně vyšší než účinnost nejlepších fotovoltaických panelů i při ohřevu vody na teploty nad 60 °C.



Obr. 11 Závislost účinnosti na teplotě média při teplotě okolí 25 °C a intenzitě záření 800 W/m<sup>2</sup> - zdroj [9]

V praxi však intenzita slunečního záření dosahuje úrovně 1000 W/m<sup>2</sup> jen zcela výjimečně. Obvyklejší jsou hodnoty kolem 800 W/m<sup>2</sup> v poledne, kdy sluneční záření dopadá na plochu kolektoru téměř kolmo. Za těchto podmínek se však teplota fotovoltaických panelů pohybuje kolem 45 °C, což snižuje jejich účinnost až o 10 %. V důsledku nižší intenzity záření klesá rovněž účinnost solárních termických kolektorů, pokles účinnosti je rovněž přibližně 10 %.

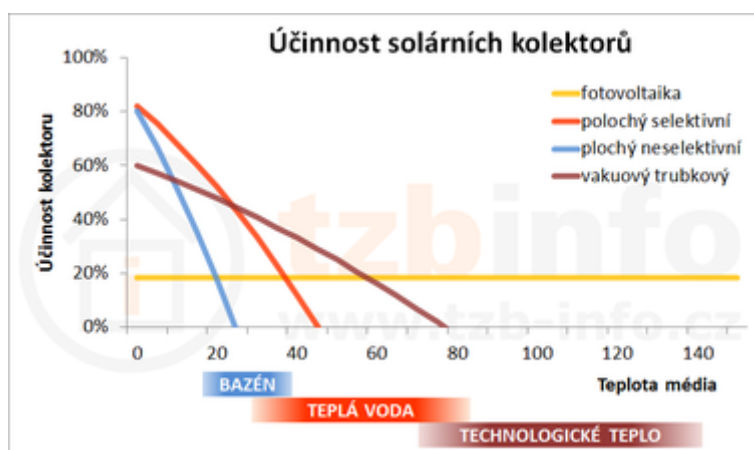
Mimo polední hodiny intenzita dopadajícího slunečního záření dále klesá. V důsledku toho u solárních termických kolektorů klesá účinnost, naopak u fotovoltaických panelů účinnost roste, protože se méně zahřívají. V letním období je z hlediska množství vyrobené energie z jednotky plochy fotovoltaika výhodnější než ploché kolektory se selektivním absorberem při ohřevu média nad zhruba 100 °C.



Obr. 12 Závislost účinnosti na teplotě média při teplotě okolí 20 °C a intenzitě záření 200 W/m<sup>2</sup> - zdroj [9]

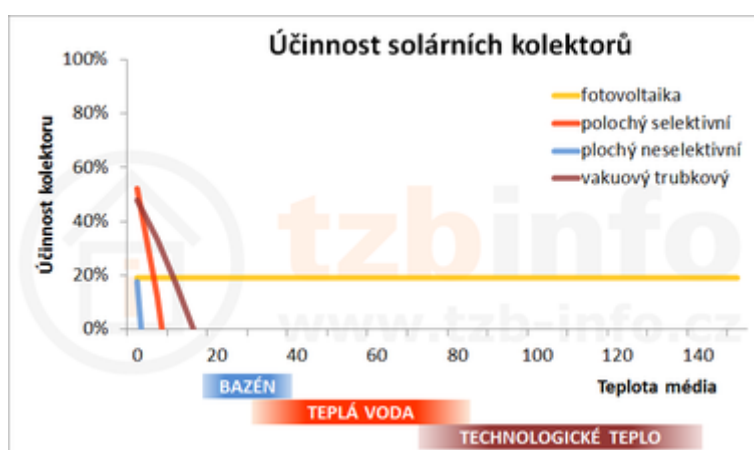
V létě při zatažené obloze intenzita slunečního záření klesá pod 200 W/m<sup>2</sup>. Teploty se v takovém případě zřídka pohybují nad 20 °C. Fotovoltaické panely se za těchto podmínek

ohřívají vlivem slunečního záření jen nepatrně, takže jejich účinnost se blíží účinnosti nominální. U krystalických panelů účinnost při nižší intenzitě záření zhruba do  $200 \text{ W/m}^2$  mírně klesá, při intenzitách pod  $180 \text{ W/m}^2$  je pokles výraznější. Naopak u tenkovrstvých panelů účinnost při poklesu intenzity slunečního záření mírně roste. Ploché kolektory se selektivním povrchem za těchto podmínek vůbec nejsou schopny ohřát vodu na  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , dokonce i účinnost vakuových kolektorů se při ohřevu na tuto teplotu blíží nule.



Obr. 13 Závislost účinnosti na teplotě média při teplotě okolí  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  a intenzitě záření  $400 \text{ W/m}^2$  - zdroj [9]

V zimním období se v době intenzivního slunečního svitu teploty obvykle pohybují kolem nuly. Intenzita záření je však i za nejlepších podmínek výrazně nižší než v létě, kromě toho sluneční záření dopadá na plochu kolektorů obvykle pod nižším úhlem. Ekvivalentní intenzita kolmo dopadajícího záření se běžně pohybuje kolem  $400 \text{ W/m}^2$ . Za těchto podmínek, při ohřevu vody na  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , je účinnost fotovoltaických panelů srovnatelná s účinností vakuových trubkových kolektorů.



Obr. 14 Závislost účinnosti na teplotě média při teplotě okolí  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$  a intenzitě záření  $100 \text{ W/m}^2$  - zdroj [9]

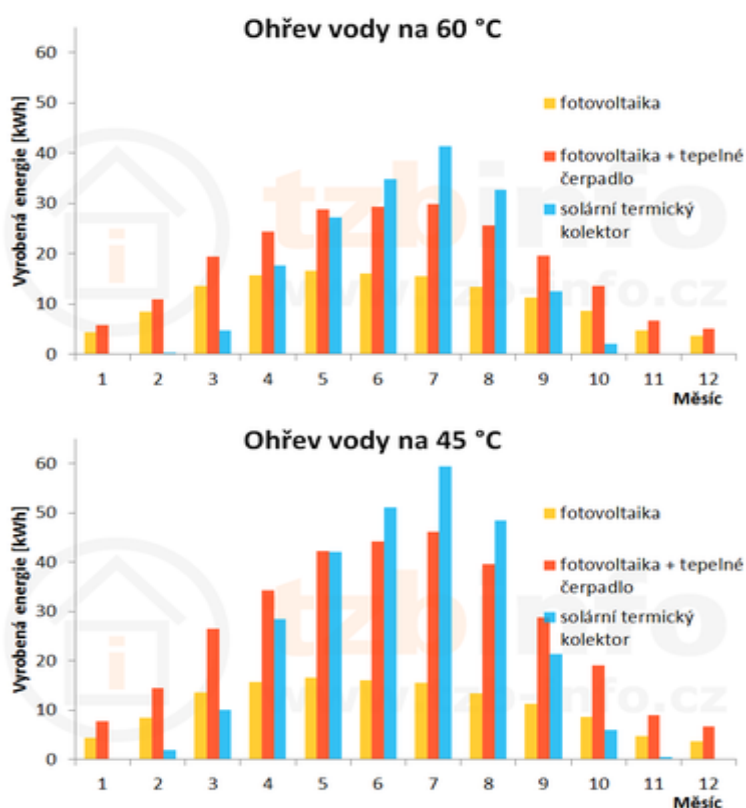
V zimě se však často vyskytují intenzity slunečního záření kolem  $100 \text{ W/m}^2$  a nižší, při teplotách pod bodem mrazu. Za těchto podmínek solární tepelné kolektory v podstatě

nefungují. V této souvislosti je nutno upozornit, že při intenzitách záření pod 100 W/m<sup>2</sup> výrazněji klesá rovněž účinnost fotovoltaických panelů.

## Kombinace s tepelným čerpadlem

Jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo je možno použít odpadní vzduch z větracího systému. Nejjednodušší je intenzivně odvětrávat koupelnu a záchod. Optimální by bylo využít i teplo, které lze získat kondenzací vodní páry. Vzduch v koupelně bývá teplejší a vlhčí než v ostatních místnostech domu. Pokud je však v budově instalováno nucené větrání s rekuperací odpadního tepla, popsání řešení použít nelze.

Při použití tepelného čerpadla vzduch-voda je možno účelně využít obě strany – teplou i studenou. Nejmenší tepelná čerpadla na trhu jsou používána v kompresorových chladničkách a ohřivačích teplé vody. Příkony chladniček se pohybují řádově kolem 100 wattů i méně, příkony tepelných čerpadel pro ohřev teplé vody se pohybují kolem 500 W, nejvýše 1 kW. Existují kompresory s širokým rozsahem napájecího napětí od 12 až do cca 40 V, které je možno napájet přímo z fotovoltaického panelu. Celý systém by se oproti fotovoltaickým elektrárnám výrazně zlevnil, protože by bylo možno vynechat investičně náročný střídač. Topný faktor a odpovídající tepelný výkon závisí na rozdílu teplot, u malých kompresorů je obvykle při rozdílu teplot -25 °C/55 °C tepelný výkon zhruba dvakrát vyšší než elektrický příkon.



Obr. 15 Výnos energie v jednotlivých měsících při ohřevu vody, vlevo na 60 °C, vpravo na 45 °C -zdroj [9]

Výhodou fotovoltaiky za popsaných podmínek je výrazně vyšší produkce energie v zimním období ve srovnání se solárním termálním kolektorem, a to jak v řešení s tepelným čerpadlem, tak dokonce i samostatně. Rozdíl výnosů se podstatně zvyšuje při zvyšování teploty ohřívaného média.

## **Závěr**

Plošná hmotnost, životnost, a v současnosti i cena solárních tepelných kolektorů je srovnatelná s běžně dostupnými fotovoltaickými panely. Roční výnos energie z jednotky plochy je však u solárních tepelných kolektorů díky vyšší účinnosti přibližně dvojnásobný ve srovnání s nejkvalitnějšími fotovoltaickými panely s články z monokrystalického křemíku.

V letním období jsou fotovoltaické panely výhodnější než solární termické kolektory při ohřevu pracovní látky na teploty nad 100 °C, v zimním období i pod 40 °C. Výhodou fotovoltaiky je absence teplotnosné kapaliny a jednodušší přenos vyrobené energie do místa užití. Elektřinu lze rovněž využít všestranněji než teplo.

Pokud budou investiční náklady kompletního řešení ohřevu teplé vody elektřinou z fotovoltaických panelů, ať už přímo nebo s využitím tepelného čerpadla, nižší než investiční náklady solárního termického systému, je možno ohřev vody považovat za účelné využití elektřiny z fotovoltaické elektrárny. Takové řešení by pak mohlo být zahrnuto jako alternativa do případné dotační podpory pro solární ohřev teplé vody.

## Literatura:

[1] TINTĚRA, Ladislav. Energetický audit – dvacet let historie. *Energetický audit – dvacet let historie* [online]. 24.9.2012 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/9073-energeticky-audit-dvacet-let-historie>

[2] MAREŠ, Miroslav. Odpovědi Ing. Miroslava Mareše-předsedy Asociace energetických auditorů na otázky časopisu PRO- ENERGY: Co se změnilo v této oblasti od ledna 2013- MPO sice vyhlásilo změnu, že lidé si nemusejí dělat štítky, ale nebylo to dáno do legislativy. Jaká je tedy situace?. *Odpovědi Ing. Miroslava Mareše-předsedy Asociace energetických auditorů na otázky časopisu PRO- ENERGY: Co se změnilo v této oblasti od ledna 2013- MPO sice vyhlásilo změnu, že lidé si nemusejí dělat štítky, ale nebylo to dáno do legislativy. Jaká je tedy situace?* [online]. 2013, s. 3 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.aea.cz/get.php?id=144>

[3] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, A. S. Průkaz energetické náročnosti budovy a energetický audit: Co si mám zvolit? Kdo se v tom má vyznat? PŘEměření Vám poradí a zajistí vypracování. *Průkaz energetické náročnosti budovy a energetický audit: Co si mám zvolit? Kdo se v tom má vyznat? PŘEměření Vám poradí a zajistí vypracování.* [online]. 14.11.2013 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/10584-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-a-energeticky-audit>

[4] KUPSA, Tomáš. Co je energetický posudek?: Energetický posudek v legislativě. *Co je energetický posudek?: Energetický posudek v legislativě* [online]. 2013 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://atelier-dek.cz/co-je-energeticky-posudek-599>

[5] STUHLÍKOVÁ, Lucie. Energetické posudky. *Energetické posudky* [online]. 2013 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.stuchlikova.cz/Energeticke-posudky.html>

[6] AEA ASOCIACE ENERGETICKÝCH AUDITORŮ. Energetický posudek. *Energetické posudky* [online]. 2013 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.aea.cz/energeticky-posudek>

[7] BECHNÍK, Bronislav. Příprava teplé vody – fotovoltaika nebo solární tepelné kolektory?. *Příprava teplé vody – fotovoltaika nebo solární tepelné kolektory?* [online]. 14.10.2013 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/10453-priprava-teple-vody-fotovoltaika-nebo-solarni-tepelne-kolektory>

[8] Zdroj: <http://www.aea.cz/>

[9] Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/>

## **B. Praktická část**

# ENERGETICKÝ POSUDEK

**Rodinný dům**

**Pocoucov 23**

Stavba: Rodinný dům  
Adresa: Pocoucov 23, Třebíč  
674 01 Třebíč  
Vlastník: Bc. Marie Bohutínská  
Pocoucov 23, Třebíč  
674 01, Třebíč  
Zpracovatel: Bc. Zdeněk Bohutínský  
Pocoucov 23, Třebíč  
674 01, Třebíč



## **ENERGETICKÝ POSUDEK**

V Brně dne: 22.10.2013

# 1. ÚČEL ZPRACOVÁNÍ POSUDKU

Stavebník zažádal o vyhotovení nepovinného energetického posudku dle Zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. §9a odst. (2) písm. b)

§9a odst. (2) písm. b)

Doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy při větší změně dokončené budovy; v případě, že je energetický posudek zpracován, je součástí průkazu.

## 2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### 2.1. Zpracovatel energetického posudku

Zpracovatel: Bc. Zdeněk Bohutínský, Pocoucov 23, Třebíč

674 01 Třebíč

Telefon: 723390775

e-mail: bohutinskyzdenek@seznam.cz

### 2.2. Předmět energetického posudku

Název: Rodinný dům

Adresa: Pocoucov 23, Třebíč

674 01 Třebíč

Vlastník: Bc. Marie Bohutínská

Adresa vlastníka: Pocoucov 23, Třebíč

674 01, Třebíč

### 2.3. Cíl energetického posudku

Cílem energetického zhodnocení budovy je nalezení energetických úspor stávajícího objektu, návržení variant energetických opatření, které umožní vlastníkovi minimalizovat náklady na provoz objektu. Ekonomické, energetické a environmentální zhodnocení jednotlivých variant opatření.

## 3. STANOVENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

### 3.1. Popis posuzovaného objektu

Předmětem posudku je objekt na adrese Pocoucov 23 v Třebíči. Hodnocení jeho technického stavu a energetické náročnosti na potřeby energie pro vytápění a přípravu teplé vody, dále bude navrženo úsporné a ekonomické opatření sloužící k úspoře finančních zdrojů vlastníka na provoz objektu.

Objektem je rodinný dům vystavěný ve dvou etapách. První roku 1925 a druhou dostavbou a nástavbou z roku 1975. Rodinný dům se skládá ze dvou pater. První je částečně zasazené do terénu a slouží k bytovým účelům a jako skladovací prostor. Druhé podlaží, nad kterým se nachází půdní prostor, slouží zcela k obytným účelům.

Vchod do domu se nachází v prostoru schodiště na severovýchodní straně. V přízemí se nachází obytné místnosti, sklepy a technická místnost. V tomto podlaží se nachází z větší části i rozvody ÚT a TV. V nadzemním podlaží jsou obytné místnosti, zadní vchod do objektu, nad tímto podlažím je ještě půdní prostor.

Budova vzhledem k její velikosti byla rozdělena do jedné zóny. Tato zóna byla následně zadána do programu Energie 2010.



*Obr. č. 16 Označení objektu na leteckém snímku*

### 3.2. Stavební konstrukce

Rodinný dům se nachází v jižní části obce Pocoucov u Třebíče. Jedná se o dva obdélníkové celky spojené do jednoho domu, větší část je dvoupatrová. Rozměry objektu jsou 21 × 13m, delší strany jsou orientovány na severovýchod a jihozápad. Objekt pochází z roku 1925, následné nástavby a dostavby z roku 1975. Celková plocha objektu je 188,7m<sup>2</sup>.

Obvodový plášť je tvořen převážně ze škvárobetonových tvárnic NLM o tloušťce 450mm, další část je tvořena z kamenné zdi tloušťky 700mm. Schodišťový prostor je obestaven ze škvárobetonových tvárnic NLM tloušťky 300mm. Přehled tepelných vlastností jednotlivých materiálů viz níže.

Vnitřní stěny jsou z různorodých materiálů, převážně z dutých tvárnic CDM o tloušťce 300mm a z cihel plných pálených o tloušťce 150mm.

Stropní konstrukce jsou postaveny z typických hurdiskových stropních konstrukcí, vložek a škvárovou vrstvou tvořící tep. izolaci.

Střešní konstrukce je tvořena dřevěným laťováním a betonovou taškou BRAMAC. Střecha nad prostorem schodiště je tvořena dřevěnou laťovou konstrukcí, betonovou taškou BRAMAC, a pod touto konstrukcí se nachází minerální vlna o tloušťce 100mm.

Výplně otvorů jsou tvořeny novými plastovými okny. Schodišťový prostor je prosklený pomocí skleněných luxfer o rozměru 100×100mm a tloušťce 70mm. Sklepní prostory jsou opatřeny starými dřevěnými okny.

Podlahy v suterénní části jsou tvořeny nášlapnou betonovou vrstvou a škvárovým podložím uloženým na původní zemině.

