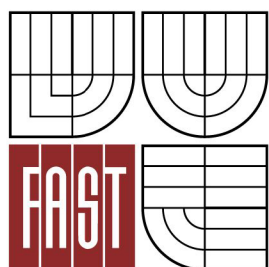




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

# TEPELNĚ-TECHNICKÉ POŽADAVKY NA BUDOVY A JEJICH FINANČNÍ NÁVRATNOST/NÁROČNOST

THERMAL-TECHNICAL REQUIREMENTS FOR BUILDINGS AND THEIR FINANCIAL RETURN /  
DEMANDS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

LUCIE FOITLOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK KREJZA, Ph.D.

BRNO 2016



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607R038 Management stavebnictví
<b>Pracoviště</b>	Ústav stavební ekonomiky a řízení

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Lucie Foitlová
<b>Název</b>	Tepelně-technické požadavky na budovy a jejich finanční návratnost/náročnost
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2015
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

.....  
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
Vedoucí ústavu

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

## **Podklady a literatura**

- BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. 8. přepracované vydání, Brno: CERM, 2009. 745 s.
- KORYTÁROVÁ, J. FRIDRICH, J. PUCHÝŘ, B.: Ekonomika investic, Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2002
- TICHÁ, A., TICHÝ, Z., VYSLOUŽIL, R., ŠIMÁČEK, O. Rozpočtování kalkulace ve výstavbě díl I. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2639-X
- MARKOVÁ, L., CHOVANEC, J. Rozpočtování kalkulace ve výstavbě díl II. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-214-2639-X
- Tywoniak, J. Nízkoenergetické domy - Principy a příklady. Praha: Grada Publishing, 2005, 200 s.
- Kulhánek, F. Nízkoenergetické a pasivní domy - návrh a realizace. Praha: Verlag Dashöfer, 2009.
- Cenové publikace ÚRS Praha a.s.

## **Zásady pro vypracování**

Cílem práce je definovat současné tepelně-technické požadavky na budovy, analyzovat finanční náročnost na dosažení požadovaných parametrů a odhadnout dobu návratnosti do těchto výdajů.

1. Definice základních pojmů, základní pravidla oceňování staveb a stavebních prací, investice a hodnocení investic
2. Specifikace současných tepelně-technických požadavků na budovy, definice variant
3. Porovnání navržených variant řešení budovy, odhad finanční náročnosti a zhodnocení doby návratnosti investice do zlepšení tepelně-technických vlastností

Výstupem práce bude odhad finanční náročnosti tepelně-technických úprav budovy a zjištění doby návratnosti této investice.

## **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. Zdeněk Krejza, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá výstavbou domů s nižší energetickou náročností. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy, tepelně-technické požadavky a definice variant s různou energetickou náročností. V praktické části jsou porovnány pořizovací ceny jednotlivých variant, provozní náklady a stanovení doby návratnosti.

## **Klíčová slova**

Nízkoenergetické domy, pasivní dům, tepelně-technické požadavky, investice, oceňování, doba návratnosti, náklady na vytápění.

## **Abstract**

This thesis deals with the construction of houses with better energy performance. The theoretical part explains the basic concepts, thermal-technical requirements and definitions of variants with different power consumption. In the practical part we compare the cost of the various options, operating costs and determine the payback period.

## **Keywords**

Low energy houses, passive house, thermal-technical requirements, investment, appraisal, payback period, energy saving heating costs.

## **Bibliografická citace VŠKP**

Lucie Foitlová *Tepelně-technické požadavky na budovy a jejich finanční návratnost/náročnost*. Brno, 2015. 44 s., 31 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 30.11.2015

.....  
podpis autora  
Lucie Foitlová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Zdeňkovi Krejzovi, Ph.D. za rady, připomínky a odborné vedení. Také bych chtěla poděkovat Ing. Matěji Zouharovi za materiály a konzultace, které přispěly k mé bakalářské práci.

## OBSAH

1	ÚVOD .....	8
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	9
2.1	Základní pojmy .....	9
2.1.1	Oblast tepelně-technických vlastností.....	9
2.1.2	Oblast oceňování.....	10
2.1.3	Oblast investic .....	11
2.2	Tepelně-technické požadavky na budovy .....	12
2.2.1	Součinitel prostupu tepla .....	12
2.2.2	Bilance vlhkosti .....	14
2.2.3	Vliv tepelných mostů .....	14
2.2.4	Základní určení tepelných ztrát a tepelných zisků.....	14
2.2.5	Průkaz energetické náročnosti .....	16
2.2.6	Rozdělení budov dle energetické náročnosti .....	17
2.2.6.1	Budovy s nízkou energetickou náročností.....	17
2.2.7	Výhody a nevýhody nízkoenergetických a pasivních domů .....	20
2.3	Základní pravidla oceňování staveb .....	21
2.3.1	Cenové předpisy .....	21
2.3.2	Rozpočtové ukazatele .....	21
2.3.3	Rozpočty.....	22
2.3.4	Podklady pro sestavení rozpočtu .....	24
2.3.5	Postup sestavení položkového rozpočtu stavebního objektu .....	24
2.4	Investice a hodnocení investic.....	25
2.4.1	Ukazatelé.....	25
2.4.2	Hodnocení projektu.....	29
3	PRAKTICKÁ ČÁST .....	32
3.1	Referenční objekt – nízkoenergetický dům.....	32
3.1.1	Charakteristika objektu .....	32
3.1.2	Tepelně-technické požadavky na budovu .....	34
3.1.3	Energetické hodnocení budovy .....	34



3.2	Modelová varianta – stan dardní dům.....	34
3.3	Modelová varianta – pasivní dům.....	35
3.4	Náklady na pořízení stavby .....	36
3.4.1	Pořizovací náklady.....	36
3.4.2	Provozní náklady .....	36
3.5	Doba návratnosti.....	37
3.5.1	Prostá doba návratnosti .....	37
3.5.2	Diskontovaná doba návratnosti .....	37
4	ZÁVĚR .....	39
5	POUŽITÁ LITERATURA.....	40
6	SEZNAM TABULEK.....	41
7	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	42
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	43
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	44

# 1 ÚVOD

Předložená bakalářská práce se skládá ze dvou částí – teoretické a praktické. V textové části se práce pohybuje ve třech okruzích, a to tepelně-technické požadavky na budovy, oceňování a investice.