Tab. č. 2 Přehled tepelných vlastností stávajících konstrukcí

Popis k-ce	U [W/m <sup>2</sup> K]	Požadované U <sub>N,20</sub>	Hodnocení:
Kamenná 700mm	<b>2,04</b>	0,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Kamenná 550mm	<b>2,33</b>	0,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Cihla PP "500mm"	<b>1,38</b>	0,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Tvárnice NLM 450mm	<b>0,99</b>	0,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Tvárnice NLM 300mm	<b>1,34</b>	0,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Tvárnice NLM 300mm	<b>1,11</b>	2,7	<b>Vyhovuje</b>
Kamenná 700mm	<b>1,65</b>	1,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Kamenná 550mm	<b>1,85</b>	1,3	<b>Nevyhovuje!</b>
Cihla PP 150mm	<b>2,20</b>	2,7	<b>Vyhovuje</b>
Cihla CDM "300mm"	<b>1,50</b>	2,7	<b>Vyhovuje</b>
Podlaha "na zemině"	<b>0,73</b>	0,45	<b>Nevyhovuje!</b>
Podlaha podlaží	<b>1,00</b>	1,05	<b>Nevyhovuje!</b>
Strop podlaží	<b>1,25</b>	1,05	<b>Nevyhovuje!</b>
Střecha nad schody	<b>0,49</b>	0,24	<b>Nevyhovuje!</b>

Stěna k zemině	<b>1,78</b>		
Dveře venkovní nové	<b>1,10</b>	1,7	<b>Vyhovuje</b>
Dveře venkovní staré	<b>4,00</b>	1,7	<b>Nevyhovuje!</b>
Dveře vnitřní se sklem	<b>3,50</b>	3,5	<b>Vyhovuje</b>
Dveře vnitřní	<b>2,00</b>	3,5	<b>Vyhovuje</b>
Okno plastové	<b>1,10</b>	1,5	<b>Vyhovuje</b>
Okno staré	<b>2,50</b>	1,5	<b>Nevyhovuje!</b>
Luxfery	<b>2,34</b>	1,5	<b>Nevyhovuje!</b>

### 3.3. Systémy TZB

Vytápění: Objekt je vytápěn starším plynovým kotlem Junkers. Kotel je umístěn v přízemní místnosti číslo 103. Rozvody topné vody jsou tvořeny nezaizolovaným ocelovým bezešvým potrubím, které je vedeno pod stropem v suterénní části objektu a stoupačkami vyvedeno do místností kde jsou napojeny na stará plechová desková tělesa. Desková tělesa jsou v trvale obytných prostorách a jsou vybavena staršími termostatickými hlavicemi Junkers.

Příprava TV: Teplá voda je připravována ve dvou elektrických zásobnících o objemech 160 l a 120 l. Větší z bojlerů umístěný v místnosti č.204 je využívá 80% spotřebitelů v objektu, menší z nich je umístěn v místnosti č. 112 a je užíván jen občasně.

Vzduchotechnika: V objektu není zabudované žádné zařízení zajišťující výměnu či úpravu vzduchu. Odvětrání koupelnových prostor je provedeno šachtou v rohu místnosti.

Osvětlení: Objekt je vybaven směsicí starých žárovek, zářivek či úsporných svítidel. Ve většině prostorů se nachází staré neúsporné 40-60W žárovky. Obývací pokoje jsou již vybaveny novými úspornými žárovkami.

### 3.4. Popis navržených změn

Tato kapitola popisuje jednotlivá navržená energetická opatření stavební části objektu, technického zařízení budov.

Veškeré ceny výpočtů prostých návratností jsou uvedeny včetně DPH. Stanovení cen jednotlivých opatření je počítáno a bráno pouze orientačně k přesným cenám je potřeba oslovit jednotlivé dodavatele systémů dle aktuální cenové nabídky.

Posuzování jednotlivých opatření bylo řešeno v programu: Svoboda software ENERGIE 2010. Výstupy z programu byly dále zpracovány a zapsány do tabulek a graficky upraveny.

### 3.4.1. Opatření č. 1 - Zateplení stavebních konstrukcí.

První opatření je zateplení podlah v 1.NP obytné části objektu. Opatření bylo provedeno hlavně z důvodů odizolování a odradonování obytné části 1.NP, při tomto odizolování byla podlaha opatřena pěnovým polystyrénem tloušťky 10cm.

Podlahy v neobydlené části objektu nebudou z ekonomických důvodů zateplovány. V těchto prostorách (sklepech) bude zateplen strop kontaktním zateplovacím systémem tloušťky 8cm.

Obvodové zdivo bude z větší části zatepleno kontaktním zateplovacím systémem z polystyrénu GreyWall o tloušťce 12cm, celková plocha pro zateplení je 315,12m<sup>2</sup> viz obr. 17.

Stropy nad obytnými částmi objektu budou zatepleny z půdních prostor minerální plstí o tloušťce 10cm a opatřeny dřevěným roštem pobytým OSB deskami tloušťky 20mm.

Výplně otvorů v objektu tvoří nová plastová okna. Úporná opatření budou provedena výměnou jednoho zbývajícího starého okna za nové plastové (1 Ks). Vchodové dveře budou zaměněny za nové vchodové dveře s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. Největší zásah do výplně otvorů bude proveden vybouráním starých luxfer sloužících k prosvětlení schodiště a vyžděním otvoru cihlou porotherm tloušťky 440mm a dvěma okny pro prosvětlení viz obr 17.

Návratnost těchto opatření je spočítána na 10,1 let a roční úspory tepelné energie jsou 114,05 GJ energie pro výrobu tepla. Viz str. 37.

Tab č. 3 Přehled změn tepelných vlastností konstrukcí

Popis k-ce	Staré U [W/m <sup>2</sup> K]	Nové U [W/m <sup>2</sup> K]	Požadované U <sub>N,20</sub>	Hodnocení:
Kamenná 700mm	2,04	0,28	0,3	Vyhovuje
Kamenná 550mm	2,33	0,28	0,3	Vyhovuje
Cihla PP "500mm"	1,38	0,26	0,3	Vyhovuje
Tvárnice NLM 450mm	0,99	0,25	0,3	Vyhovuje
Tvárnice NLM 300mm	1,34	0,26	0,3	Vyhovuje
Tvárnice NLM 300mm	1,11	1,11	2,7	Vyhovuje
Kamenná 700mm	1,65	1,65	1,3	Nevyhovuje!
Kamenná 550mm	1,85	1,85	1,3	Nevyhovuje!
Cihla PP 150mm	2,20	2,20	2,7	Vyhovuje
Cihla CDM "300mm"	1,50	1,50	2,7	Vyhovuje
Podlaha "na zemině"	0,73	0,30	0,45	Vyhovuje
Podlaha podlaží	1,00	0,33	1,05	Vyhovuje
Strop podlaží	1,25	0,35	1,05	Vyhovuje
Střecha nad schody	0,49	0,21	0,24	Vyhovuje
Stěna k zemině	1,78	1,78		
Dveře venkovní nové	1,10	1,10	1,7	Vyhovuje
Dveře venkovní staré	4,00	4,00	1,7	Nevyhovuje!

Dveře vnitřní se sklem	3,50	3,50	3,5	<b>Vyhovuje</b>
Dveře vnitřní	2,00	2,00	3,5	<b>Vyhovuje</b>
Okno plastové	1,10	1,10	1,5	<b>Vyhovuje</b>
Okno staré	2,50	2,50	1,5	<b>Nevyhovuje!</b>
<b>Luxfery (Nové okno)</b>	<b>2,34</b>	<b>1,10</b>	1,5	<b>Vyhovuje</b>

### 3.4.2. Opatření č. 2 - Návrh solárních kolektorů pro TV

Ve stávajícím objektu je dodávka tepla řešena zásobníkem teplé vody umístěným v místnosti 204. Zásobník je opatřen elektrickou topnou tyčí a zdroj tepla zajišťuje el. energie. Zásobník bude nahrazen novým a napojen na solární systém.

Solární systém bude namontován na jižně orientované střeše o celkové ploše 3,68m<sup>2</sup>. Jedná se o 2 panely firmy PROPLUS SOLAR s.r.o., která bude dodávat veškeré potřebné vybavení k zhotovení systému. Před samotným návrhem je třeba vyjádření statika k únosnosti krovu, zda je možné tento systém instalovat na střešní konstrukci.

Návratnost navrženého systému je spočítána na 9,7 let a ročně uspoří 8,2 GJ energie pro přípravu TV. Viz str. 39.

### 3.4.3. Opatření č. 3 - Návrh fotovoltaických článků pro výrobu el. energie

Vzhledem k orientaci střechy přímo na jih a vhodnému sklonu střechy jsou pro úsporu energie navrženy fotovoltaické panely firmy Neosolar, spol. s.r.o. Tyto panely budou namontovány na střechu o celkové ploše 32m<sup>2</sup>. Ostatní provozní zařízení pro solární panely bude zhotoveno a dodáno firmou Neosolar, spol. s.r.o. (Baterie, měnič napětí, regulátor atd.). Celková plocha střechy činí 78m<sup>2</sup>, plocha fotovoltaických panelů činí 32m<sup>2</sup>, ostatní plocha 46m<sup>2</sup> je určena pro solární systém a montážní prostory kolem panelů.

Návratnost tohoto systému činí 8,4 let a roční úspory systému jsou 13,8 GJ elektrické energie. Viz str. 41.

### 3.4.4. Opatření č. 4 - Energeticky úsporná svítidla.

V objektu je většina osvětlení zajištěna starými 60W žárovkami s nízkou účinností. Tyto žárovky budou nahrazeny novými žárovkami o výkonu 15W energetické třídy A.

V celém objektu se jedná celkem o 12 starých žárovek, které budou nahrazeny novými. Úspory nastanou nejen díky větší účinnosti nových žárovek, ale zejména výrazně nižším příkonem nových žárovek.

Návratnost této investice je okamžitá, a to do 2 měsíců, roční úspora činí necelých 10GJ elektrické energie.

### **3.4.5. Opatření č. 5 - Rekonstrukce otopného systému.**

Rozvody topné vody jsou řešeny v suterénu objektu. Tyto rozvody jsou z větší části nezaizolované a zastaralé, proto budou nahrazeny novými rozvody z mědi. Otopná tělesa v objektu jsou zastaralá desková otopná tělesa se dvěma až třemi deskami bez přídavných ploch. Tyto tělesa budou demontována a nahrazena novými tělesy dle projektové dokumentace. Starý typ plynového kotle z důvodů nízké účinnosti a časté poruchovosti bude také zaměněn za nový. Účinnost těles byla ve výpočtu uvažována 80% a účinnost rozvodů pouze 70%. Nová otopná tělesa budou navržena pro nově zateplený objekt. Účinnost těchto nově navržených otopných těles je uvažována 90%, účinnost rozvodů 95%. Schéma rozvodů a návržení otopných těles viz část C.

Návratnost tohoto opatření je 6,9 let. Vzhledem k zastaralosti systému a případným novým tepelným ztrátám se díky opatření č.1 jeví tato opatření jako nezbytná.

### **3.4.6. Přehled opatření a ekonomické zhodnocení.**

Níže je názorně zobrazeno ekonomické zhodnocení jednotlivých opatření a graficky znázorněny navržené úspory. Pro ekonomické hodnocení byl použit zjednodušený rozpočet, který je pouze orientační a pro přesné spočítání investic musí být kontaktovány jednotlivé firmy a požádány o nacenění opatření. U rozpočtů pro opatření chybí položky za projekty k jednotlivým opatřením a za demontáž stávajících nahrazujících zařízení.

## Opatření č. 1 - Zateplení stavebních konstrukcí.

Opatření č. 1	Zateplení objektu a výměna oken
---------------	---------------------------------

### Původní stav

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,112	---	---	0,915	2,127	0,308	13,462
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: **150,775 GJ**

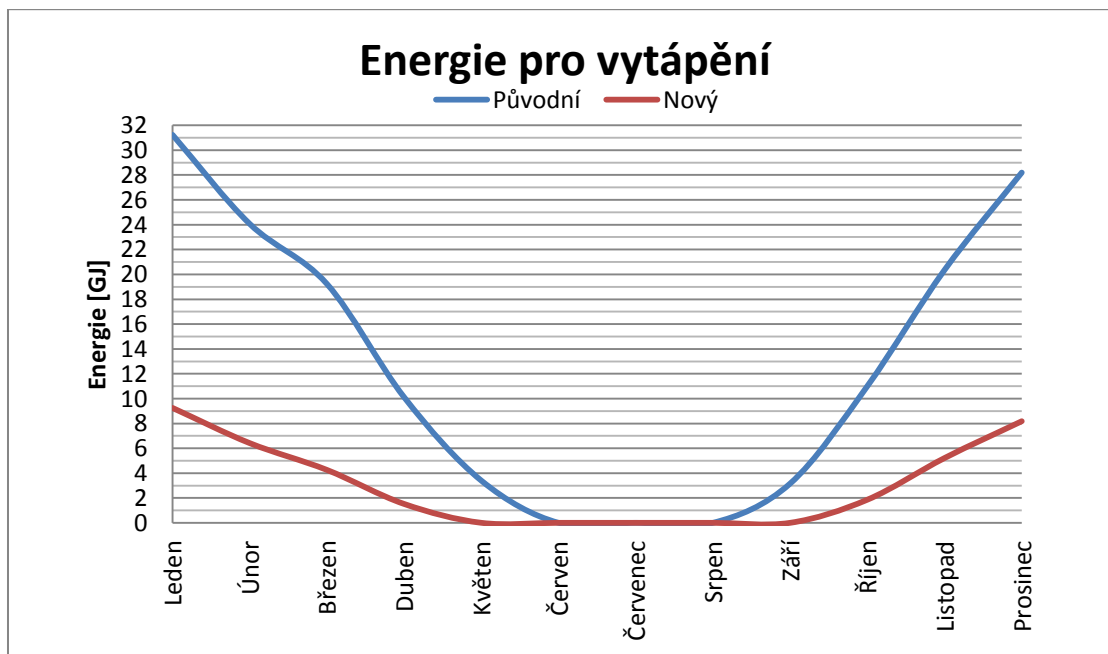
### Nový stav

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	9,255	---	---	0,915	2,209	0,318	12,697
2	6,419	---	---	0,915	1,991	0,287	9,612
3	4,262	---	---	0,915	2,201	0,318	7,696
4	1,52	---	---	0,915	2,127	0,308	4,87
5	---	---	---	0,915	2,195	0,288	3,398
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	---	---	---	0,915	2,127	0,215	3,257
10	1,863	---	---	0,915	2,201	0,318	5,297
11	5,221	---	---	0,915	2,133	0,308	8,577
12	8,182	---	---	0,915	2,208	0,318	11,623

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: **36,722 GJ**



Opatření č. 1 Zateplení objektu a výměna oken		
Původní stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,985 GJ	25,906 GJ

Nový stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
36,722 GJ	10,985 GJ	25,906 GJ

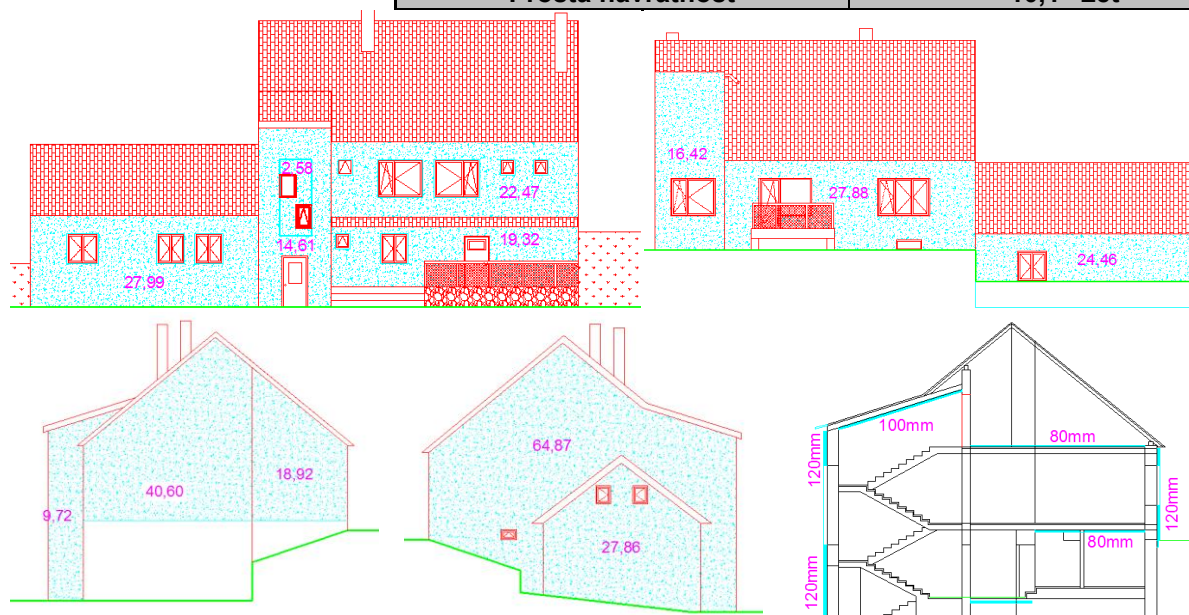
Ceny energií		
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ

Úspory		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
<b>114,053 GJ</b>	<b>0 GJ</b>	<b>0 GJ</b>
<b>44590,16 CZK</b>	<b>0 CZK</b>	<b>0 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>44590 CZK</b>

Cena pořízení opatření - orientační					
č. položky	název	cena za MJ	MJ	množství	Cena
1	Práce zateplení	430	m <sup>2</sup>	575	247250
2	Práce fasádní	235	m <sup>2</sup>	315	74025
3	GreyWall 120mm	208	m <sup>2</sup>	315	65520
4	EPS 70 80mm	130	m <sup>2</sup>	245	31850
5	EPS 70 100mm	162	m <sup>2</sup>	15	2430
6	Fas. Barva	92	m <sup>2</sup>	315	28980
7	Nové okno 0.6×0.9	833	Ks	2	1666

<b>Celkem</b>	<b>451721 CZK</b>
---------------	-------------------

<b>Prostá návratnost</b>	<b>10,1 Let</b>
--------------------------	-----------------



Obr. 17 Znárodnění ploch pro zateplení s popisem v [m<sup>2</sup>]

## Opatření č. 2 - Návrh solárních kolektorů pro TV

Opatření č. 2		Solární panely					
		Původní stav					
Celková energie dodaná do budovy							
Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,112	---	---	0,915	2,127	0,308	13,462
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Energie pro přípravu TV

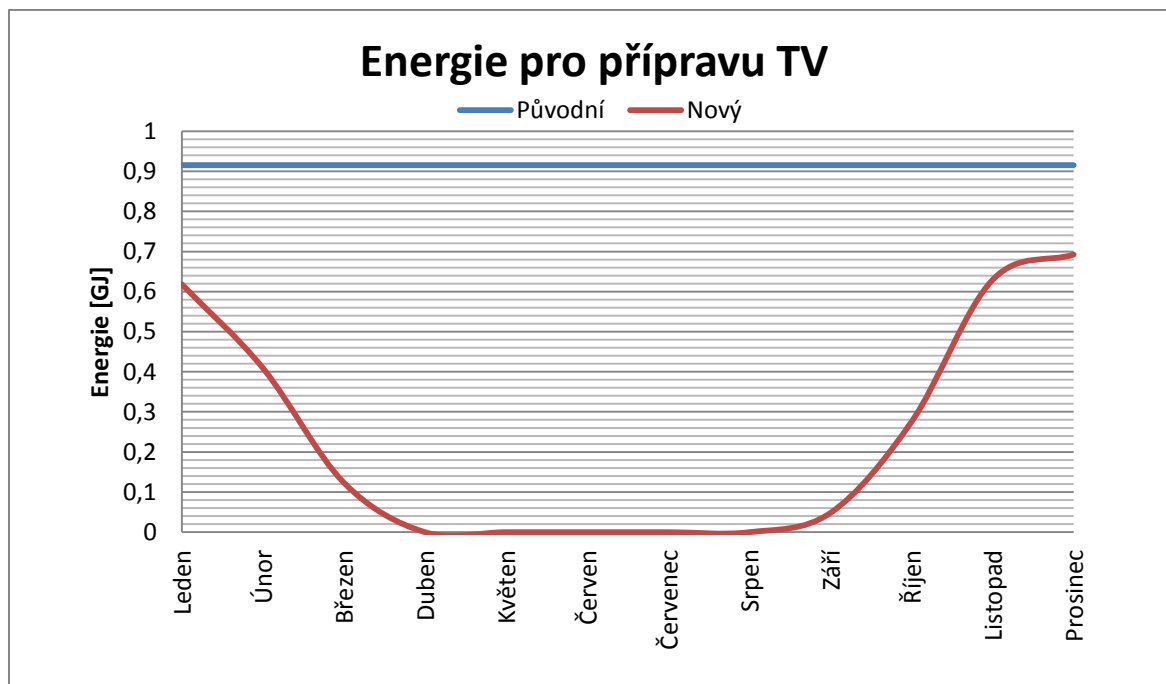
**10,98 GJ**

		Nový stav					
Celková energie dodaná do budovy							
Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,618	2,209	0,434	34,496
2	24,066	---	---	0,409	1,991	0,392	26,858
3	19,235	---	---	0,123	2,201	0,434	21,993
4	10,112	---	---	---	2,127	0,39	12,629
5	3,399	---	---	---	2,195	0,339	5,933
6	---	---	---	---	2,124	0,079	2,203
7	---	---	---	---	2,195	0,077	2,272
8	---	---	---	---	2,195	0,093	2,288
9	3,164	---	---	0,048	2,127	0,327	5,666
10	11,009	---	---	0,275	2,201	0,434	13,919
11	20,359	---	---	0,629	2,133	0,42	23,541
12	28,198	---	---	0,692	2,208	0,434	31,532

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Energie pro přípravu TV

**2,794 GJ**



<b>Opatření č. 2 Solární panely</b>		
<b>Původní stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,98 GJ	25,906 GJ

<b>Nový stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	2,794 GJ	25,906 GJ

	Ceny energií	
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ

<b>Úspory</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
<b>0 GJ</b>	<b>8,186 GJ</b>	<b>0 GJ</b>
<b>0 CZK</b>	<b>10636 CZK</b>	<b>0 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>10636 CZK</b>

Cena pořízení opatření - orientační					
č. položky	název	cena za MJ	MJ	množství	Cena
1	Cena za set	82788	Ks	1	82788
2	Uchycení a spojení	5400	Ks	1	5400
3	Práce	10000	Ks	1	10000
4	Potrubí	5500	Ks	1	5500
5					
6					
7					

<b>Celkem</b>	<b>103688 CZK</b>
---------------	-------------------

<b>Prostá návratnost</b>	<b>9,7 Let</b>
--------------------------	----------------



Obr. č. 18 Umístění solárních panelů na střeše

### Opatření č. 3 - Návrh fotovoltaických článků pro výrobu el. energie

Opatření č.		3						Fotovoltaické panely	
Původní stav									
Celková energie dodaná do budovy									
Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]		
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677		
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259		
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669		
4	10,112	---	---	0,915	2,127	0,308	13,462		
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797		
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065		
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137		
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137		
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421		
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443		
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715		
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639		

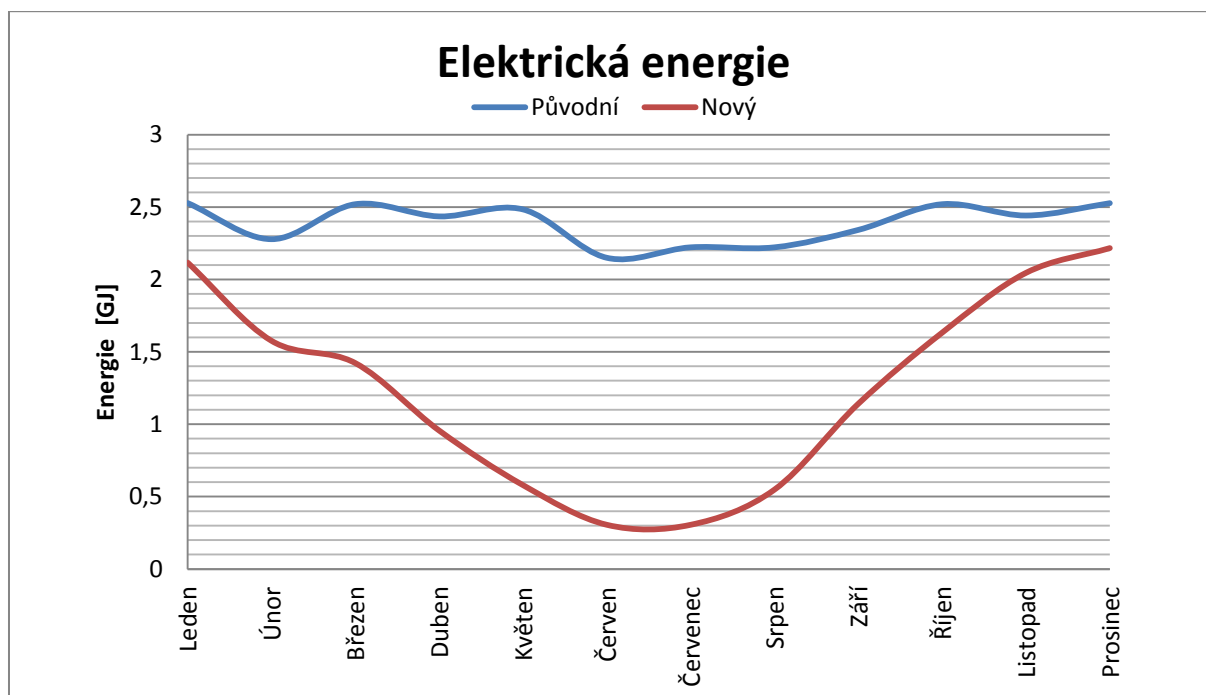
Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče) 25,906 GJ

Nový stav					
Produkce energie sol. systémy a kogenerací po měsících:					
Měsíc	Q,SC,W[GJ]	Q,SC,ht[GJ]	Q,PV,el[GJ]	Q,CHP,el[GJ]	Q,r [GJ]
1	---	---	0,535	---	---
2	---	---	0,912	---	---
3	---	---	1,426	---	---
4	---	---	1,922	---	---
5	---	---	2,476	---	---
6	---	---	2,399	---	---
7	---	---	2,492	---	---
8	---	---	2,176	---	---
9	---	---	1,562	---	---
10	---	---	1,153	---	---
11	---	---	0,515	---	---
12	---	---	0,403	---	---

Vysvětlivky: Q,SC,W je produkce energie solárními kolektory použitá pro přípravu TV, Q,SC,ht je produkce energie solárními kolektory použitá pro vytápění, Q,PV,el je produkce elektřiny fotovoltaickými články, Q,CHP,el je produkce elektřiny kogeneračními jednotkami a Q,r je zpětně získané teplo např. z odpadů.

Celková produkce: 17,971 GJ



<b>Opatření č. 3      Fotovoltaické panely</b>		
<b>Původní stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,985 GJ	25,906 GJ

<b>Nový stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,985 GJ	7,935 GJ

	Ceny energií	
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ

<b>Úspory</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
<b>0 GJ</b>	<b>0 GJ</b>	<b>17,971 GJ</b>
<b>0 CZK</b>	<b>0 CZK</b>	<b>23348,64 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>23349 CZK</b>

Cena pořízení opatření - orientační					
č. položky	název	cena za MJ	MJ	množství	Cena
1	Solární regulátor	5000	Ks	1	5000
2	Solární baterie	14100	Ks	1	14100
3	Jističe	950	Ks	1	950
4	Odpojovače	260	Ks	1	260
5	Panel (polykrys.)	6490	Ks	26	168740
6					
7					

<b>Celkem</b>	<b>189050 CZK</b>
---------------	-------------------

<b>Prostá návratnost</b>	<b>8,1 Let</b>
--------------------------	----------------



Obr. č. 19 Umístění fotovoltaických panelů na střeše

## Opatření č. 4 - Energeticky úsporná svítidla.

Opatření č.	4	Úsporné žárovky					
		Původní stav					

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,112	---	---	0,915	2,127	0,308	13,462
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče) 25,906 GJ

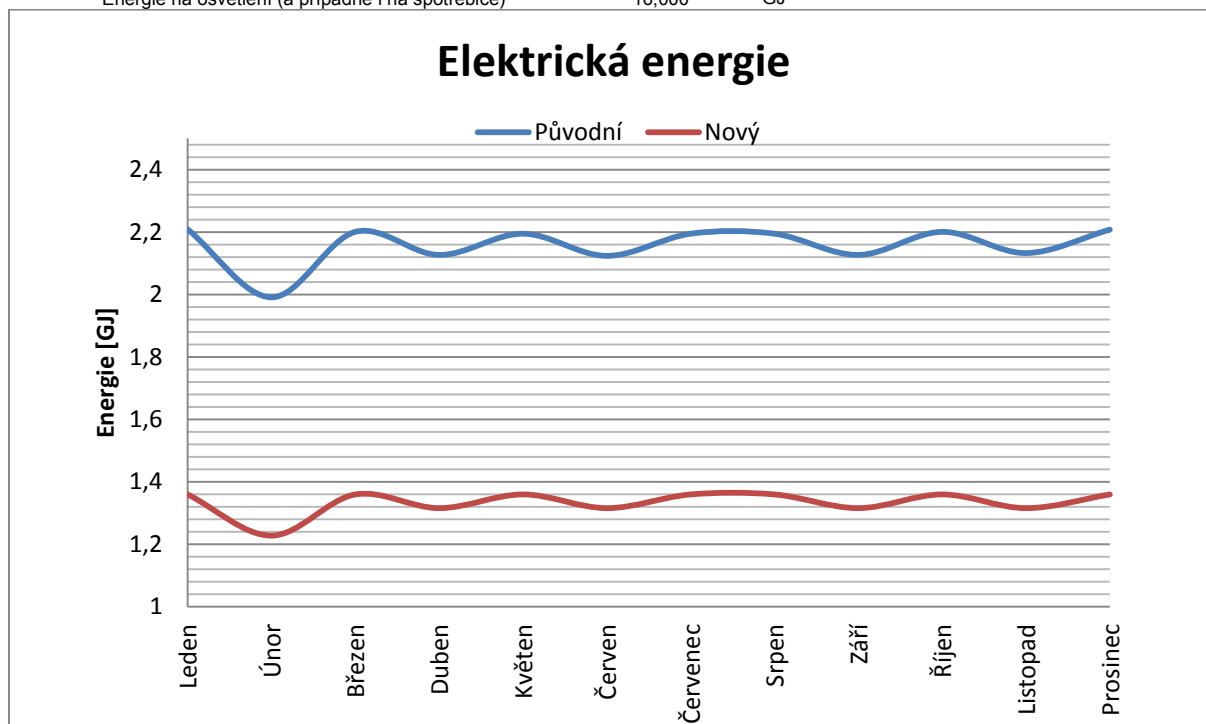
		Nový stav					
--	--	-----------	--	--	--	--	--

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	1,359	0,318	33,827
2	24,066	---	---	0,915	1,227	0,287	26,495
3	19,235	---	---	0,915	1,359	0,318	21,827
4	10,112	---	---	0,915	1,315	0,308	12,65
5	3,399	---	---	0,915	1,359	0,313	5,986
6	---	---	---	0,915	1,315	0,026	2,256
7	---	---	---	0,915	1,359	0,027	2,301
8	---	---	---	0,915	1,359	0,027	2,301
9	3,164	---	---	0,915	1,315	0,225	5,619
10	11,009	---	---	0,915	1,359	0,318	13,601
11	20,359	---	---	0,915	1,315	0,308	22,897
12	28,198	---	---	0,915	1,359	0,318	30,79

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče) 16,000 GJ



<b>Opatření č. 4 Úsporné žárovky</b>		
<b>Původní stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,985 GJ	25,906 GJ

<b>Nový stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,985 GJ	16,000 GJ

	Ceny energií	
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ

<b>Úspory</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
<b>0 GJ</b>	<b>0 GJ</b>	<b>9,906 GJ</b>
<b>0 CZK</b>	<b>0 CZK</b>	<b>12870,27 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>12870 CZK</b>

Cena pořízení opatření - orientační					
č. položky	název	cena za MJ	MJ	množství	Cena
1	úsporná žárovka	120	Ks	12	1440
2					
3					
4					
5					
6					
7					

<b>Celkem</b>	<b>1440 CZK</b>
---------------	-----------------

<b>Prostá návratnost</b>	<b>0,1 Let</b>
--------------------------	----------------



*Obr. č. 20 Ukázka úsporného svítidla*

## Opatření č. 5 - Rekonstrukce otopného systému.

Opatření č. 5	Rekonstrukce otopného systému
---------------	-------------------------------

Původní stav

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,112	---	---	0,915	2,127	0,308	13,462
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: **150,775 GJ**

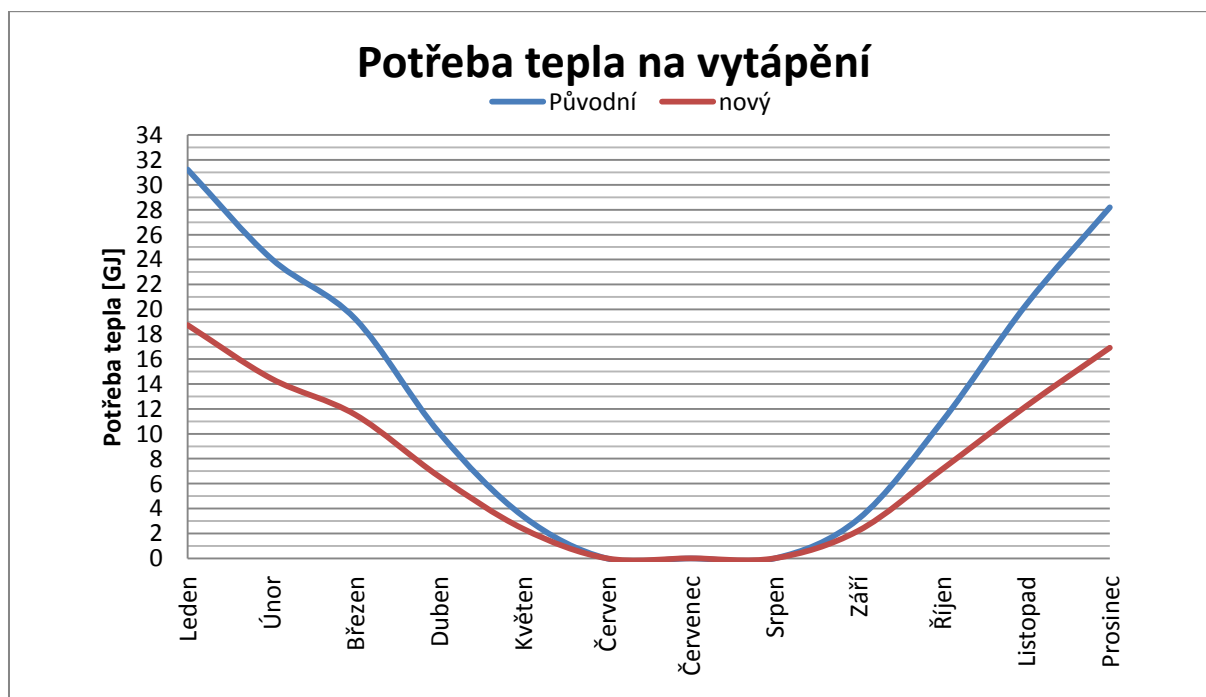
Nový stav

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	18,741	---	---	0,915	2,209	0,318	22,183
2	14,4396	---	---	0,915	1,991	0,287	17,6326
3	11,541	---	---	0,915	2,201	0,318	14,975
4	6,5728	---	---	0,915	2,127	0,308	9,9228
5	2,3793	---	---	0,915	2,195	0,288	5,7773
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	2,2148	---	---	0,915	2,127	0,215	5,4718
10	7,15585	---	---	0,915	2,201	0,318	10,58985
11	12,2154	---	---	0,915	2,133	0,308	15,5714
12	16,9188	---	---	0,915	2,208	0,318	20,3598

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: **92,179**



<b>Opatření č. 5      Rekonstrukce otopného systému</b>		
<b>Původní stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
150,775 GJ	10,985 GJ	28,664 GJ

<b>Nový stav</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
92,17855 GJ	10,985 GJ	28,664 GJ

Ceny energií		
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ

<b>Úspory</b>		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	Osvětlení a pom. energie
<b>58,59645 GJ</b>	<b>0 GJ</b>	<b>0 GJ</b>
<b>22908,87 CZK</b>	<b>0 CZK</b>	<b>0 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>22909 CZK</b>

Cena pořízení opatření - orientační					
č. položky	název	cena za MJ	MJ	množství	Cena
1	OT KORADO	56841	set	1	56841
2	Cu -potrubí	187	m	120	22440
3	Kotel THERM 14	42229	Ks	1	42229
4	Práce	25000	Ks	1	25000
5	MaR	8200	Ks	1	8200
6	Odkouření	3350	Ks	1	3350
7					0

<b>Celkem</b>	<b>158060 CZK</b>
---------------	-------------------

<b>Prostá návratnost</b>	<b>6,9 let</b>
--------------------------	----------------



Obr. č. 21 - Kondenzační kotel THERM 14.KDZ.A

### 3.4.7. Definování variant

Z pěti výše popsaných úsporných opatření byly sestaveny tři varianty, které budou níže popsány, ekonomicky vyhodnoceny a bude vybrána nejvýhodnější z variant pro investora, která bude doporučena k provedení úsporných opatření.