Nejprve se zabývá objasněním několika základních pojmů ze všech tří okruhů, které je dobré znát. S některými pojmy se můžeme setkat nejen při realizování objektů, ale už v pracovním prostředí nebo realizace vlastního domu, ale také v běžném životě, jelikož investice, jako takové, nás provází po celý život.

Následuje kapitola věnována tepelně-technickým požadavkům na budovy. Jsou zde základní požadavky na budovy, rozdělení budov dle energetické náročnosti, výhody a nevýhody budov s nižší energetickou náročností.

Dále se práce zabývá oceňováním staveb. Najdeme zde druhy rozpočtů a postup při sestavení položkového rozpočtu.

A nakonec se práce zabývá hodnocením investic. Investice, jak už bylo řečeno, nás provází po celý život. Můžou to být akcie, zlato, nemovitosti, také nějaký podílový fond, v neposlední řadě i vzdělání. Tak jako u akcií tak právě i u nemovitostí je potřeba přemýšlet, jaký výnos nám investice přinese. A právě investicemi do nemovitostí, do zlepšení tepelně-technických vlastností budovy, se práce zabývá. V textové části se setkáme s různými ukazateli, co se investic týče, a samozřejmě jakým způsobem je možno hodnotit projekt.

V praktické části jsou využity informace z teoretické části. Hned ze začátku je seznámení s referenčním domem a vypracování různých variant dle energetické náročnosti. Navržené varianty jsou porovnány, co se týče nákladů na pořízení stavby.

„Finanční náročnost a návratnost“ zajímá čím dál více lidí. Lidé se snaží šetřit energii, zejména kvůli zdražování, ke kterému dochází značným každoročním úbytkem neobnovitelných zdrojů. Začínají se substituovat neobnovitelné zdroje za obnovitelné, rozšiřuje se výstavba objektů s minimálními tepelnými požadavky a také se začíná více zaměřovat na životní prostředí.

Cílem této práce je odhadnout finanční náročnost a zhodnotit dobu návratnosti investice do zlepšení tepelně-technických vlastností, proto je i v teoretické části nastíněna problematika finanční doby návratnosti.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 ZÁKLADNÍ POJMY

V této kapitole je vysvětleno několik nejzákladnějších pojmů z oblasti tepelně-technických požadavků – zejména vytápění. Další z oblasti oceňování a z oblasti investic.

#### 2.1.1 Oblast tepelně-technických vlastností

Nejzákladnější pojmy z oblasti tepelně-technických vlastností, které jsou zde uvedeny, odpovídají definicím v [2], kde je možné najít další upřesnění.

**vytápěný prostor** – místnost nebo uzavřený prostor vytápěný na požadovanou teplotu

**nevytápěný prostor** – místnost nebo uzavřený prostor, který není součástí vytápěného prostoru

**výpočtové období** – časový úsek pro výpočet tepelných ztrát a zisků a pro sestavení energetické bilance budovy. Obvyklým výpočtovým obdobím je jeden měsíc, pro jednoduché domy se výpočty provádí i pro celé otopné období vcelku.

**venkovní teplota** – teplota venkovního vzduchu

**vnitřní teplota** – aritmetický průměr teploty vzduchu a střední sálavé teploty ve středu místnosti (vnitřní suchá výsledná teplota)

**požadovaná teplota** – návrhová vnitřní teplota

**potřeba tepla na vytápění** – teplo, které je třeba dodat vytápěnému prostoru pro zajištění požadované teploty vytápěného prostoru v daném období při ideální otopné soustavě

**potřeba energie na vytápění** – tepelná energie, kterou je třeba dodat otopné soustavě pro pokrytí potřeby tepla

**přerušované vytápění** – způsob vytápění, při kterém se období normálního vytápění střídá s obdobnými s redukováným vytápěním (snížení výkonu, vypnutí)

**tepelná ztráta budovy** – množství tepla odvedeného za danou dobu z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí prostupem tepla a větráním

**ztráta prostupem tepla** – tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi a přes přiléhající zeminu

**tepelná ztráta větráním** – tepelná ztráta v důsledku odvádění vzduchu z vytápěného prostoru exfiltrací (únik vzduchu spárami a netěsnostmi obálky budovy) a větráním (cílenou výměnou vzduchu)

**tepelné zisky** – teplo vznikající ve vytápěném prostoru nebo vstupující do vytápěného prostoru z jiných zdrojů, než je otopná soustava a systém ohřevu teplé vody

**obálka budovy** - plocha zdí i s okny, střechy a podlahy sousedící se zemí, jimiž uniká teplo z domu ven

## 2.1.2 Oblast oceňování

Zde je vysvětleno několik pojmů, které úzce souvisí s rozpočtováním. Tyto stavebně-ekonomické pojmy je třeba znát, aby nedocházelo k případným nedorozuměním.

**obestavěný prostor** – je prostorové vymezení stavebního objektu ohraničeného vnějšími vymežujícími plochami, obvykle nosnou nebo obvodovou konstrukcí. Pro výpočet je to tedy součet základního a dílčích obestavěných prostorů doplňujících stavebních částí. Vypočtený obestavěný prostor se dokládá náčrtem. [3]

**základní obestavěný prostor** – je prostorové vymezení hlavní části stavebního objektu, zahrnující objem základu, spodní část objektu, vrchní část objektu a zastřešení. [3]

**výkaz výměr** – je soubor rozměrů konstrukčních prvků odečtených z výkresové dokumentace. Umožňuje kvantifikaci potřeb a nákladů (materiál, mzdy, stroje) v předepsaných měrných jednotkách (m<sup>3</sup>, Nh, Sh,..). Umožňuje ocenit jednotlivé konstrukční prvky v rozpočtu. [3]

**kalkulace** – je způsob stanovení nákladů výpočtem. V konkrétních podmínkách se použijí různé kalkulační metody a techniky. Kalkulaci nákladu dělá investor i dodavatel, oba předběžně i po dokončení stavebního díla. Kalkulace je podkladem pro stanovení nabídkové ceny. [3]