#### Varianta I.

První varianta je vzhledem k pozitivním prostým dobám návratnosti u všech opatření souhrn všech uvedených opatření a měla by vést k maximálnímu minimalizování provozních nákladů pro objekt.

#### Varianta II.

Druhá varianta řeší vzhledem k nedostatečným zdrojům investora opatření č. 1, 4, 5. Tato varianta zahrnuje nutnou rekonstrukci otopné soustavy a zateplení objektu. Výměna svítidel vzhledem k rychlé návratnosti investic je také započítána.

#### Varianta III.

V poslední variantě je uvažováno s variantou č. 1, 2, 4, 5. Jedná se o zateplení objektu, výměnu svítidel, rekonstrukci otopného systému a pořízení solárního systému pro přípravu TV.

### Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické zhodnocení je řešeno za předpokladu, že navržená opatření a varianty budou financovány z vlastních zdrojů stavebníka bez uvažování úvěrů a dotací. Ekonomické hodnocení bude provedeno na základě několika kritérií.

- Prostá doba návratnosti  $T_s$

Prostá návratnost investic ( nezohledňuje změnu hodnoty v čase)

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

IN ... investiční náklady na opatření

CF ... roční přínosy projektu (cash flow)

- Reálná doba návratnosti, doba splacení investic při uvažování diskontní sazby  $T_{sd}$  (zohledňuje návratnost investic s časovým znehodnocení financí)

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

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

$r$  ... diskont

$(1+r)^{-t}$  ... odúročitel

- Čistá současná hodnota (NPV)

Určuje přírůstek zdrojů vyvolaný investováním. Jde o hodnocení projektu v rámci jeho celého cyklu. Při kladné hodnotě NPV je investice výnosná. Při záporné ztrátová.

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

$T_z$  ... doba životnosti (hodnocení) projektu

- Vnitřní výnosové procento (IRR)

Vnitřní výnosové procento vyjadřuje výnosnost projektu (v procentech) za celé hodnocené období investic. Jedná se o měřítko efektivnosti investic.

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

### **Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí**

Budova je zásobována teplem a teplou vodou z vlastních zdrojů, kterým je plynový kotel, kde je vstupní palivo zemní plyn. Elektřina je distribuována společností E.ON. Vyhodnocení bylo provedeno na základě údajů a požadavků uvedených ve vyhlášce č. 352/2002 Sb.

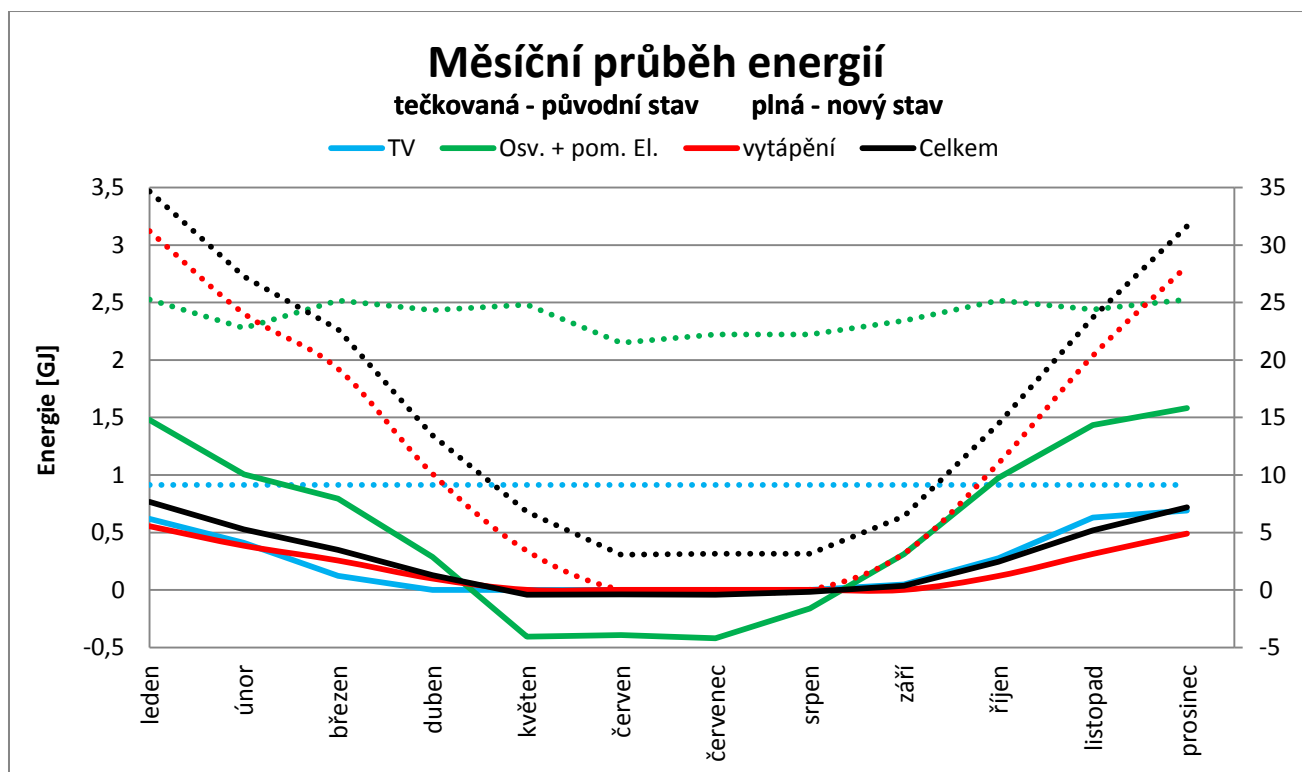
Z hlediska ochrany životního prostředí je výhodnější varianta I, obsahuje opatření, která vykazují nejnižší dopad na životní prostředí, ale z důvodů vysokých prvotních investic nebude realizována.

Varianta I.							
Původní stav							
Celková energie po měsících							
Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,11	---	---	0,915	2,127	0,308	13,46
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639
<b>Σ [GJ]</b>	<b>150,775</b>			<b>10,985</b>	<b>28,664</b>		<b>190,419</b>

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Nový stav								
Celková energie po měsících:								
Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,PV,el[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	5,553	---	---	0,618	1,359	0,532	0,411	7,651
2	3,8514	---	---	0,409	1,227	0,481	0,702	5,2664
3	2,5572	---	---	0,123	1,359	0,532	1,097	3,4742
4	0,988	---	---	---	1,315	0,452	1,479	1,276
5	---	---	---	---	1,359	0,138	1,904	-0,407
6	---	---	---	---	1,315	0,137	1,845	-0,393
7	---	---	---	---	1,359	0,137	1,917	-0,421
8	---	---	---	---	1,359	0,154	1,674	-0,161
9	---	---	---	0,048	1,315	0,197	1,201	0,359
10	1,21095	---	---	0,275	1,359	0,502	0,887	2,45995
11	3,1326	---	---	0,629	1,315	0,515	0,396	5,1956
12	4,9092	---	---	0,692	1,359	0,532	0,31	7,1822
<b>Σ [GJ]</b>	<b>22,20235</b>			<b>2,794</b>		<b>6,486</b>		<b>31,48235</b>

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,PV,el je produkce elektřiny fotovoltaickými články a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.



Varianta I.		
Opatření č. 1	Zateplení objektu a výměna oken	
Opatření č. 2	Solární panely	
Opatření č. 3	Fotovoltaické panely	
Opatření č. 4	Úsporné žárovky	
Opatření č. 5	Rekonstrukce otopného systému	
Původní stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
150,775 GJ	10,985 GJ	28,664 GJ

Nový stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
22,20235 GJ	2,794 GJ	6,486 GJ

Ceny energií			
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ	
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ	

Úspory		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
<b>128,5727 GJ</b>	<b>8,191 GJ</b>	<b>22,178 GJ</b>
<b>50266,76 CZK</b>	<b>10642,07 CZK</b>	<b>28814,54 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>89723 CZK</b>

Cena zřízení varianty			
č. položky	Opatření č.	cena za MJ	Cena
1	1	Zateplení objektu a výměna oken	451721
2	2	Solární panely	103688
3	3	Fotovoltaické panely	150110
4	4	Úsporné žárovky	1440
5	5	Rekonstrukce otopného systému	158060

<b>Celkem</b>	<b>865019 CZK</b>
---------------	-------------------

Ekonomické vyhodnocení po dobu životnosti 20 let			
$T_s$ [let]	$T_{sd}$ [let]	NPV [Kč]	IRR [%]
<b>9,6</b>	<b>11,5</b>	<b>342 856</b>	<b>9,8%</b>

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí [kg/rok]						
Znečišťující látky	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	No <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
Výchozí stav	4,21	20,63	23,88	0,26	5,68	20 800
Po realizaci	0,98	4,83	5,03	0,04	1,22	4 181
<b>Rozdíl</b>	<b>3,23</b>	<b>15,8</b>	<b>18,85</b>	<b>0,22</b>	<b>4,46</b>	<b>16619</b>

**Varianta II.** **Původní stav**

Celková energie po měsících

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,11	---	---	0,915	2,127	0,308	13,46
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639
<b>Σ [GJ]</b>	<b>150,775</b>			<b>10,985</b>	<b>28,664</b>		<b>190,419</b>

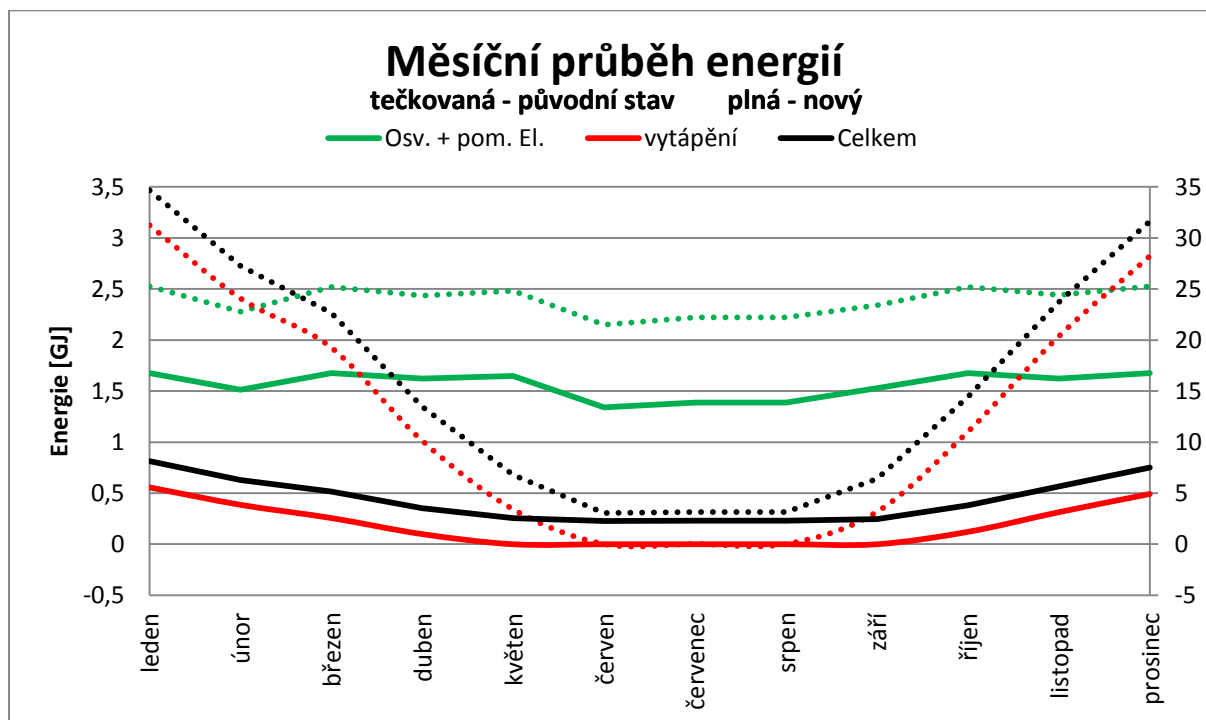
Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

**Nový stav**

Celková energie po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	5,553	---	---	0,915	1,359	0,318	8,145
2	3,8514	---	---	0,915	1,227	0,287	6,2804
3	2,5572	---	---	0,915	1,359	0,318	5,1492
4	0,988	---	---	0,915	1,315	0,308	3,526
5	---	---	---	0,915	1,359	0,288	2,562
6	---	---	---	0,915	1,315	0,026	2,256
7	---	---	---	0,915	1,359	0,027	2,301
8	---	---	---	0,915	1,359	0,027	2,301
9	---	---	---	0,915	1,315	0,215	2,445
10	1,21095	---	---	0,915	1,359	0,318	3,80295
11	3,1326	---	---	0,915	1,315	0,308	5,6706
12	4,9092	---	---	0,915	1,359	0,318	7,5012
<b>Σ [GJ]</b>	<b>22,20235</b>			<b>10,985</b>	<b>18,758</b>		<b>51,94035</b>

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.



Varianta II.		
Opatření č. 1	Zateplení objektu a výměna oken	
Opatření č. 4	Úsporné žárovky	
Opatření č. 5	Rekonstrukce otopného systému	
Původní stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
150,775 GJ	10,985 GJ	28,664 GJ

Nový stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
22,20235 GJ	10,985 GJ	18,758 GJ

Ceny energií

Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ

Úspory		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
<b>128,5727 GJ</b>	<b>0 GJ</b>	<b>9,906 GJ</b>
<b>50266,76 CZK</b>	<b>0 CZK</b>	<b>12870,27 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>63137 CZK</b>

Cena zřízení varianty			
č. položky	Opatření č.	cena za MJ	Cena
1	1	Zateplení objektu a výměna oken	451721
2	4	Úsporné žárovky	1440
3	5	Rekonstrukce otopného systému	158060
4			
5			

<b>Celkem</b>	<b>611221 CZK</b>
---------------	-------------------

Ekonomické vyhodnocení po dobu životnosti 20 let			
$T_s$ [let]	$T_{sd}$ [let]	NPV [Kč]	IRR [%]
<b>9,7</b>	<b>11,7</b>	<b>238 743</b>	<b>9,7%</b>

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí [kg/rok]						
Znečišťující látky	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	No <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
Výchozí stav	4,21	20,63	23,88	0,26	5,68	20 800
Po realizaci	3,11	15,47	14,06	0,04	3,49	10 832
<b>Rozdíl</b>	<b>1,1</b>	<b>5,16</b>	<b>9,82</b>	<b>0,22</b>	<b>2,19</b>	<b>9968</b>

**Varianta III. Původní stav**

Celková energie po měsících

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	31,235	---	---	0,915	2,209	0,318	34,677
2	24,066	---	---	0,915	1,991	0,287	27,259
3	19,235	---	---	0,915	2,201	0,318	22,669
4	10,11	---	---	0,915	2,127	0,308	13,46
5	3,399	---	---	0,915	2,195	0,288	6,797
6	---	---	---	0,915	2,124	0,026	3,065
7	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
8	---	---	---	0,915	2,195	0,027	3,137
9	3,164	---	---	0,915	2,127	0,215	6,421
10	11,009	---	---	0,915	2,201	0,318	14,443
11	20,359	---	---	0,915	2,133	0,308	23,715
12	28,198	---	---	0,915	2,208	0,318	31,639
<b>Σ [GJ]</b>	<b>150,775</b>			<b>10,985</b>	<b>28,664</b>		<b>190,419</b>