**kalkulační jednice** – je nositel nákladu (jednotka produkce) k němuž se kalkulace vztahuje. [3]

**montážní položka** – je položkou, která neobsahuje hlavní materiál, její popis začíná zpravidla slovy: „montáž“, nebo podstatným jménem slovesným jako „lepení“, „osazení“, „položení“. [3]

**R položka** – se používá v případě, že rozpočtář nenalezne příslušnou položku v cenové databázi. Cenu odhaduje na základě vlastních podkladů nebo na základě marketingových průzkumů. Taková položka se musí označovat jako rozborová „R položka“ nebo „X položka“, nebo se také může objevit text „předběžná cena“. [3]

**přesun hmot** – je část vnitro-staveništní dopravy materiálů, polotovarů a výrobků (kalkulovaných podle kalkulačního vzorce jako přímý materiál), která není obsažena v cenové kalkulaci položek katalogu směrných cen stavebních prací. Měrnou jednotkou je tuna. Ceny přesunu hmot jsou zpravidla stanoveny jednou položkou pro celý objekt. [3]

**ztratiné** – vyjadřuje množství materiálu nutného na prostřih, prořez, přesah a podobně. Jeho směrná výše je zpravidla uvedena ve všeobecných ustanoveních příslušného katalogu. Udává se většinou v %. Je možné vyjadřovat ztratiné též pomocí koeficientu, jak je použito v katalogích ÚRS pro izolační práce. [3]

### 2.1.3 Oblast investic

**Investice** ve svém nejširším významu jsou definovány jako obětování jisté současné hodnoty ve prospěch budoucí nejisté hodnoty. [10]

**kapitál** – prostředky, použité pro vstup do výroby s cílem dosažení zisků v budoucnu

**hrubý domácí produkt (gross domestic product)** – finální produkty vytvořené výrobními činiteli na území daného státu

**hrubý národní produkt (gross national product)** – finální produkty ve vlastnictví občanů daného státu nejen na území daného státu, ale i v zahraničí

**výnos** – všechny příjmy z investice od okamžiku, kdy do ní vložíme finanční prostředky až do okamžiku posledního příjmu (např. likvidace) z této investice

**riziko** – pravděpodobnost, že investice vyjde a její dopad

**stupeň likvidity** – rychlost, s jakou jsme schopni změnit investici na peněžní prostředky

**časová hodnota peněz** – očekávaný výnos objektu

**portfolio** – soubor různých investic

**inlace** - situace, kdy ceny v ekonomice během určitého časového úseku rostou

**nominální úroková míra** – úroková míra, kterou vynášejí různá aktiva; peněžní roční výnos připadající na investovanou peněžní jednotku za určitý časový úsek, zpravidla rok

**ziskový bod** – bod, ve kterém se výnosy projektu rovnají jeho výrobním nákladům

**kapacita** – maximální dosažitelná a praxí ověřitelná možnost vytvořit určitý počet výrobků, popř. zpracovat určité množství suroviny za jednotku času

**hospodářský výsledek** - rozdíl mezi výnosy a náklady podniku a představuje tak zisk nebo ztrátu podniku za určité období nebo dobu. HV zjišťujeme z výkazu zisku a ztrát, sestavuje se měsíčně a uvádí se kumulovaně od počátku roku

**obligace** – cenné papíry dlužnického charakteru, které podnik emituje s cílem získat dlouhodobý finanční zdroj

**rezervy** – slouží k pokrytí budoucích rizik

**odpis** – vyjadřuje opotřebení majetku v čase, doba odepisování a odpisové sazby jsou vymezeny předpisy – v současné době příloha zákona č.586/92 Sb. O dani z příjmů ve znění pozdějších předpisů

## 2.2 TEPELNĚ-TECHNICKÉ POŽADAVKY NA BUDOVY

Postupem času se čím dál více zpřísňují požadavky na energetickou náročnost provozu budov. Zpravidla se omezují na potřebu tepla na vytápění.

O veškerých požadavcích se dočteme v normě *ČSN 73 0540-2:2002 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*, ke které vyšlo v průběhu let několik revizí.

Tato kapitola pojednává o základních požadavcích, kterým bychom měli rozumět při výstavbě rodinného domu.

### *Základní požadavky na stavební konstrukce*

Každý použitý materiál musí odpovídat závazným požadavkům z hlediska z hlediska stavebního zákona a příslušných vyhlášek, požadavkům pro použití výrobku a mnoha dalším předpisům. Důležité je zde zejména stanovisko příslušného stavebního úřadu, hygienických a hasičských orgánů. [6]

Mezi hlavní požadavky, související s energetickými vlastnostmi, patří:

- omezení prostupu tepla – vyjádřeno pomocí *součinitele prostupu tepla*
- zajištění dostatečné *teploty na vnitřním povrchu* konstrukcí i za velmi nízkých venkovních teplot
- vyloučení nebo alespoň omezení kondenzace vodních par v konstrukcích – vyjádřeno pomocí *roční bilance* zkondenzovaného a vypařitelného množství vodní páry
- vyloučení *průniku vzduchu* skrz konstrukce, omezení průniku vzduchu funkčními spárami a konstrukčně podmíněnými netěsnostmi
- omezení energetického vlivu *tepelných mostů* (tepelných vazeb) v místech napojení konstrukce mezi sebou [6]

### 2.2.1 Součinitel prostupu tepla

Většinou se označuje písmenem  $U$  a udává se v jednotkách  $W/(m^2.K)$ . Součinitel prostupu tepla charakterizuje tepelně izolační schopnost jednotlivých konstrukcí. Jednoduše řečeno – čím nižší  $U$  mají jednotlivé konstrukce *obálky budovy*, tím méně tepla uteče skrz jimi ven – tzv. *tepelná ztráta*, která se vyjadřuje v kW.

Požadované hodnoty *součinitele prostupu tepla* jednotlivých konstrukcí jsou uvedeny v normě *ČSN 73 0540-2:2002 Tepelná ochrana budov*.

Jestliže tepelnou ztrátu domu vydělíme rozdílem mezi vnitřní a venkovní teplotou ( $=K$ ), dostaneme *měrnou ztrátu prostupem tepla*  $H_T$ . Pokud vydělíme měrnou ztrátu prostupem tepla plochou obálky domu, dostaneme *průměrný součinitel prostupu tepla* domu, který se značí  $U_{em}$ . A jelikož  $W=J/s$ , znamená to množství tepla, které za jednu sekundu uniká jedním metrem čtverečným obálkové plochy domu.

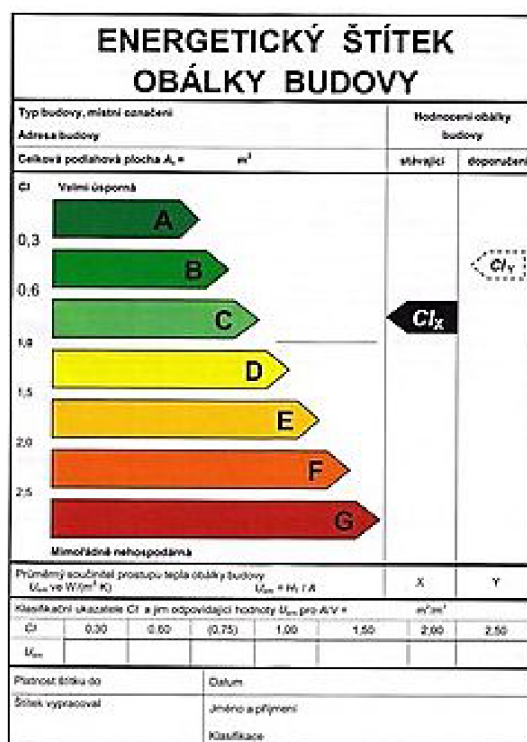
Průměrný součinitel tepla  $U_{em}$  je používám v souvislosti s energetickým štítkem obálky budovy.

## Energetický štítek obálky budovy

Pojem jednoznačně vymezuje norma ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, a to:

*Energetický štítek obálky budovy a protokol k němu jsou přehledné technické dokumenty, kterými lze doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.*

Energetický štítek budovy jako takový nemá vypovídající hodnotu o celkové náročnosti budovy, ale pouze o vlastnostech obálky (souhrn všech stavebních konstrukcí, které oddělují budovu od venkovního prostředí). Nelze vyhotovit jako samostatný dokument pro stavební řízení nebo k žádosti o dotaci na zateplení, je součástí energetického auditu. Lze z něj ale vyčíst, jak velký potenciál možných energetických úspor lze očekávat např. při zateplení budovy.



Obrázek 1 – Vzor energetického štítku obálky budovy [11]

**Pojem energetický štítek se často zaměňuje s průkazem energetické náročnosti – PENB. Pozor, nejedná se o totéž. PENB vysvětlen v kapitole 2.3.5.**

## 2.2.2 Bilance vlhkosti

Pro standardizované zimní výpočtové podmínky se zjišťuje pomocí výpočtů výskyt kondenzace vodní páry ve skladbě konstrukce. Konstrukce je vyhovující, pokud ke kondenzaci nedochází.

Jestliže ke kondenzaci dochází, můžeme konstrukci přesto považovat za vyhovující, pokud:

- a) přítomnost kondenzátu nemůže ohrozit požadovanou funkci konstrukce
- b) množství kondenzátu není velké
- c) roční bilance dokládá, že v průběhu let nemůže dojít ke shromažďování vlhkosti v konstrukci [6]

Přítomnost kondenzátu může způsobit zkrácení předpokládané životnosti konstrukce, vznik plísní, zvýšení hmotnostní vlhkosti materiálu, která vede k degradaci materiálu (např. u dřeva je tato hranice stanovena na 18% hmotnostní vlhkosti).

Roční bilance se provádí výpočtovým postupem dle normy.

## 2.2.3 Vliv tepelných mostů

Je třeba rozlišovat tepelné mosty, které můžeme jednoznačně přiřadit k určité plošné konstrukci, a takové, které se nalézají v oblasti napojení dvou a více plošných konstrukcí – často označované jako *tepelné vazby*. V prvním případě má být vliv tepelných mostů zahrnut již do hodnoty součinitele prostupu tepla. Ve druhém případě se pro velikost jejich energetického vlivu stanovují samostatné omezující podmínky. [6]

Minimální vliv tepelných mostů je dosažen, pokud rozhodující tepelně izolační vrstva ve stycích mezi konstrukcemi souvisle navazuje a výrazně se nemění tloušťka.

V případě nízkoenergetických domů je požadován vliv tepelných mostů co nejmenší, v případě pasivních dokonce zanedbatelně malý.

## 2.2.4 Základní určení tepelných ztrát a tepelných zisků

Tepelné ztráty můžeme rozdělit na ztráty prostupem tepla a ztráty výměnou vzduchu. Tepelné ztráty i zisky jsou důležité pro energetickou bilanci budovy.

### *Ztráty prostupem tepla*

Ztráty prostupem tepla jsou zmiňovány v kapitole 2.2.1. Počítá se s přímým prostupem tepla do vnějšího prostředí skrz obvodový plášť oddělující vytápěný prostor a vnější vzduch.

Dále se uvažuje tepelná propustnost přes zeminu dle ČSN EN ISO 13370. A nakonec tepelné ztráty přes nevytápěné prostory.



## ***Tepelné ztráty výměnou vzduchu***

Na místo množství vzduchu, které je z vytápěné místnosti odváděno, musí být přiváděn čerstvý vzduch, jehož množství by mělo odpovídat hygienickým požadavkům, účelu místnosti, aktuálnímu obsazení osobami apod.

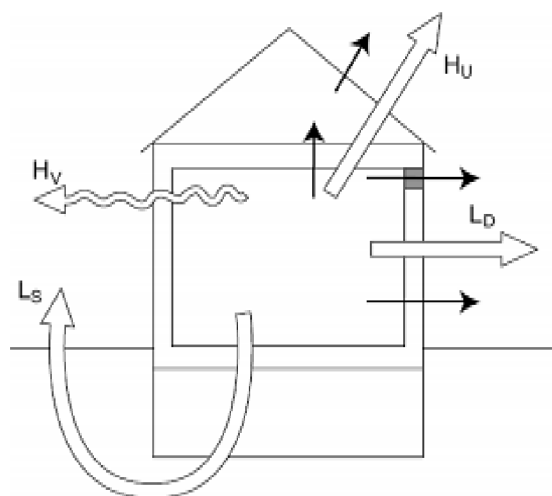
Norma ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky určuje intenzitu výměny vzduchu v užívané místnosti.