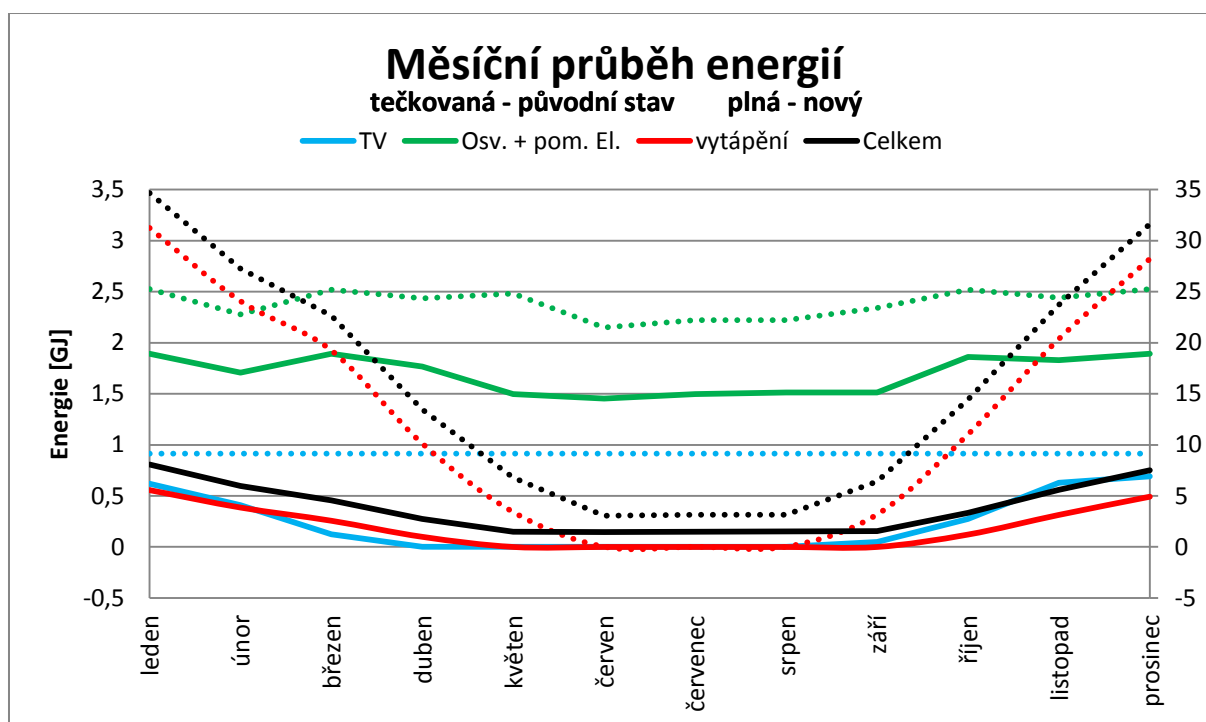
Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

**Nový stav**

Celková energie po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	5,553	---	---	0,618	1,359	0,532	8,062
2	3,8514	---	---	0,409	1,227	0,481	5,9684
3	2,5572	---	---	0,123	1,359	0,532	4,5712
4	0,988	---	---	---	1,315	0,452	2,755
5	---	---	---	---	1,359	0,138	1,497
6	---	---	---	---	1,315	0,137	1,452
7	---	---	---	---	1,359	0,137	1,496
8	---	---	---	---	1,359	0,154	1,513
9	---	---	---	0,048	1,315	0,197	1,56
10	1,21095	---	---	0,275	1,359	0,502	3,34695
11	3,1326	---	---	0,629	1,315	0,515	5,5916
12	4,9092	---	---	0,692	1,359	0,532	7,4922
<b>Σ [GJ]</b>	<b>22,20235</b>			<b>2,799</b>	<b>20,309</b>		<b>45,30535</b>

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) Q,PV,el je produkce elektřiny fotovoltaickými články a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.



Varianta III.		
Opatření č. 1	Zateplení objektu a výměna oken	
Opatření č. 2	Solární panely	
Opatření č. 4	Úsporné žárovky	
Opatření č. 5	Rekonstrukce otopného systému	
Původní stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
150,775 GJ	10,985 GJ	28,664 GJ

Nový stav		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
22,20235 GJ	2,799 GJ	20,309 GJ

Ceny energií			
Zemní plyn	1,086 Kč/kWh	390,960 Kč/GJ	
El. Energie	3,609 Kč/kWh	1299,240 Kč/GJ	

Úspory		
Energie pro vytápění	Energie pro přípravu TV	En.pro osvětlení a pomoc. en.
<b>128,5727 GJ</b>	<b>8,186 GJ</b>	<b>8,355 GJ</b>
<b>50266,76 CZK</b>	<b>10635,58 CZK</b>	<b>10855,15 CZK</b>
<b>Celkem:</b>		<b>71757 CZK</b>

Cena zřízení varianty			
č. položky	Opatření č.	cena za MJ	Cena
1	1	Zateplení objektu a výměna oken	451721
2	2	Solární panely	103688
3	4	Úsporné žárovky	1440
4	5	Rekonstrukce otopného systému	158060
5			

<b>Celkem</b>	<b>714909 CZK</b>
---------------	-------------------

Ekonomické vyhodnocení po dobu životnosti 20 let			
$T_s$ [let]	$T_{sd}$ [let]	NPV [Kč]	IRR [%]
10,0	14,1	179 348	7,8%

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí [kg/rok]						
Znečišťující látky	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	No <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
Výchozí stav	4,21	20,63	23,88	0,26	5,68	20 800
Po realizaci	2,42	12,02	11,13	0,04	2,76	8 675
Rozdíl	<b>1,79</b>	<b>8,61</b>	<b>12,75</b>	<b>0,22</b>	<b>2,92</b>	<b>12125</b>

### 3.4.8. Závěrečné stanovisko

Po ekonomickém a ekologickém zhodnocení doporučuji variantu I. Tato varianta obsahuje všechna výše popsaná opatření, zateplení obvodových konstrukcí objektu, zateplení části stropu a podlah v suterénu, zateplení podlah nad obytnými místnostmi. Varianta dále uvažuje s využitím solárních panelů pro ohřev TV, fotovoltaických panelů pro výrobu elektrické energie. Dalším opatřením je kompletní rekonstrukce otopného systému z důvodů zastaralosti systému a s přihlédnutím k novým tepelným požadavkům budovy po zateplení. Posledním opatřením této varianty je výměna starých neekonomických svítidel za moderní svítidla nízkenergetické třídy.

Tato varianta je nejnáročnější na vstupní investice potřebné k realizaci, ovšem vykazuje nejlepší ekonomické ukazatele  $T_s$ ,  $T_{sd}$ , NPV a IRR, také dále vykazuje nejlepší výsledky z hlediska ochrany životního prostředí. Přehled těchto výsledků je znázorněn v tabulce níže.

Ekonomické vyhodnocení po dobu životnosti 20 let			
$T_s$ [let]	$T_{sd}$ [let]	NPV [Kč]	IRR [%]
9,5	11,5	342 856	9,8%

$T_s$  - Prostá doba návratnosti

$T_{sd}$  - Reálná doba návratnosti

NPV - Čistá současná hodnota

IRR - Vnitřní výnosové procento

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí [kg/rok]						
Znečišťující látka	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
Výchozí stav	4,21	20,63	23,88	0,26	5,68	20 800
Po realizaci	0,98	4,83	5,03	0,04	1,22	4 181
Rozdíl	3,23	15,8	18,85	0,22	4,46	16619

SO<sub>2</sub> - oxid siřičitý

NO<sub>x</sub> - oxidy dusíku

C<sub>x</sub>H<sub>x</sub> - uhlovodíky

CO - oxid uhelnatý

CO<sub>2</sub> - oxid uhličitý

#### 4. evidenční list energetického posudku

##### Evidenční list energetického posudku

podle § 9a odst. 2 písm. b) zákona č. 406/2000Sb., o hospodaření energií, ve znění  
pozdějších předpisů

Evidenční číslo 00000999/9999

#### 1. Část -Identifikační údaje

##### 1. Jméno (jména) příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EP

Bc. Marie Bohutínská

##### 2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, popřípadě adresa pro doručování

a) ulice

Pocoucov

b) č.p./č.o.

23

c) část obce

Pocoucov

d) obec

Třebíč

e) PSČ

674 01

f) email

g) telefon

568823483

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo  
přiděleno

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

b) kontakt

5. Předmět energetického posudku

a) název

Rodinný dům

b) adresa nebo umístění

Třebíč, Pocoucov 23 674 01 Třebíč

c) popis předmětu EP

Objektem je rodinný dům vystavěný ve dvou etapách. První roku 1925 a druhou dostavbou a nástavbou z roku 1975. Rodinný dům se skládá ze dvou pater. První je částečně zasazené do terénu a slouží k bytovým účelům a jako skladovací prostor. Druhé podlaží, nad kterým se nachází půdní prostor, slouží zcela k obytným účelům. Rodinný dům je postaven z různorodých materiálů převážně z kameniny a škvárobetonových tvárnic.

## 2. Část - Doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budov

### 1. Stavební prvky a konstrukce budovy

Objekt bude zateplen po celém obvodu a to kontaktním zateplovacím systémem z polystyrénu tloušťky 12cm. Stropní konstrukce budou zatepleny polystyrénem tl. 8cm.

### 2. Technické systémy budovy

V objektu je třeba zrekonstruovat stávající otopnou soustavu a nahradit ji novou nízkoteplotní soustavou. Příprava teplé vody bude zajišťována solárními panely.

### 3. Obsluha a provoz systémů budovy

Provoz systému bude plně automatický na základě vstupních požadavků stavebníka.

## 3. Část - Údaje o posuzovaném návrhu výsledných doporučených opatření

### 1. Popis návrhu výsledných doporučených opatření

Pro objekt je navrženo 5 opatření sestavených do 3 různých variant. První varianta zahrnuje všechna navržená opatření. Opatření se zabývá zateplením objektu, solárním systémem pro přípravu TV, fotovoltaickými panely pro výrobu el. energie, novými úspornými svídky a rekonstrukcí OS.

### 2. Základní energetické, ekologické, ekonomické a technické údaje

Zřízením varianty I se uspoří cca 160GJ energie a 90.000 Kč, opatření se reálně vrátí do 10let. Úspory emisí jsou u tuhých látek 3,3kg/rok, 15,8 kg/rok - SO<sub>2</sub>, 18,8kg/rok - NO<sub>x</sub> a 4,5kg/rok CO.

#### 4. Část - Doporučení a podmínky proveditelnosti

##### 1. Doporučení

Při provádění opatření je nutné nejprve vypracovat projektovou dokumentaci a u montáží panelů na střešní konstrukci je nutné vyjádření statika k únosnosti střechy.

##### 2. Podmínky proveditelnosti

Veškeré výsledky v posudku jsou reálné za podmínek financování opatření z vlastních zdrojů.

#### 5. Část - Údaje o energetickém specialistovi

##### 1. Jméno (jména) a příjmení

Zdeněk Bohutínský

##### Titul

Bc.

##### 2. Číslo oprávnění v seznamu energ. Specialistů

XXXXXXX

##### 3. Datum vydání oprávnění

5.6.2012

##### 4. Datum posledního průběžného vzdělání

5.6.2012

##### 5. Podpis

##### 6. Datum

12.12.2013

## **C. PROJEKT**

## **C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA**

# 1. Úvod

## 1.1. Umístění a popis objektu

Projekt řeší teplovodní vytápění rodinného domu. Tento objekt je umístěn na katastrálním území města Třebíč v nadmořské výšce přibližně 441 m n. m. Jedná se o zděný objekt z škvárobetonových tvárnic a kamene, stropy jsou řešeny pomocí traverz a desek Hurdis, střecha sedlová. Budova má 2 nadzemní podlaží. První podlaží z části osazené do terénu sloužící jako skladovací prostory. Celková zastavěná plocha 195,95m<sup>2</sup>. Okna i dveře jsou plastová.

## 1.2. Popis provozu objektu

Objekt bude trvale využíván k obytným účelům. Předpokládaná kapacita rodinného domu je 5 osob.

# 2. Podklady

Podkladem pro zpracování projektu ústředního vytápění je výkresová dokumentace stavby.

Technické normy

Hygienické předpisy

## 2.1. Použité předpisy a technické normy

- Nařízení vlády č. 361/2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Vyhl. MMRČR č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb
- Vyhl. MMRČR č.193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřního rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhl. MMRČR 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody. Vodoměrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy budovách - výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž
- ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody
- ČSN 06 0330 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení
- ČSN 73 0540 - 2 - Tepelná ochrana budov - Požadavky
- ČSN 73 0540 - 3 - Tepelná ochrana budov - Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení
- ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

### 3. Tepelné ztráty a potřeba tepla

#### 3.1. Provoz

- Tip provozu celoroční provoz.
- Počet pracovních dnů v týdnu 7
- Počet pracovních dnů v roce 365
- Provozní režim přerušovaný

#### 3.2. Klimatické poměry

Lokalita	Třebíč.
Nadmořská výška	441 m n. m.
Výpočtová venkovní teplota $t_e =$	-15 °C
Roční průměrná venkovní	4,1 °C
Počet otopných dnů v roce	263
Budova není chráněna okolní zástavbou	

#### 3.3. Vnitřní teploty

Sklady	5 °C
Technická místnost	5 °C
Schodiště	15 °C
Chodba	18 °C
Obývací pokoj, pracovna, kuchyň, ložnice, dětský pokoj, WC	20 °C
Koupelny	24 °C

#### 3.4. Tepelně-technické parametry konstrukcí

Výpočtové tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí vycházejí z navržených konstrukcí stavebních prvků a jsou v souladu s požadavky ČSN 73 0540 – 2:2011.

Celková výpočtová tepelná ztráta objektu je 9,839 kW.

#### 3.5. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Potřeba tepla pro vytápění je stanovena včetně potřeby tepla pro ohřev vzduchu při infiltraci a při přirozeném větrání a pro celoroční ohřev teplé vody.

Potřeba tepla pro vytápění	22,20 GJ/rok.
Potřeba tepla pro ohřev TV	10,98 GJ/rok.
Potřeba tepla pro vytápění a ohřev TV je	33,18 GJ/rok.

### **3.6. Parametry teplotní látky**

Teplotní spád pro OT

55/45 °C

## **4. Zdroj tepla**

### **4.1. Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody**

Jako zdroj tepla pro vytápění je navržen nástěnný kondenzační kotel THERM 14KDZ.A zapojený dle dokumentace společnosti THERMONA kotel je umístěn v technické místnosti č. 103 v 1.NP, má regulovaný výkon od 2,6 do 14,6kW.

Kotel je vybaven oběhovým čerpadlem WILO Yonos PARA RSL 15/6 na vratu potrubí. Čerpadlo zajišťuje oběh vody v otopném systému. Kotel obsahuje vlastní pojišťovací ventil a expanzní nádobu.

### **4.2. Zabezpečovací zařízení**

Zabezpečovací zařízení bude chránit otopnou soustavu proti překročení nejvyššího pracovního přetlaku nebo podtlaku, překročení nejvyšší pracovní teploty a nedostatku vody.

Kondenzační kotel má svoji tlakovou expanzní nádobu s membránou o objemu 6l. Tato nádoba je dostačující pro zabezpečení otopného systému, a tak nebude navrhována žádná další expanzní nádoba. Expanzní potrubí bylo spočítáno na DN15, je nutno ověřit propojení expanzní nádoby v kotli u výrobce THERMONA. Kotel obsahuje svůj vlastní pojistný ventil, tento ventil je nutno ověřit u výrobce, zda je pro otopnou soustavu dostačující.

### **4.3. Kouřovod**

Kouřovod kotle bude tvořen koaxiálním plastovým potrubím o světlosti 60/100mm. Koaxiální potrubí bude dodáno výrobcem kotle. Kouřovod bude vyveden přes stěnu, na které je kotel namontován, do venkovního prostředí, ve výšce 650 cm nad střechou vedlejšího objektu a ukončen komínovou hlavicí.

## **5. Otopná soustava**

### **5.1. Popis otopné soustavy**

Otopná soustava bude teplovodní dvoutrubková uzavřená se spodním rozvodem a nuceným oběhem topné vody.

Potrubí otopné soustavy v neobydlených místnostech bude izolováno. Teplotní spád pro vytápění bude 55/45°C.

Veškeré trubní rozvody budou z měděných trubek SUPERSUN firmy KTO international spojovaných pájecími spoji. Potrubí bude vedeno po stavebních konstrukcích. Stoupací potrubí v místě prostupu stropní konstrukcí bude opatřeno chráničkou.

## **5.2. Čerpací technika**

Nucený oběh topné vody bude zajištěn čerpadlem WILO Yonos PARA RSL 15/6 na vratu potrubí, které je součástí kotle a je dostačující pro otopný systém.

## **5.3. Plnění a vypouštění otopné soustavy**

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou z domovního vodovodu. Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty ve spodních částech otopného systému přes zátku deskových otopných těles.

## **5.4. Otopné plochy**

V místnostech jsou navržena ocelová desková otopná tělesa KORADO v provedení RADIK VK a KORALUX RONDO CLASSIC. Tělesa budou umístována dle výkresové dokumentace (část C). V celém objektu jsou převážně užitá otopná tělesa o výšce 600mm, dále jedno těleso výšky 900mm a trubková otopná tělesa o výškách 1820 a 700mm.

## **5.5. Rozvod potrubí**

Použité potrubí pro rozvod topné vody je od firmy KTO international s.r.o. z materiálu Cu typ SUPERSAN, vedení dle výkresové dokumentace. Napojení na otopná tělesa bude přes sadu fitinků firmy KTO international.

Rozvody potrubí v 1.NP jsou vedeny převážně pod stropem dle výkresové dokumentace. V nebytových částech objektu opatřeno je potrubí opatřeno tepelnou izolací dle projektu.

## **5.6. Regulace a měření**

Provoz kotle, otopná soustava a ohřev teplé vody budou řízeny ekvitermní regulátorem dodaným firmou THERMONA, regulátorem Honeywell CM 707. Zapojení a řešení regulace není součástí tohoto projektu. Veškerá otopná tělesa budou vybavena termostatickými ventily s hlavicemi. Umístění termostatu bude dle doporučení firmy Honeywell v obývací místnosti č. 202 a bude komunikovat s regulační jednotkou umístěnou v místnosti č. 109. Otopné těleso v místnosti č. 202 s umístěným termostatem nebude opatřeno termostatickou hlavicí.