Pro pobytové místnosti se zpravidla požaduje zajistit nejméně  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  na osobu při klidové aktivitě s produkcí metabolického tepla do  $80 \text{ W}/\text{m}^2$  a při aktivitě s produkcí metabolického tepla nad  $80 \text{ W}/\text{m}^2$  až nejméně  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  na osobu. [6]

Při dimenzování zdrojů nebo při energetických auditech se celková intenzita výměny vzduchu stanoví jako vážený průměr podle vzduchových objemů jednotlivých místností. V normě je uvedeno i minimální větrání.

## ***Vnitřní tepelné zisky***

Do tepelných zisků se zahrnují zisky z metabolického tepla osob, zisky z elektrických spotřebičů a umělého osvětlení a také tzv. pasivní solární zisky (solární energie, která proniká do vnitřního prostředí přes prosklené plochy).



Obrázek 2 – Schématický přehled tepelných ztrát budovy [6]

## 2.2.5 Průkaz energetické náročnosti

Průkaz energetické náročnosti – PENB je od roku 2009 u nových budov povinná součást stavební dokumentace. Od 1.1.2013 platí zákon č. 406/2000 Sb. a jeho změna č. 318/2012 Sb., který rozšiřuje povinnost zpracovat PENB i na další případy než u novostaveb. PENB se zpracovávají podle vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.

Průkaz energetické náročnosti budovy poskytuje informaci, jak je budova energeticky náročná. Grafickým výstupem připomíná energetický štítek, který je znám ze spotřebičů. Nejedná se ovšem o totéž. PENB je komplexní dokument, který zahrnuje veškeré energie – vytápění, ohřev teplé vody, chlazení, větrání, osvětlení.

Díky PENB se dá říci, kolik energie daná budova potřebuje za rok, a tím pádem i jak je finančně náročná. PENB zajišťuje informovanost při prodeji nebo pronájmu, energetická třída se postupně promítá do ceny nemovitosti.

### Z čeho se PENB skládá?

Průkaz energetické náročnosti se skládá se z protokolu průkazu a jeho grafického znázornění. Protokol průkazu obsahuje účel zpracování, základní informace, typ budovy, geometrické charakteristiky a druhy energie užívané v budově. [12]

Dále je uvedeno, jak je řešeno vytápění, větrání a ohřev teplé vody, informace o stavebních konstrukcích. A nakonec je zpracována energetická náročnost, analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů a doporučení na snížení spotřeby energetické náročnosti.

**PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**  
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodářství energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: \_\_\_\_\_  
PSČ, místo: \_\_\_\_\_  
Typ budovy: \_\_\_\_\_  
Plocha obálky budovy: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
Objemový faktor tvaru A/V: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
Celková energeticky vztažná plocha: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

FOTO

**DOPORUČENÁ OPATŘENÍ**

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input checked="" type="checkbox"/>
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input checked="" type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a v technické specifikaci opatření na energetickou náročnost budovy.

**PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ**  
Hodnoty pro celou budovu MWhrok

● Elektrika a osl. - XX,X  
● Služba a osl. prostředí - XX,X  
● Zbytek - XX,X

**ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY**

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Všiv provozu budovy na životní prostředí)
Měrné hodnoty kWh/m <sup>2</sup> ·rok	Měrné hodnoty kWh/m <sup>2</sup> ·rok
A Mírně šetrná	A Dop.
B Velmi šetrná	XXX B
C Šetrná	C
D Mírně šetrná	D
E Špatně šetrná	E
F Velmi špatně šetrná	F
G Mírně špatně šetrná	G
Hodnoty pro celou budovu MWhrok	XX,X

**UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**

Osobní hodnoty	Vytápění	Chlazení	Větrání	Operava vřívávkou	Teplá voda	Osvětlení
U <sub>int</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·rok	Dílčí dodaná energie	Měrné hodnoty kWh/m <sup>2</sup> ·rok				
A	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	XX	XX
B						
C	XX	XX	XX			
D	Dop.					
E						
F	XX					
G						
Hodnoty pro celou budovu MWhrok	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X

Zpracovatel: \_\_\_\_\_ Osvědčení č.: \_\_\_\_\_  
Kontakt: \_\_\_\_\_ Vyhотовeno dne: \_\_\_\_\_  
Podpis: \_\_\_\_\_

Obrázek 3 – Grafická podoba průkazu energetické náročnosti [11]

## 2.2.6 Rozdělení budov dle energetické náročnosti

V základním rozdělení podle tabulky 1 se posuzuje pouze potřeba tepla na vytápění. Neprojeví se zde další významné součásti energetické bilance budovy (ohřev teplé vody, chlazení, elektrické spotřebiče) ani druh a účinnost energetických systémů a využití obnovitelných energetických zdrojů. [6]

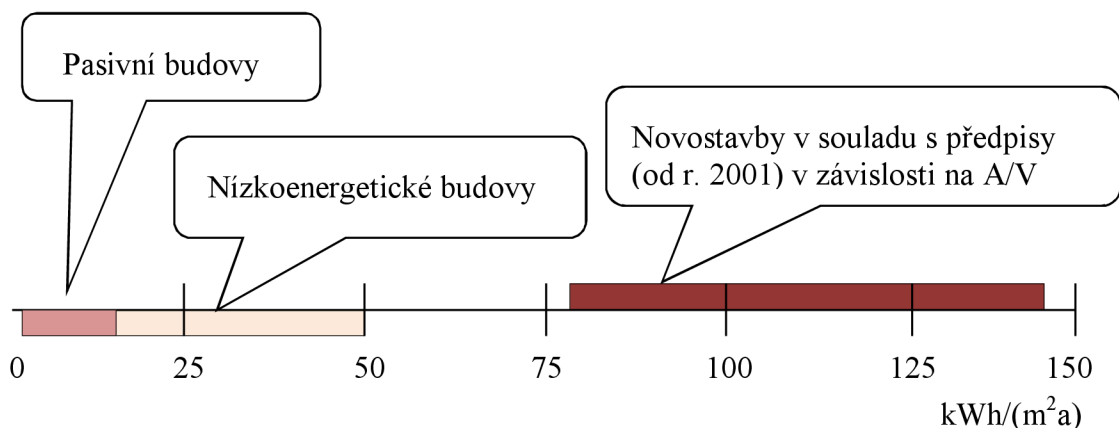
Tabulka 1 – Základní rozdělení budov podle potřeby tepla na vytápění [6]