## **5.7. Izolace potrubí**

Trubní rozvody vedeny v nebytových prostorách budou izolovány pomocí izolací MIRELON, potrubí tloušťky 22×1 izolováno izolantem tloušťky 30mm vyhovujícím požadavkům vyhlášky č. 193/2007

## **5.8. Ohřev teplé vody**

V technické místnosti číslo 103 bude nainstalován nepřímotopný ohřivač teplé vody OKC 300 NTRR/SOL firmy Dražice. Tento ohřivač je navržen a připraven pro budoucí propojení k solárním kolektorům.

Kotel THERM 14 KDZ.A má větev určenou přímo pro ohřev TV a tato větev bude přivedena k nepřímotopnému ohřivači dle projektové dokumentace.

## **6. Požadavky na ostatní profese**

### **6.1. Stavební práce**

Pro instalaci zařízení je nutné zřízení prostupů a drážek pro rozvody topné soustavy v jednotlivých podlažích.

### **6.2. Zdravotechnika**

Pro správný chod vytápěcího systému, z důvodů napojení na otopný systém u kotle a doplnění vody do otopného systému, je nutné přivést studenou vodu do blízkosti technické místnosti

Nutno překontrolovat funkčnost podlahové vpusti v technické místnosti.

### **6.3. Plynofikace**

Zajistit přívod plynu pro kondenzační kotel v kotelně.

### **6.4. Elektroinstalace**

Pro napojení kotle a regulátoru na elektrickou instalaci je nutné zřídit do blízkosti kotle samostatně jištěné přívody ukončené zásuvkami s proudem 230 V.

Pro napojení venkovního snímače teploty je nutno instalovat kabelové vedení od kotle na chráněné místo na neosluněné části budovy.

Jmenovitý el. příkon:

1x kotel Therm 14 KDZ.A: 66W

Nutné zajištění přívodu el. energie k elektronickým regulátorům otopného systému (termostat).

## **7. Montáž, uvedení do provozu a provoz**

### **7.1. Zdroj**

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení.

### **7.2. Otopná soustava**

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se řídí dle ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením o zácviu vystaveným firmou použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení zkoušky těsnosti instalovaného zařízení.

### **7.3. Topná zkouška, tlaková zkouška**

Uvedení otopné teplovodní soustavy do provozu spočívá zejména v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky dle normy ČSN 06 0310.

Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěna netěsnost ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou.

Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 24 hodin. Součástí topné zkoušky bude nastavení regulačních ventilů otopných těles tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Před zahájením topné zkoušky musí být provedeno autorizované uvedení kotlů do provozu.

Zkouškou bude prokázána:

- správná funkce armatur
- rovnoměrné ohřívání otopných těles
- dosažení technických předpokladů projektu
- správná funkce technických a regulačních zařízení
- správná funkce zabezpečovacích zařízení
- dostatečný výkon zařízení
- výkon zdroje pro ohřev TV
- dosažení projektové účinnosti topného zdroje a dodržení emisních limitů

Tlaková zkouška se provede přetlakem vody minimálně 300 kPa. Kontrolu těsnosti prověří jednak prohlídka zařízení a jednak případný pokles zkušebního přetlaku. Zkouška vyhoví, pokud není zjištěn únik a neklesne zkušební přetlak.

#### **7.4. Způsob obsluhy a ovládání**

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou, spočívající v kontrole funkce zřízení a v korekci nastavených uživatelských parametrů. Osoba obsluhující zařízení musí být prokazatelně seznámena s bezpečnostními a provozními podmínkami zařízení a v obsluze zacvičena a musí mít dispozici návody k obsluze zařízení.

### **8. Ochrana zdraví a životního prostředí**

#### **8.1. Vlivy na životní prostředí**

Instalací a provozem otopné soustavy nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

#### **8.2. Hospodaření s odpady**

Při instalaci a provozu zařízení je nutno plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

### **9. Bezpečnost a požární ochrana**

#### **9.1. Požární ochrana**

Při instalaci a provozu zařízení jsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu stanovených v ČSN 73 0810.

#### **9.2. Bezpečnost při realizaci díla**

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel ve smyslu zákona č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce) a vyhlášky č. 324/1990 – bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby (fyzické i právnické) s odpovídající kvalifikací.

### **9.3. Bezpečnost při provozu a užívání zařízení**

Při provozu zařízení jej smí obsluhovat pouze zaškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

v Brně dne: .....

Vypracoval:.....

## **ZÁVĚR:**

Rodinný dům byl analyzován a zadán do programu ENERGIE 2010, dále byly vstupní hodnoty v softwaru upravovány tak, aby se výsledky z programu blížili fakturačním údajům, které byli k dispozici za posledních 5let.

Po sladění softwaru s fakturačními údaji objektu, byla do softwaru zadána jednotlivá opatření (celkem pět) a zaznamenány výsledné potřeby energií objektu po realizaci opatření. Tato opatření byla rozdělena do tří variant a tyto byly zadány do softwaru a zapsány výsledné požadavky energií pro objekt. Jednotlivé varianty a opatření jsou zaznamenány v tabulkách a graficky znázorněny potřeby energií pro jednotlivé měsíce. Tabulkově i graficky jsou zpracovány i jednotlivé varianty, u těchto variant je zpracována ekonomická návratnost i ekologické vyhodnocení. V poslední části energetického posudku je shrnutí opatření a doporučení nejvhodnější varianty z hlediska ekonomického i ekologického. K energetickému posudku je přiložen evidenční list dle požadavků vyhlášky 480/2012. §6.

Z důvodu nedostatečných financí stavitele byla na jeho požadavky dále v diplomové práci zpracovávána v části C varianta II, kde je řešeno zateplení objektu, rekonstrukce otopného systému a výměna stávajících svítidel. Projekt zateplení objektu byl řešen třetí osobou a není součástí této diplomové práce. Projekt rekonstrukce otopného systému byl řešen v diplomové práci v části C. Výměna starých svítidel za nové moderní nízkoenergetické svítidla bude realizována majitelem objektu na základě doporučení v energetickém posudku.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

## LITERATURA

[1] AMBROŽOVÁ, Iva. *Energetické hodnocení budov*. Brno, 2011. 93 s., 44 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D..

[2] BOHUTÍNSKÝ, Zdeněk. *vytápění polyfunkčního objektu*. Brno, 2011. 161 s., 9 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D..

[3] POČÍNKOVÁ, Marcela. Informace pro studenty: BT56 - OBNOVITELNÉ A ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE. FAST VUT V BRNĚ. *Fakulta stavební VUT v Brně*[online].©2004[cit.2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/>

[4] HORÁK, Petr. Informace pro studenty: BT54 - ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOV. FAST VUT V BRNĚ. *Fakulta stavební VUT v Brně*[online].©2011[cit.2014-01-02].

[5] ČSN EN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky*. Česká republika: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. ČSN EN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky*. Česká republika: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

[6] ČSN 06 0310. *Tepelné soustavy v budovách: Projektování a montáž*. Česká republika: Český normalizační institut, © 2006.

[7] ČSN 06 0320. *Tepelné soustavy v budovách: Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. Česká republika: Český normalizační institut, © 2006.

[8] Česká republika. O energetickém auditu a energetickém posudku. In: 480/2012. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p.o., 2012, roč. 2012, č. 480, 182.

## SOFTWARE

- [9] Microsoft Office Excel
- [10] Microsoft Office Word
- [11] TEPLA 2010
- [12] ENERGIE 2010
- [13] Google SketchUP 8
- [14] AutoCAD 2008
- [15] Návrhový software KORADO

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Značka	Jednotka	Význam
d	[m]	tloušťka vrstvy konstrukce
$U_K$	[W/m <sup>2</sup> K]	součinitel prostupu tepla
$\lambda$	[W/mK]	součinitel tepelné vodivosti
$A_K, S$	[m <sup>2</sup> ]	plocha
n	[h <sup>-1</sup> ]	počet výměn vzduchu
n50	[h <sup>-1</sup> ]	intenzita výměny vzduchu při tlak rozdílu 50Pa mezi e a i
$\varepsilon$	[-]	výškový korekční činitel
$b_u$	[-]	teplotní redukční činitel
$\theta, t$	[°C]	teplota
V	[m <sup>3</sup> ]	objem
e	[-]	činitel zaclonění
$\Phi_{T,i}$	[W]	návrhová tepelná ztráta prostupem tepla
Q	[W]	teplo, tepelný výkon
M	[kg/h]	hmotnostní průtok
R	[Pa/m]	tlaková ztráta třením
w	[m/s]	rychlost proudění
$\xi$	[-]	součinitel místního odporu
Z	[Pa]	tlaková ztráta místními odpory
h	[m]	výška
g	[m/s <sup>2</sup> ]	tíhové zrychlení
p	[Pa]	tlak
$H_T$	[W/K]	měrná tepelná ztráta
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	hustota
H	[MJ/kg]	výhřevnost
l	[m]	délka potrubí
c	[kJ/kg]	měrná tepelná kapacita
$\tau$	[h]	čas
$f_1$	[-]	korekční činitel zohledňující vliv ročních změn teploty
$f_2$	[-]	teplotní činitel zohledňující rozdíl průměrných teploty
$G_w$	[-]	korekční činitel zohledňující vliv spodní vody
TV	[-]	teplá voda
$T_s$	[let]	prostá doba návratnosti
Tsd	[let]	reálná doba návratnosti
NPV	[Kč]	čistá současná hodnota
IRR	[%]	vnitřní výnosové procento
CZK	[Kč]	korun českých
SO <sub>2</sub>	[-]	oxid siřičitý
NO <sub>x</sub>	[-]	oxidy dusíku
C <sub>x</sub> H <sub>x</sub>	[-]	uhlovodíky
CO	[-]	oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	[-]	oxid uhličitý

## **C.2 VÝPOČTOVÁ A VÝKRESOVÁ ČÁST**

## SEZNAM PŘÍLOH:

NÁZEV:	ČÍSLO	STRANA
VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT MÍSTNOSTI	1	73
NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES A JEJICH VÝKON	2	79
DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	3	82
NÁVRH ZDROJE TEPLA A ČERPADLA	4	83
NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY A POJISTNÝCH VENTILŮ	5	85
NÁVRH VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTI	6	87
NÁVRH A TECHNICKÝ LIST OHŘÍVAČE TV	7	88

NÁZEV:	MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
PŮDORYS OTOPNÉ SOUSTAVY 1.NP	1:50	01
PŮDORYS OTOPNÉ SOUSTAVY 2.NP	1:50	02
SCHÉMA OTOPNÉ SOUSTAVY	1:50	03
SCHÉMA ZAPOJENÍ KOTLE	-	04

# Příloha č. 1 - Výpočet tepelných ztrát místností:

Patro	1	podlahová plocha:	2,52 m <sup>2</sup>
Místnost	107	Teplota interieru [°C]	15
		S.V.	2,55 m

Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	2,52	0,3	1,45	0,34	1	x	0,37
SO1	Kamenná 700mm	2,62	0,28	x	x	x	0,857	0,63
OK2	Okno staré	0,36	2,5	x	x	x	0,857	0,77
SN4	Cihla PP 150mm	5,48	2,2	x	x	x	-0,143	-1,72
SN4	Cihla PP 150mm	1,58	2,2	x	x	x	-0,086	-0,30
DN2	Dveře vnitřní	1,40	2	x	x	x	-0,086	-0,24
SN1	Tvárnice NLM 300mm	5,48	1,11	x	x	x	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	1,34	0,35	x	x	x	-0,143	-0,07
ST1	Strop podlaží	1,26	0,35	x	x	x	0,000	0,00

Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
6,43	15	-15	0,5	3,213
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	0,77112
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním Φ <sub>v,i</sub> [W]	
3,21	1,09	30	32,77	

θ <sub>int</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,j</sub> =	-0,55
Celková ztráta prostupem Φ <sub>T</sub> [W]		-19,42	

Celková ztráta	13,35
----------------	-------

Patro	1	podlahová plocha:	10,4 m <sup>2</sup>
Místnost	108	Teplota interieru [°C]	15
		S.V.	m

Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	10,40	0,3	1,45	0,34	1	x	1,54
SO4	Tvárnice NLM 450mm	5,34	0,25	x	x	x	0,857	1,14
DO2	Dveře venkovní staré	1,80	4	x	x	x	0,857	6,17
SO5	Tvárnice NLM 300mm	5,60	0,26	x	x	x	0,857	1,25
DO2	Dveře venkovní staré	1,60	4	x	x	x	0,857	5,49
OK3	Luxfery	0,96	1,1	x	x	x	0,857	0,91
SN1	Tvárnice NLM 300mm	8,01	1,11	x	x	x	-0,143	-1,27
SN1	Tvárnice NLM 300mm	4,61	1,11	x	x	x	-0,086	-0,44
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,80	3,5	x	x	x	-0,086	-0,54
SN1	Tvárnice NLM 300mm	5,48	1,11	x	x	x	0,000	0,00

Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
32,18	15	-15	0,5	16,09
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	3,8616
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním Φ <sub>v,i</sub> [W]	
16,09	5,47	30	164,12	

θ <sub>int</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,j</sub> =	14,24
Celková ztráta prostupem Φ <sub>T</sub> [W]		498,55	

Celková ztráta	662,67
----------------	--------

Patro	1	podlahová plocha:	15,73 m <sup>2</sup>
Místnost	109	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,55 m

Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	15,73	0,3	1,45	0,48	1	x	3,30
SO1	Kamenná 700mm	10,1355	0,28	x	x	x	1,000	2,84
OK1	Okno plastové	2,64	1,1	x	x	x	1,000	2,90
SN1	Tvárnice NLM 300mm	8,007	1,11	x	x	x	0,143	1,27
SN4	Cihla PP 150mm	6,207	2,2	x	x	x	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,8	2	x	x	x	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	10,9755	2,2	x	x	x	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,8	2	x	x	x	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	15,73	0,35	x	x	x	0,743	4,09

Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
40,11	20	-15	0,5	20,05575
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
2	3	0,03	1	7,22007
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním Φ <sub>v,i</sub> [W]	
20,06	6,82	35	238,66	

θ <sub>int</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,j</sub> =	14,41
Celková ztráta prostupem Φ <sub>T</sub> [W]		504,19	

Celková ztráta	742,85
----------------	--------

Patro	1	podlahová plocha:	17,51 m <sup>2</sup>
Místnost	110	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,55 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	17,51	0,3	1,45	0,48	1	x	3,68
SO3	Cihla PP "500mm"	28,8795	0,26	x	x	x	1,000	7,51
OK1	Okno plastové	1,44	1,1	x	x	x	1,000	1,58
SN4	Cihla PP 150mm	6,207	2,2	x	x	x	0,000	0,00
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,8	3,5	x	x	x	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	4,335	2,2	x	x	x	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	17,51	0,35	x	x	x	0,743	4,55

$\theta_{int,i}-\theta_e =$	35	$\Sigma H_{T,i} =$	<b>17,32</b>
Celková ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		<b>606,31</b>	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$	výpočtová venkovní teplota $\theta_e$	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
44,65	20	-15	0,5	22,32525
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. $\epsilon$	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	5,35806
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	$\theta_i-\theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]	
22,33	7,59	35	<b>265,67</b>	

<b>Celková ztráta</b>	<b>871,98</b>
-----------------------	---------------

Patro	1	podlahová plocha:	8,34 m <sup>2</sup>
Místnost	111	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,55 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	8,34	0,3	1,45	0,48	1	x	1,75
SO1	Kamenná 700mm	11,3955	0,28	x	x	x	1,000	3,19
OK1	Okno plastové	1,38	1,1	x	x	x	1,000	1,52
SN4	Cihla PP 150mm	10,9755	2,2	x	x	x	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	4,335	2,2	x	x	x	0,000	0,00
SN1	Tvárnice NLM 300mm	2,535	1,11	x	x	x	0,057	0,16
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,8	3,5	x	x	x	0,057	0,36
ST1	Strop podlaží	8,34	0,35	x	x	x	0,743	2,17
DN2	Dveře vnitřní	1,8	2	x	x	x	0,000	0,00

$\theta_{int,i}-\theta_e =$	35	$\Sigma H_{T,i} =$	<b>9,15</b>
Celková ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		<b>320,24</b>	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$	výpočtová venkovní teplota $\theta_e$	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
21,27	20	-15	0,5	10,6335
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. $\epsilon$	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	2,55204
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	$\theta_i-\theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]	
10,63	3,62	35	<b>126,54</b>	

<b>Celková ztráta</b>	<b>446,78</b>
-----------------------	---------------

Patro	1	podlahová plocha:	4,92 m <sup>2</sup>
Místnost	112	Teplota interieru [°C]	24
		S.V.	2,15 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	4,92	0,3	1,45	0,6	1	x	1,28
SO2	Kamenná 550mm	3,395	0,28	x	x	x	1,114	1,06
OK1	Okno plastové	0,26	1,1	x	x	x	1,114	0,32
SN4	Cihla PP 150mm	9,9975	2,2	x	x	x	0,543	11,94
SN2	Kamenná 700mm	4,9425	1,65	x	x	x	0,171	1,40
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	0,171	0,48
ST1	Strop podlaží	4,92	0,35	x	x	x	0,114	0,20

$\theta_{int,i}-\theta_e =$	35	$\Sigma H_{T,i} =$	<b>16,67</b>
Celková ztráta prostupem $\phi_{T,i}$ [W]		<b>583,47</b>	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota $\theta_i$	výpočtová venkovní teplota $\theta_e$	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,j</sub> [m <sup>3</sup> /h]
10,58	24	-15	1,5	15,867
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. $\epsilon$	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	1,26936
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	$\theta_i-\theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ [W]	
15,87	5,39	39	<b>210,40</b>	

<b>Celková ztráta</b>	<b>793,87</b>
-----------------------	---------------

Patro	1	podlahová plocha:	7,53 m <sup>2</sup>
Místnost	113	Teplota interieru [°C]	18
		S.V.	2,55 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	7,53	0,3	1,45	0,43	1	x	1,39
SN1	Tvárnice NLM 300mm	5,4675	1,11	x	x	x	0,086	0,52
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,8	3,5	x	x	x	0,086	0,54
SN4	Cihla PP 150mm	1,5835	2,2	x	x	x	0,086	0,30
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	0,086	0,24
SN4	Cihla PP 150mm	5,332	2,2	x	x	x	-0,057	-0,67
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	-0,057	-0,16
SN1	Tvárnice NLM 300mm	2,535	1,11	x	x	x	-0,057	-0,16
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,8	3,5	x	x	x	-0,057	-0,36
SN2	Kamenná 700mm	4,9425	1,65	x	x	x	-0,171	-1,40
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	-0,171	-0,48
PDL2	Podlaha podlaží	7,53	0,33	x	x	x	-0,057	-0,14

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	-0,38
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		-13,23	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
19,20	18	-15	0,5	9,60075
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	2,30418
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
9,60	3,26	33	107,72	

Celková ztráta	94,49
----------------	-------

Patro	2	podlahová plocha:	19,56 m <sup>2</sup>
Místnost	201	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	10,49	0,33	x	x	x	5	0,429	1,48
ST1	Strop podlaží	4,92	0,35	x	x	x	24	-0,114	-0,20
SN6	Tvárnice NLM 450mm	0,27	1	x	x	x	-6	0,743	0,20
SO4	Tvárnice NLM 450mm	20,0325	0,25	x	x	x	-15	1,000	5,01
OK1	Okno plastové	3,15	1,1	x	x	x	-15	1,000	3,47
SN4	Cihla PP 150mm	12,0575	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN5	Cihla CDM "300mm"	9,795	1,5	x	x	x	20	0,000	0,00
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,6	3,5	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	19,56	0,35	x	x	x	-6	0,743	5,09

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	15,05
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		526,61	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
51,83	20	-15	0,5	25,917
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	6,22008
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
25,92	8,81	35	308,41	

Celková ztráta	835,03
----------------	--------

Patro	2	podlahová plocha:	18,55 m <sup>2</sup>
Místnost	202	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	18,55	0,33	x	x	x	5	0,429	2,62
SO4	Tvárnice NLM 450mm	18,0575	0,25	x	x	x	-15	1,000	4,51
OK1	Okno plastové	1,65	1,1	x	x	x	-15	1,000	1,82
DO1	Dveře venkovní nové	1,89	1,1	x	x	x	-15	1,000	2,08
SN5	Cihla CDM "300mm"	6,4395	1,5	x	x	x	20	0,000	0,00
SN5	Cihla CDM "300mm"	3,753	1,5	x	x	x	20	0,000	0,00
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,6	3,5	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	12,0575	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	1,06	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	18,55	0,35	x	x	x	-6	0,743	4,82

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	15,85
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		554,92	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
49,16	20	-15	0,5	24,57875
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	5,8989
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
24,58	8,36	35	292,49	

Celková ztráta	847,41
----------------	--------

Patro	2	podlahová plocha:	13,59 m <sup>2</sup>
Místnost	203	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	13,59	0,33	x	x	x	5	0,429	1,92
SO4	Tvárnice NLM 450mm	10,572	0,25	x	x	x	-15	1,000	2,64
OK1	Okno plastové	2,625	1,1	x	x	x	-15	1,000	2,89
SN4	Cihla PP 150mm	6,82375	2,2	x	x	x	24	-0,114	-1,72
SN4	Cihla PP 150mm	6,519	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	2,7725	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,6	3,5	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	1,06	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN5	Cihla CDM "300mm"	6,042	1,5	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	13,59	0,35	x	x	x	-6	0,743	3,53

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	9,27
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		324,46	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
36,01	20	-15	0,5	18,00675
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
3	3	0,03	1	6,48243
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
18,01	6,12	35	214,28	

Celková ztráta	538,74
----------------	--------

Patro	2	podlahová plocha:	4,92 m <sup>2</sup>
Místnost	204	Teplota interieru [°C]	24
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	4,92	0,33	x	x	x	5	0,543	0,88
SN4	Cihla PP 150mm	6,82375	2,2	x	x	x	20	0,114	1,72
SN4	Cihla PP 150mm	5,2205	2,2	x	x	x	20	0,114	1,31
SN4	Cihla PP 150mm	3,445	2,2	x	x	x	20	0,114	0,87
SN4	Cihla PP 150mm	1,6475	2,2	x	x	x	20	0,114	0,41
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	0,114	0,32
SO4	Tvárnice NLM 450mm	4,028	0,25	x	x	x	-15	1,114	1,12
ST1	Strop podlaží	4,92	0,35	x	x	x	-6	0,857	1,48

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	8,11
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		283,78	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
13,04	24	-15	1,5	19,557
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	1,56456
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
19,56	6,65	39	259,33	

Celková ztráta	543,11
----------------	--------

Patro	2	podlahová plocha:	1,1 m <sup>2</sup>
Místnost	205	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL1	Podlaha "na zemině" z=0	1,1	0,3	x	x	x	5	0,429	0,14
SO4	Tvárnice NLM 450mm	5,3675	0,25	x	x	x	-15	1,000	1,34
OK1	Okno plastové	0,33	1,1	x	x	x	-15	1,000	0,36
SN4	Cihla PP 150mm	0,8525	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	3,445	2,2	x	x	x	24	-0,114	-0,87
ST1	Strop podlaží	1,1	0,35	x	x	x	-6	0,743	0,29

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	1,27
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		44,31	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
2,92	20	-15	0,5	1,4575
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	0,3498
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
1,46	0,50	35	17,34	

Celková ztráta	61,66
----------------	-------

Patro	2	podlahová plocha:	0,98 m <sup>2</sup>
Místnost	206	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	0,98	0,33	x	x	x	5	0,429	0,14
SO4	Tvárnice NLM 450mm	2,7175	0,25	x	x	x	-15	1,000	0,68
OK1	Okno plastové	0,33	1,1	x	x	x	-15	1,000	0,36
SN4	Cihla PP 150mm	1,6475	2,2	x	x	x	24	-0,114	-0,41
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	24	-0,114	-0,32
SN4	Cihla PP 150mm	0,8525	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	0,8525	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	0,98	0,35	x	x	x	-6	0,743	0,25

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	0,70
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		24,55	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
2,60	20	-15	0,5	1,2985
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	0,31164
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
1,30	0,44	35	15,45	

Celková ztráta	40,01
----------------	-------

Patro	2	podlahová plocha:	16,18 m <sup>2</sup>
Místnost	207	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	6,59	0,33	x	x	x	5	0,429	0,93
PDL2	Podlaha podlaží	11,33	0,33	x	x	x	20	0,000	0,00
SO4	Tvárnice NLM 450mm	8,265	0,25	x	x	x	-15	1,000	2,07
OK1	Okno plastové	5,25	1,1	x	x	x	-15	1,000	5,78
SN4	Cihla PP 150mm	1,3825	2,2	x	x	x	15	0,143	0,43
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	15	0,143	0,40
SN4	Cihla PP 150mm	5,3	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	4,76	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,6	3,5	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	6,519	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	16,18	0,35	x	x	x	-6	0,743	4,21

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	13,81
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		483,51	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
42,88	20	-15	0,5	21,4385
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
2	3	0,03	1	7,71786
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
21,44	7,29	35	255,12	

Celková ztráta	738,63
----------------	--------

Patro	2	podlahová plocha:	10,4 m <sup>2</sup>
Místnost	208, 308	Teplota interieru [°C]	15
		S.V.	m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
SO4	Tvárnice NLM 450mm	5,55	0,25	x	x	x	-15	0,857	1,19
OK3	Luxfery	2,64	1,1	x	x	x	-15	0,857	2,49
SO5	Tvárnice NLM 300mm	18,82	0,26	x	x	x	-15	0,857	4,19
SN1	Tvárnice NLM 300mm	12,12	1,11	x	x	x	-6	0,600	8,07
STR1	Střecha nad schody	10,9575	0,21	x	x	x	-15	0,857	1,97
SN1	Tvárnice NLM 300mm	2,799	1,11	x	x	x	-6	0,600	1,86
DN2	Dveře vnitřní	1,8	2	x	x	x	-6	0,600	2,16
SN1	Tvárnice NLM 300mm	3,765	1,11	x	x	x	20	-0,143	-0,60
DN2	Dveře vnitřní	1,8	2	x	x	x	20	-0,143	-0,51
SN1	Tvárnice NLM 300mm	4,83625	1,11	x	x	x	20	-0,143	-0,77
SN1	Tvárnice NLM 300mm	2,7825	1,11	x	x	x	15	0,000	0,00

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	20,06
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]		702,20	

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
45,40	15	-15	0,5	22,698
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	5,44752
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
22,70	7,72	30	231,52	

Celková ztráta	933,72
----------------	--------

Patro	2	podlahová plocha:	1,26 m <sup>2</sup>
Místnost	209	Teplota interieru [°C]	15
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	1,26	0,33	x	x	x	15	0,000	0,00
SO4	Tvárnice NLM 450mm	2,7705	0,25	x	x	x	-15	0,857	0,59
OK1	Okno plastové	0,33	1,1	x	x	x	-15	0,857	0,31
SN1	Tvárnice NLM 300mm	2,7825	1,11	x	x	x	15	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	3,1005	2,2	x	x	x	20	-0,143	-0,97
SN4	Cihla PP 150mm	1,3825	2,2	x	x	x	20	-0,143	-0,43
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	-0,143	-0,40
ST1	Strop podlaží	1,26	0,35	x	x	x	-6	0,600	0,26

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
3,34	15	-15	0,5	1,6695
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	0,40068
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
1,67	0,57	30	<b>17,03</b>	

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	<b>-0,64</b>
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]			<b>-22,38</b>

<b>Celková ztráta</b>	<b>-5,35</b>
-----------------------	--------------

Patro	2	podlahová plocha:	2,4 m <sup>2</sup>
Místnost	210	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	1,34	0,33	x	x	x	15	0,143	0,06
PDL2	Podlaha podlaží	0,82	0,33	x	x	x	18	0,057	0,02
SN1	Tvárnice NLM 300mm	5,3	1,11	x	x	x	15	0,143	0,84
SN4	Cihla PP 150mm	5,3	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN4	Cihla PP 150mm	3,18	2,2	x	x	x	15	0,143	1,00
SN4	Cihla PP 150mm	1,78	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	2,4	0,35	x	x	x	-6	0,743	0,62

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
6,36	20	-15	0,5	3,18
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	0,7632
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
3,18	1,08	35	<b>37,84</b>	

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	<b>2,54</b>
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]			<b>88,99</b>

<b>Celková ztráta</b>	<b>126,83</b>
-----------------------	---------------

Patro	2	podlahová plocha:	10,99 m <sup>2</sup>
Místnost	211	Teplota interieru [°C]	20
		S.V.	2,65 m

#### Výpočet tep. Ztráty prostupem

Označení	Popis	A <sub>k</sub> [m <sup>2</sup> ]	U <sub>k</sub> /	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	G <sub>w</sub>	θ za k-cí	b <sub>u</sub>	H <sub>T</sub> [W/K]
PDL2	Podlaha podlaží	6,14	0,33	x	x	x	18	0,057	0,12
PDL2	Podlaha podlaží	0,38	0,33	x	x	x	5	0,429	0,05
PDL2	Podlaha podlaží	3,47	0,33	x	x	x	20	0,000	0,00
SO4	Tvárnice NLM 450mm	1,95	0,25	x	x	x	-15	1,000	0,49
SN6	Tvárnice NLM 450mm	2,82	1	x	x	x	-6	0,743	2,09
SN1	Tvárnice NLM 300mm	3,765	1,11	x	x	x	15	0,143	0,60
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,8	3,5	x	x	x	15	0,143	0,90
SN4	Cihla PP 150mm	1,78	2,2	x	x	x	20	0,000	0,00
DN2	Dveře vnitřní	1,4	2	x	x	x	20	0,000	0,00
SN5	Cihla CDM "300mm"	9,795	1,5	x	x	x	20	0,000	0,00
DN1	Dveře vnitřní se sklem	1,6	3,5	x	x	x	20	0,000	0,00
ST1	Strop podlaží	10,99	0,35	x	x	x	-6	0,743	2,86

#### Ztráta větráním

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	výpočtová vnitřní teplota θ <sub>i</sub>	výpočtová venkovní teplota θ <sub>e</sub>	Hygienické požadavky	
			n [h <sup>-1</sup> ]	V <sub>min,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
29,12	20	-15	0,5	14,56175
Počet nech. otvorů	n <sub>50</sub>	Č. zac. e	výškový korekční č. ε	Infiltrací V <sub>inf,i</sub> [m <sup>3</sup> /h]
1	3	0,02	1	3,49482
V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním φ <sub>v,i</sub> [W]	
14,56	4,95	35	<b>173,28</b>	

θ <sub>int,i</sub> -θ <sub>e</sub> =	35	ΣH <sub>T,i</sub> =	<b>7,11</b>
Celková ztráta prostupem φ <sub>T,i</sub> [W]			<b>248,72</b>

<b>Celková ztráta</b>	<b>422,01</b>
-----------------------	---------------

## Příloha č. 2 - Návrh otopných těles a jejich výkon.

Návrh těles byl zhotoven v návrhovém programu KORADO

Navrh otopnych teles firmy K O R A D O a.s. Ceska Trebova

Akce : Pocerov 23  
Datum : 28.12.2013

Teplota topne vody - privodni : 55.0 oC  
vratne : 45.0 oC  
Procento vykonu pro navrh teles : 100.0

Vypis teles - pro objekt	vyska mm	delka mm	cena Kc/ks	pocet kusu -	cena celkem Kc	celkovy vod.objem dm3
11-060040-60-VK	600	400	2251	1	2251	1.2
11-060090-60-VK	600	900	2926	2	5852	5.6
11-060110-60-VK	600	1100	3198	1	3198	3.4
20-060090-60-VK	600	900	3235	1	3235	5.2
21-060060-60-VK	600	600	3127	1	3127	3.5
21-060070-60-VK	600	700	3307	1	3307	4.1
21-060120-60-VK	600	1200	4200	2	8400	13.9
21-060140-60-VK	600	1400	4556	1	4556	8.1
22-060100-60-VK	600	1000	4276	1	4276	5.8
22-060110-60-VK	600	1100	4493	2	8986	12.8
22-090050-60-VK	900	500	4070	1	4070	4.2
KRC 0700.0450	700	445	1065	1	1065	2.5
KRC 1820.0750	1820	745	2259	2	4518	19.4

Tepelna ztrata mistnosti - cely objekt : 9247 W  
Instalovany tepelny vykon otopnych teles : 10039 W 108.6 %  
Cena otopnych teles : 56841 Kc  
Vodni objem otopnych teles : 89.7 dm3

Vypis pro okruh c. 1

Mistnost cislo popis	Soustava teplota		Otopne teleso --	delka mm	vodni objem dm3	tepelny vykon W
	oC	oC/oC				
106 106	20	55/45	22-060100-60-VK	1000	5.8	843
109 109	20	55/45	21-060120-60-VK	1200	7.0	777
110 110	20	55/45	22-060110-60-VK	1100	6.4	927
111 111	20	55/45	21-060070-60-VK	700	4.1	453
112 112	24	55/45	KRC 1820.0750	745	9.7	496
112 112	24	55/45	21-060060-60-VK	600	3.5	320
108 108	15	55/45	22-090050-60-VK	500	4.2	710
201 201	20	55/45	21-060140-60-VK	1400	8.1	906
202 202	20	55/45	22-060110-60-VK	1100	6.4	927
203 203	20	55/45	11-060110-60-VK	1100	3.4	560
204 204	24	55/45	KRC 1820.0750	745	9.7	496
204 204	24	55/45	11-060040-60-VK	400	1.2	169
205 205	20	55/45	KRC 0700.0450	445	2.5	142
207 207	20	55/45	11-060090-60-VK	900	2.8	459
207 207	20	55/45	11-060090-60-VK	900	2.8	459
211 211	20	55/45	20-060090-60-VK	900	5.2	450
208 208	15	55/45	21-060120-60-VK	1200	7.0	957

Otopne teleso		vyska mm	delka mm	cena Kc/ks	Celkem pocet kusu	Celkem cena Kc	vodni objem dm3	tepelny vykon W
--	--							
11-060040-60-VK		600	400	2251	1	2251	1.2	168
11-060090-60-VK		600	900	2926	2	5852	5.6	916
11-060110-60-VK		600	1100	3198	1	3198	3.4	560
20-060090-60-VK		600	900	3235	1	3235	5.2	449
21-060060-60-VK		600	600	3127	1	3127	3.5	320
21-060070-60-VK		600	700	3307	1	3307	4.1	453
21-060120-60-VK		600	1200	4200	2	8400	13.9	1733
21-060140-60-VK		600	1400	4556	1	4556	8.1	906
22-060100-60-VK		600	1000	4276	1	4276	5.8	842
22-060110-60-VK		600	1100	4493	2	8986	12.8	1852
22-090050-60-VK		900	500	4070	1	4070	4.2	709
KRC 0700.0450		700	445	1065	1	1065	2.5	141
KRC 1820.0750		1820	745	2259	2	4518	19.4	990
Celkem okruh c. 1					17	56841	89.7	10039
Celkem objekt					17	56841	89.7	10039

**Příloha č. 3 - Dimenzování potrubí:**

Dimenzování potrubí			POCOUCOV 23							Zdeněk Bohutínský		
MĚŘ										Teplotní spád 55/45		
č. úseku	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN [D×t]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	R×l+Z+ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	ΔP <sub>DIS</sub> [Pa]