KATEGORIE	POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ
starší budovy	často dvojnásobek hodnot pro obvyklé novostavby a více
obvyklá novostavba (podle aktuálních závazných požadavků)	80 – 140 kWh/(m <sup>2</sup> a) v závislosti na faktoru tvaru A/V
nízkoenergetický dům	≤ 50 kWh/(m <sup>2</sup> a)
pasivní dům	≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
nulový dům	< 5 kWh/(m <sup>2</sup> a)

V literaturách se objevují tzv. „domy s energetickým přebytkem“, které vyprodukují více energie, než samy spotřebují. Mimo kategorie uvedené v Tabulce 1, existují domy, které si potřebnou energii pro svůj provoz, vyprodukují samy, bez dodávek energie z venku. Takový dům je nazýván jako „energeticky nezávislý dům“ a je vhodný například v extrémní horské poloze, kde nejsou k dispozici obvyklé energetické sítě.

### 2.2.6.1 Budovy s nízkou energetickou náročností

Podle běžných definic [4] je za nížnoenergetický považován takový dům, kde je potřeba tepla na vytápění nejvýše 50kWh/(m<sup>2</sup>a), a za pasivní dům takový, kde je potřeba tepla na vytápění nejvýše 15kWh/(m<sup>2</sup>a). [5]



Obrázek 4 – Zjednodušené porovnání potřeby tepla na vytápění a vymezení oblasti nížnoenergetických domů [6]

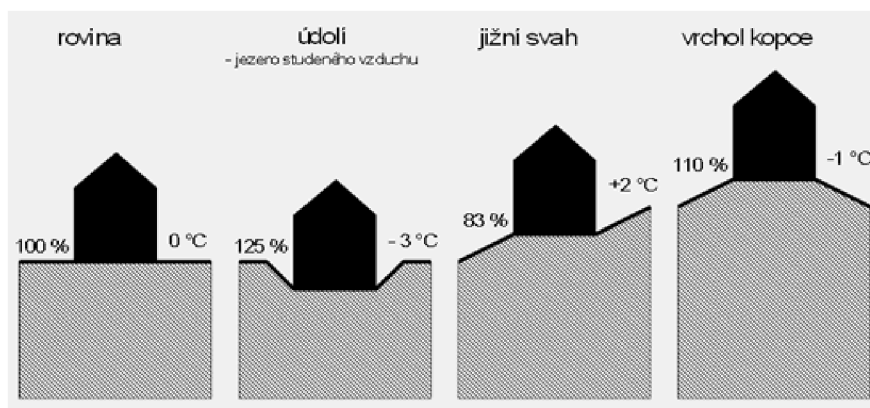
## Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické budovy se charakterizují nízkou spotřebou tepla na vytápění. Nízká potřeba tepla na vytápění je způsobována zejména optimalizovaným stavebním řešením obálky budovy. Nízkoenergetické budovy jsou takové, jejichž potřeba tepla na vytápění je výrazně nižší než aktuální požadavek národních předpisů.

Tímto způsobem „volné definice“ se ustálila obvyklá hodnota měrné potřeby tepla na vytápění do 50 kWh/(m<sup>2</sup>a), např. podle [4], kde se dále (pouze slovně, bez upřesnění) požaduje, aby budova měla účinnou otopnou soustavu. V devadesátých letech dvacátého století se též někdy udávalo kritérium 70 kWh/(m<sup>2</sup>a). Dá se předpokládat, že v budoucnu se číselné kritérium bude zpříšňovat v souladu s tím, jak se bude zpříšňovat základní požadavek na budovy, případně že tento termín pro novostavby časem vymizí. Pro budovy s převládající návrhovou teplotou mimo interval 18 až 22 °C se hodnocení neprovádí. [7]

### Charakteristika nízkoenergetických domů:

- jediná podmínka, ke splnění požadavků nízkoenergetických domů, je měrná roční potřeba tepla na vytápění. Ta nesmí přesáhnout 50 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- charakteristika nízkoenergetických domů je podobná jako u níže zmíněných pasivních domů, kde se musí dodržovat zásady výstavby, zatímco u nízkoenergetických domů jde spíše o doporučené zásady
- vliv místních klimatických podmínek a volba pozemku – výrazně ovlivňují energetickou bilanci, rozhodující faktory: nadmořská výška, orientace pozemku ke světovým stranám, tvar terénu



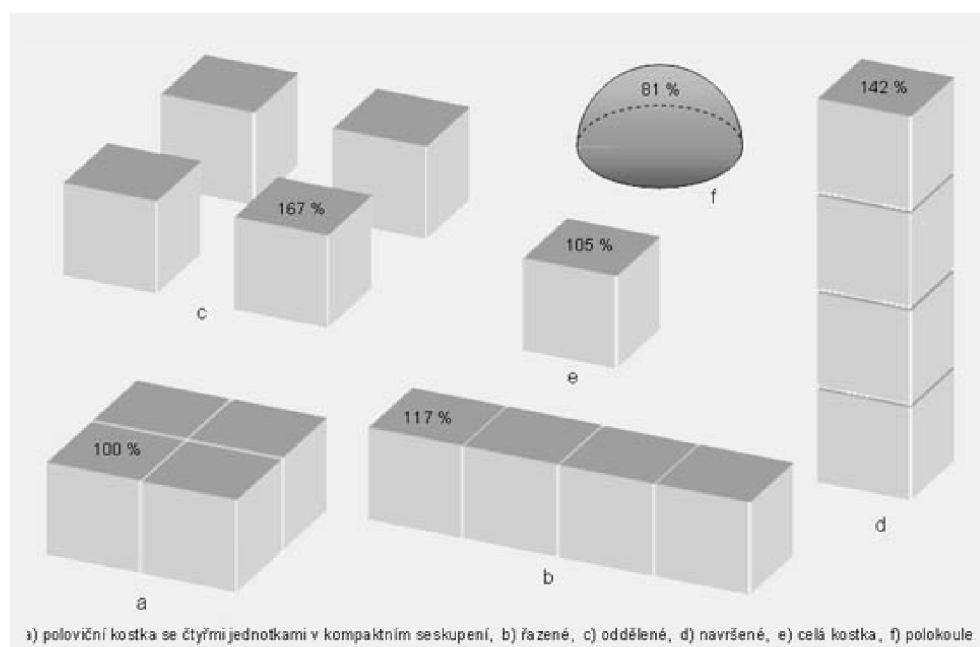
Obrázek 5 – Tepelné ztráty budovy (v %) a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu [8]

## ***Pasivní budovy***

Pasivní budovy se charakterizují minimalizovanou potřebou energie na zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí a minimalizovanou potřebou primární energie z neobnovitelných zdrojů na jejich provoz díky optimalizovanému stavebnímu řešení a dalším opatřením. Od roku 2002 jsou základní informace uvedeny v ČSN 73 0540-2, upřesnění v novém znění v roce 2011.

### **Charakteristika pasivních domů:**

- měrná potřeba na vytápění – u rodinných domů max. 20 kWh/(m<sup>2</sup>a), u ostatních budov max. 15 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- roční celková potřeba primární energie – max. 120 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- poměr plochy vnějších ochlazovaných konstrukcí (obálky) budovy k jejímu vytápěnému objemu - tzv. geometrická charakteristika budovy A/V, nižší hodnoty A/V jsou předpokladem nižší potřeby energie



Obrázek 6 – Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty, velikost ochlazovaných povrchů bez základové plochy při stejném objemu objektů je uvedena v % [8]

- jeden z nejslabších prvků v pasivních domech jsou výplně otvorů, proto je nutné dbát na kvalitní zasklení, výborné utěsnění, dostatečná propustnost slunečního záření apod.

## ***Energeticky nulové budovy***

Hodnocení vychází z roční bilance energetických potřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí, vyjádřené v hodnotách primární energie. Předpokládá se, že budova je připojena na obvyklé energetické sítě. Zpravidla je výhodné, aby stavební řešení a technická zařízení budovy byla navržena tak, aby odpovídala standardu pasivní budovy. [7]

Jsou stanoveny dvě základní úrovně hodnocení:

*Úroveň A* – potřeba tepla na vytápění, potřeba energie na chlazení, energie na přípravu teplé vody, pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů, elektrická energie na umělé osvětlení a elektrické spotřebiče

*Úroveň B* – jako A, ale bez zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče

### **2.2.7 Výhody a nevýhody nízkoenergetických a pasivních domů**

Mezi největší výhody nízkoenergetických a pasivních domů patří nízké náklady na vytápění a návratnost investice. Další výhodou je vzduchotěsnost a bezhlučnost, veškeré dutiny a spáry jsou důkladně utěsněny. Bezhlučnost je dosaženo díky kvalitních výplň otvorů, použití řízeného větrání a tloušťce izolací. A v neposlední řadě díky malé spotřebě energií je snižováno zatížení životního prostředí.

K nevýhodám patří vyšší pořizovací náklady, kvůli použití kvalitnějších výplň otvorů, použití většího množství izolací. Také nižší tvarová variabilita by se dala považovat za nevýhodu. Nejsou vhodné složité tvary, je nutné dodržovat tvarové požadavky, aby dům splňoval všechna kritéria nízkoenergetických domů.

## 2.3 ZÁKLADNÍ PRAVIDLA OCEŇOVÁNÍ STAVEB

Aby byla stanovena cena stavby, je zapotřebí zjistit všechny možné náklady v průběhu investiční výstavby na objekt, prováděné práce a množství materiálu. Tato cena se stanovuje zpravidla pomocí souhrnného rozpočtu stavby.

### 2.3.1 Cenové předpisy

#### **- zákon č. 526/1990 Sb., zákon o cenách + Předpis č. 135/1994 Sb.**

Vyhláška, kterou se provádí zákon o cenách (580/1990 Sb.)

- výměr MF ČR, kterým se zavádí *Seznam zboží s regulovanými cenami*
- výměry cenových orgánů, kterými se mění „Seznam“

#### **- zákon č. 151/1997 Sb., zákon o oceňování majetku**

Vyhláška, kterou se provádí některá ustanovení zákona o oceňování majetku (456/2008 Sb.)

Související předpisy: *Zákon o veřejných zakázkách (137/2006 Sb.)*

*Obchodní zákoník (513/1991 Sb.)*

*Zákon na ochranu hospodářské soutěže (143/2001 Sb.)*

### 2.3.2 Rozpočtové ukazatele

Rozpočtové ukazatele (RU) jsou součástí technicko-hospodářských ukazatelů (THU). Pro zpracování THU jsou výchozím podkladem informace o již realizovaných objektech (ekonomické, technické, časové).

Ukazatele slouží ke zjednodušení rozpočtování, ke zjednodušení přípravy staveb a jejich provádění a k ohodnocení při zpracování časového plánu (v podobě síťového grafu) stavby.

Využití THU spočívá v porovnání objektů již realizovaných s nově připravovanými. Proto musí být ukazatele vztaheny na vhodnou měrnou jednotku. Jsou užívány měrné jednotky *účelové* (1 žák, 1 bytová jednotka, 1 lůžko, apod.) a *technické* (m<sup>3</sup> obestavěného prostoru, m<sup>2</sup> zastavěné plochy, apod.).

Rozpočtové ukazatele jsou zpracovány v katalogích vydávaných ÚRS. Pro stavební firmu (dodavatele) je vhodné mít vlastní rozpočtové ukazatele podnikové. [11]

$$RU = \frac{ZN}{\text{velikost } SO} (K\check{c}/m^3 OP) \quad [11]$$

kde

ZN ... velikost základních nákladů

SO ... velikost stavebního objektu (např. m<sup>3</sup> OP)

Pro získání základních nákladů objektu (tvoří hlavu III souhrnného rozpočtu) vynásobíme RU velikostí objektu.