Větev č. 1			Místnost č. 110									
<b>k OT: 22-060110-VKL</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		0 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>6</b>	
1	926	80	4,4	12×1	156	0,28	688	9,5	378	1250	1067	2317
2	1702	146	6,07	15×1	129	0,31	783	7,1	334		1117	3434
3	2411	207	2,35	18×1	88	0,29	207	2,2	90		297	3731
4	4128	355	5,75	22×1	80	0,32	462	5	247		709	4441
5	5085	437	3,55	22×1	111	0,39	396	0,9	67		463	4903
6	5927	510	3,1	22×1	146	0,45	452	0,9	92		544	5447
7	6984	601	5,22	22×1	194	0,54	1015	7,9	1117		2132	7579
8	10039	863	2,88	22×1	368	0,77	840	8,4	2457		3297	<b>10876</b>
<b>k OT: 21-060120-VKL</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		2148 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>4</b>	
1	776	67	0,2	12×1	116	0,24	23	5,2	145		168	168
<b>k OT: 22-090050-VK</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		3117 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>4</b>	
1	709	61	1,1	12×1	98	0,22	108	9,1	209		317	317
<b>k OT: větev 2</b>												
<b>k OT: 21-060120-VK</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		3894 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>4</b>	
1	957	82	0,5	12×1	165	0,29	83	10,9	464		546	546
<b>k OT: 22-060100-VKL</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		4204 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>4</b>	
1	842	72	2,8	12×1	133	0,26	373	9,9	326		699	699
<b>k OT: větev 3</b>												
<b>k OT: větev 4</b>												

č. úseku	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN [D×t]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	R×l+Z+ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	ΔP <sub>DIS</sub> [Pa]
<b>Větev 2</b>			<b>místnost: 112</b>									
<b>k OT: KRC 1820.0750</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		2277 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>5</b>	
1	495	43	2,73	12×1	54	0,15	148	6,7	76		223	223
2	815	70	5,85	12×1	126	0,25	736	5,1	157		894	1117
3	1264	109	0,1	15×1	77	0,23	8	0,9	23		31	1148
4	1717	148	1,5	15×1	131	0,31	196	2,3	110		306	1455
<b>k OT: 21-060060-VK</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		2473 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>3</b>	
1	320	28	0,2	12×1	20	0,10	4	4,9	23		27	27
<b>k OT: 20-060090-VK</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		3273 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>3</b>	
1	449	39	0,95	12×1	29	0,14	27	10,1	94		121	121
<b>k OT: 21-060070-VK</b>			<b>Přednastavení:</b>		seškrtit o:		3367 Pa		<b>Přednastaveno na:</b>		<b>3</b>	
1	453	39	4,82	12×1	9	0,06	41	9,4	17		58	58

č. úseku	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN [D×t]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	R×l+Z+ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	ΔP <sub>DIS</sub> [Pa]
<b>Větev 3 místnost: 207</b>												
<b>k OT: 11-060090-VKL</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 4661 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>3</b>	
1	458	39	2,69	12×1	29	0,14	79	12,3	119		198	198
2	916	79	1,55	12×1	154	0,28	238	7,3	284		522	720
3	1057	91	0,45	15×1	57	0,19	26	2,2	40		66	786
<b>k OT: 11-060090-VKL</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 4651 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>3</b>	
1	458	39	5,4	12×1	29	0,14	158	5,2	50		208	208
<b>k OT: KRC 0700.0450</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 5354 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>1</b>	
1	141	12	2,1	12×1	9	0,04	19	8,9	8		27	27

č. úseku	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN [D×t]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	R×l+Z+ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	ΔP <sub>DIS</sub> [Pa]
<b>Větev 4 místnost: 201</b>												
<b>k OT: 21-060140-VK</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 2191 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>5</b>	
1	906	78	4,56	12×1	151	0,28	687	12,3	468		1156	1156
2	1832	158	7,46	15×1	145	0,33	1082	9,3	503		1585	2741
3	2392	206	4,68	15×1	232	0,43	1086	11,5	1068		2155	4895
4	3055	263	0,45	15×1	355	0,55	160	2,2	332		492	5387
<b>k OT: 22-060110-VK</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 3108 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>5</b>	
1	926	80	0,2	12×1	156	0,28	31	5,2	207		238	238
<b>k OT: 11-060110-VKL</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 4431 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>3</b>	
1	560	48	6,4	12×1	67	0,17	426	5,2	75		501	501
<b>k OT: KRC 1820.0750</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 6744 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>4</b>	
1	495	43	2,8	12×1	54	0,15	151	8	91		242	242
1	663	57	0,1	12×1	88	0,20	9	4,5	91		100	342
<b>k OT: 11-060040-VKL</b>		<b>Přednastavení:</b>			seškrtit o: 6962 Pa			<b>Přednastaveno na:</b>			<b>2</b>	
1	168	14	1,24	12×1	11	0,05	13	8,1	11		24	24

č. úseku	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN [D×t]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	R×l+Z+ΔP <sub>RV</sub> [Pa]	ΔP <sub>DIS</sub> [Pa]
<b>Větev TV místnost: 103</b>												
<b>k : OKC 300/NTRR/SOL</b>												
1	13600	1169	3,74	22×1	590	1,05	2205	12,1	6582	600	9387	9987

## Příloha č. 4 - Návrh zdroje tepla a čerpadla

### Návrh kotle:

Potřeba tepla pro vytápění: 10,039 kW

### Výkon zdroje:

$$Q_{PRIP} = 10,039 \text{ kW}$$

Celková potřeba tepla: 10,039 kW

Pro letní provoz minimálně: 0,000 kW

Teplotní spád 55/45

### Navrhují kotel:

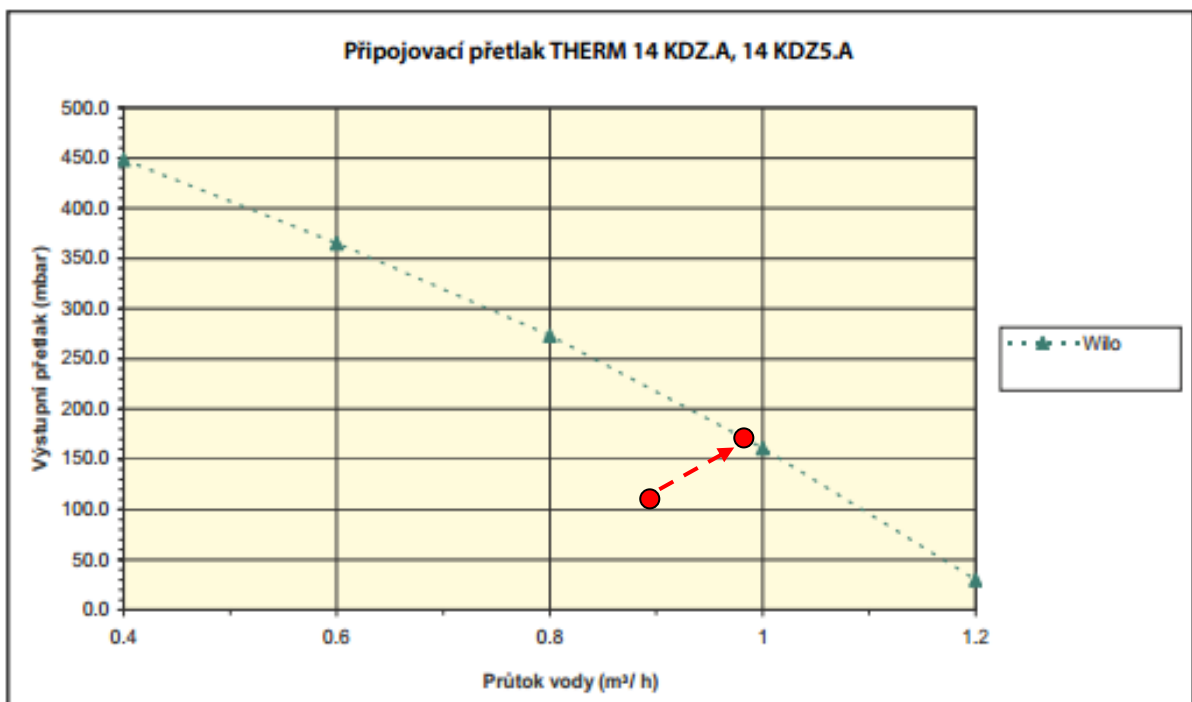
#### **THERM 14 KDZ.A** firmy **THERMONA**

minimální výkon kotle: 2,6 kW  
maximální výkon kotle: 14,6 kW  
maximální výkon pro ohřev TV: 13,4 kW

### Návrh čerpadla:

#### Ověření čerpadla v kotli

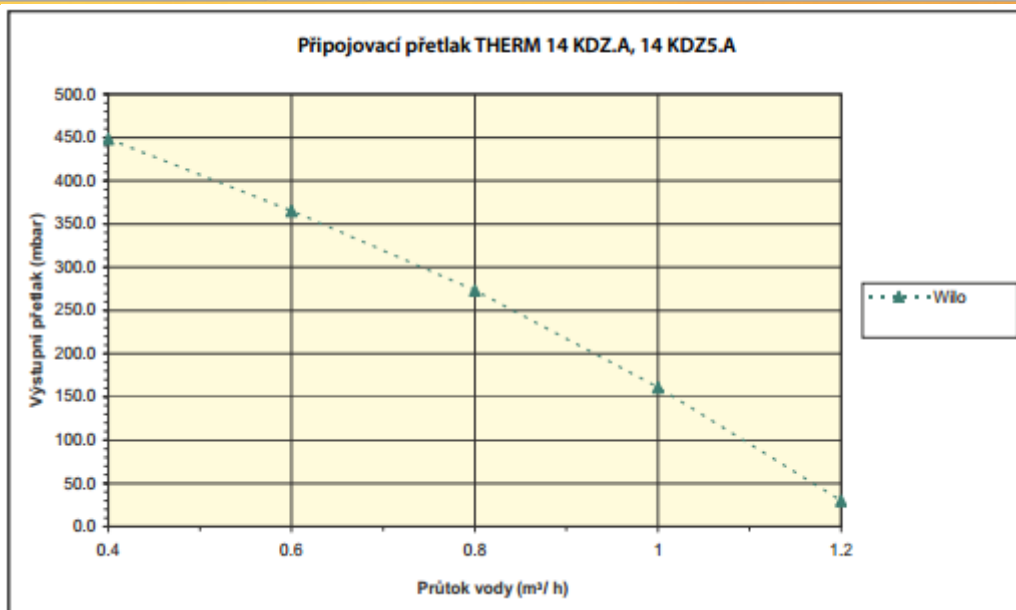
Požadovaný tlak: 10 876 Pa » 108,76 [mBar]  
Požadovaný průtok: 863 Kg/h » 0,874 [m<sup>3</sup>/h]



čerpadlo v kotli: **VYHOVUJE**

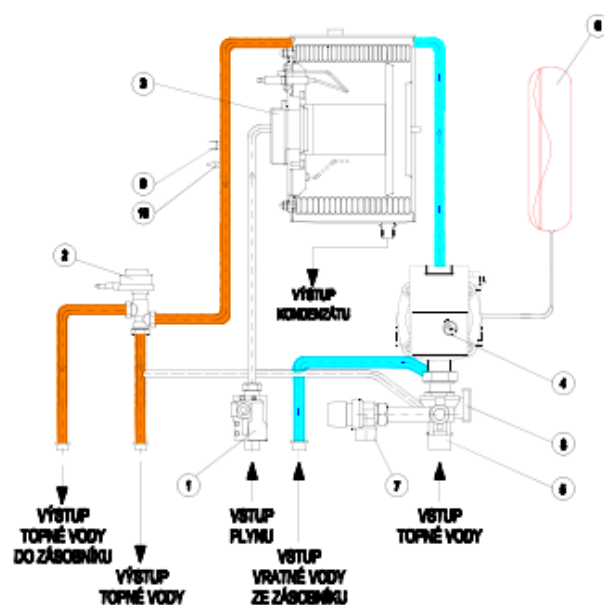
## Technický list zdroje tepla

TECHNICKÉ ÚDAJE	jedn.	THERM 14 KD.A	THERM 14 KDZ.A	THERM 14 KDZS.A
Jmen. tepel. výkon na vytápění při $\Delta t = 80/60$ °C	kW	13,4	13,4	13,4
Jmen. tepel. výkon na vytápění při $\Delta t = 50/30$ °C	kW	14,6	14,6	14,6
Jmenovitý tepelný výkon na ohřev TUV	kW	-	13,4	13,4
Minimální tepelný výkon při $\Delta t = 80/60$ °C	kW	2,4	2,4	2,4
Spotřeba zemního plynu	m <sup>3</sup> /h	0,26 – 1,46	0,26 – 1,46	0,26 – 1,46
Průměr koaxiálního odtahu spalin	mm	60/100	60/100	60/100
Účinnost kotle	%	98 – 106	98 – 106	98 – 106
Třída NOx kotle		5	5	5
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V / Hz	230 / 50	230 / 50	230 / 50
Jmenovitý el. příkon	W	66	66	66
Stupeň krytí el. částí		IP 41 (D)	IP 41 (D)	IP 41 (D)
Objem expanzomatu	l	6	6	6
Objem expanzomatu TUV	l	-	-	2
Objem zásobníku TUV	l	-	volitelný	55
Udržovaná teplota TUV v zásobníku	°C	-	60	60
Rozměry: výška / šířka / hloubka	mm	725 / 430 / 300	725 / 430 / 300	725 / 800 / 390



### THERM 14 KDZ.A

- 1 - Plynový ventil Siemens
- 2 - Trojcestný ventil
- 3 - Kondenzační těleso
- 4 - Oběhové čerpadlo
- 5 - Sdružená hydraulická armatura
- 6 - Expanzní nádoba topení
- 7 - Pojistný ventil
- 8 - Průtokový spínač
- 9 - Havarijní termostat
- 10 - Teplotní sonda topení



## Příloha č. 5 - Návrh expanzní nádoby a pojistných ventilů

Maximální instalovaný výkon = 14,6 KW

Výška otopné soustavy 4,0 m

Objem vody v soustavě (10 l/kW) =14,6×10=146 l

$$P_{\text{adov}} \geq 1,1 \times h \times \rho \times g \times 10^{-3} + \Delta P_z$$

$$P_{\text{adov}} \geq 1,1 \times 4,0 \times 1000 \times 9,81 \times 10^{-3} + 10 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{adov}} \geq 54 \text{ kPa (Volím 100 kPa)}$$

$$P_{\text{hdov}} \leq P_k - (h_{MR} \times \rho \times g \times 10^{-3})$$

$$P_{\text{hdov}} \leq 400 - (1 \times 1000 \times 9,81 \times 10^{-3})$$

$$P_{\text{adov}} \leq 390 \text{ (Volím otevírací přetlak 350 kPa)}$$

$$V_e = 1,3 \times 0,146 \times 0,015 = 0,002847 \text{ m}^3$$

$$V_{ep} = 0,002847 \times \frac{350 + 100}{350 - 100} = 0,0051246 \text{ m}^3$$

Volím EN s membránou o minimální velikosti 5,2 l

**Návrh EN:** Kotel THERM 14 KDZ.A obsahuje expanzní nádobu velikosti 6 l a tato nádoba je dostačující pro otopný systém.

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \times Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \times 14,6^{0,5} = 12,3 \text{ mm}$$

Navrženo potrubí **DN15**

## Návrh pojistného ventilu pro zdroj tepla.

Průřez sedla PV:

$$A_0 = Q_p / (\alpha_v \times K)$$

$Q_p$  Pojistný výkon (výkon zdroje tepla)

$\alpha_v$  výtokový součinitel pojistného ventilu (0,5)

$K$  konstanta závislá na stavu syté vodní páry při otvíracím přetlaku

$$A_0 = 14,6 / (0,5 \times 1,41) = 20,71 \text{ mm}^2$$

Z toho ideální průměr sedla:  $d_i = 5,14 \text{ mm}$

Průměr sedla skutečného ventilu:

$$d_o = a \times d_i = 1,4 \times 5,14 = 7,2 \text{ mm}$$

Výstupní pojistné potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 \times Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 15 + 1,4 \times 14,6^{0,5} = 20,34 \text{ mm (DN22)}$$

Návrh: **PV DN22** –otvírací přetlak 350kPa.

Nutno ověřit osazený pojistný ventil v kotli THERM 14 KDZ.A zda splňují výše uvedené údaje.



## Příloha č. 7 - Návrh a technický list ohřívače TV

Velikost ohřívače je navržena na doporučení výrobce solárního systému 50-80l na m<sup>2</sup> plochy kolektoru. Solární systém bude realizován v budoucnu a není součástí tohoto projektu.

Velikost kolektoru: 3,68 m<sup>2</sup> » Doporučená velikost zásobníku 184-294,4 l

Navrhuji nepřímotopný zásobník TV firmy Dražice **OKC 300/NTRR/SOL** o objemu 282l se dvěma výměníky. Horní pro připojení kotle a spodním pro připojení budoucího solárního systému.

Typ bojleru	OKC	OKC	OKC
	200 NTRR/SOL	250 NTRR/SOL	300 NTRR/SOL
Objem [l]	200	245	282
Max. hmotnost ohřívače bez vody [kg]	106	120	125
Výška ohřívače [mm]	1 382	1 562	1 790
Průměr ohřívače [mm]	584	584	597
Max. provozní přetlak v nádobě [MPa]	1	1	1
Max. provozní přetlak ve výměníku [MPa]	1	1	1
Maximální teplota topné vody [°C]	110	110	110
Maximální teplota teplé vody [°C]	95	95	95
Objem spodního výměníku [l]	7	9,5	10,5
Objem horního výměníku [l]	7	7	7
Výhřevná plocha spodního výměníku [m <sup>2</sup> ]	1	1,45	1,5
Výhřevná plocha horního výměníku [m <sup>2</sup> ]	1	1	1
Výkon spodního/horního výměníku při spádu 80/60°C [kW]	24/24	32/24	35/24
Doba ohřevu TUV spodním/horním výměníkem při spádu 80/60°C [min]	28/16	28/16	24/16
Trvalý výkon TUV.* spodním/horním výměníkem při spádu 80/60°C [l/hod]	670/670	990/670	1100/670
Výkon spodního/horního výměníku při spádu 60/50°C [kW]	13/13	20/13	21/13
Doba ohřevu TUV spodním/horním výměníkem při spádu 60/50°C [min]	38/19	44/19	35/19
Trvalý výkon TUV.* spodním/horním výměníkem při spádu 60/50°C [l/hod]	330/330	490/330	517/330
Tepelné ztráty [kWh/24 hod]	1,4	1,73	1,9