### 2.3.3 Rozpočty

V jednotlivých fázích výstavby rozlišujeme různé druhy propočtů, které mohou sloužit k nejrůznějším účelům a mají odlišnou podrobnost. V době platnosti vyhlášky č. 163/ 73, 105/81, 5/87 bylo podle ní nařízeno, ve které fázi se má příslušný rozpočet zpracovat a určovala kromě jiného i formu tohoto rozpočtu. Rozpočet tedy musel být i povinnou součástí projektové dokumentace stavby. S pozdějším uvedením do platnosti vyhlášky o projektové přípravě staveb (vyhl. č. 43/1990 Sb.), která zrušila (vyhl. č. 5/1987 Sb.) byla tato rozpočtová povinnost zrušena. Po delší době byla tato vyhláška zrušena úpravou stavebního zákona č. 262/ 1992 Sb. a od této doby není povinnost ani způsoby členění rozpočtů ošetřené žádnou právní normou. [9]

Dle formy a obsahu rozlišujeme zejména tyto druhy rozpočtů:

#### ***Předběžný rozpočet stavby***

Jde o rozpočet, který se zpracovává ve fázi předprojektové přípravy stavby (investiční záměr a územní řízení) a slouží investorovi, aby mohl ekonomicky rozhodovat a řídit rozsah budoucí stavby s ohledem na možnosti a efektivnost jejího financování. Tento rozpočet není podrobný a dává pouze přibližné výsledky. Výpočet nákladů vychází pouze ze zjištění objemových ukazatelů stavby (obestavěný prostor, délka trasy, zastavěná plocha, apod.) a použití technicko-hospodářských ukazatelů (THU) resp. rozpočtových ukazatelů (ROZUK). [9]

#### ***Položkový podrobný rozpočet***

Položkový podrobný rozpočet bývá vyhotoven ve fázi projektové přípravy stavby a může být také přílohou projektové dokumentace. Podkladem pro jeho tvorbu jsou výkazy výměr, ceny z ceníku stavebních prací a dodávek vytvořených konkrétní osobou nebo vycházejících z obecných ceníků stavebních prací zpracovaných Ústavem pro racionalizaci ve stavebnictví (ÚRS) Praha. [9]



## ***Souhrnný rozpočet***

V dobách platnosti vyhlášek o dokumentaci staveb (např. vyhl. č. 5/1987 Sb.) byl předepsán jako součást úvodního projektu. V současnosti není nutné tento rozpočet vypracovávat, jelikož jeho členění poskytuje přehledné uspořádání nákladů, je velmi vhodné ho používat v praxi. Podle staré vyhlášky byl souhrnný rozpočet členěn do jedenácti hlav. [9]

Sestává z XI částí (hlav):

*I – Projektové a průzkumné práce*

*II – Provozní soubory*

*III – Stavební objekty*

*IV – Stroje a zařízení*

*V – Umělecká díla*

*VI – Vedlejší (rozpočtové) náklady*

*VII – Ostatní náklady*

*VIII – Rezerva*

*IX – Jiná investice*

*X – Vyvolané náklady*

*XI – Náklady na investorskou činnost (provozní)*

Souhrnný rozpočet se začíná počítat vždy od největších nákladů (tzn. stavební objekty, provozní soubory, další náklady, ...).

## ***Nabídkový rozpočet***

Nabídkový rozpočet vyhotovuje potenciální zhotovitel stavby, který se ve výběrovém řízení na dodavatele uchází o zakázku. Rozpočet vychází z individuálních cen uchazeče a vyhotovuje se pro investora jako jeden z podkladů nabídky ještě před uzavřením dodavatelské smlouvy. Tento rozpočet je zpracován s větší podrobností než předběžný rozpočet, ale s menší podrobností než rozpočet položkový. Jeho členění na jednotlivé konstrukční části stavby jako jsou zemní práce, základy, izolace atd. dává investorovi přehled a možnost porovnání výhodnosti cen jednotlivých uchazečů o stavební zakázku. Vzniká na základě individuální kalkulace dodavatele a jeho nákladů na stavbu. [9]

## ***Kontrolní a revizní rozpočty***

Tyto rozpočty jsou vytvořeny po dokončení stavebního díla v případě, že některý z účastníků výstavby (např. investor) požaduje provedení kontroly vyfakturovaných cen prací a porovnání s cenami obvyklými. Revizi původního rozpočtu je revizní rozpočet, který má zjistit, zda je původní rozpočet v pořádku. [9]

## 2.3.4 Podklady pro sestavení rozpočtu

### *Technické podklady*

- výkresy – projektová dokumentace
- technická zpráva – projektová dokumentace
- výkaz výměr [3]

Požadovaná podrobnost záleží na podrobnosti oceňovacích podkladů.

### *Oceňovací podklady*

Používají se především ceníky stavebních prací a materiálů, buď vlastní, nebo vydávané specializovanými firmami.

- katalogy popisů a směrných cen stavebních prací
- sborník cen materiálů [3]

## 2.3.5 Postup sestavení položkového rozpočtu stavebního objektu

Při sestavování rozpočtu se nejprve celý objekt rozdělí na jednotlivé *prvky*, a to etapy, hrubé konstrukční prvky, stavební díly (TSKP) a cenové konstrukční prvky (položky). Každý prvek je zpravidla vymezen pomocí klasifikace a popisu a představuje kalkulační jednici ve vazbě na oceňovací podklady.

Poté se prvky změří a sestaví se *výkaz výměr*, kde se k jednotlivým prvkům přiřadí *jednotkové ceny* a vypočítají se ceny prvků s ohledem na množství ve výkazu výměr a jednotkové ceny.

Jako oceněný výkaz výměr se sestaví *rozpočet stavebního objektu*, kde se vypočítají **základní rozpočtové náklady (ZRN)** jako přehledný součet cen všech prvků a následně se dopočítají náklady spojené s umístěním stavby a stanoví se **vedlejší rozpočtové náklady (VRN)**, které zahrnují zařízení staveniště, provozní vlivy, územní vlivy, dopravní náklady a ostatní náklady.

**Cena stavebního objektu (CSO)** se vypočítá:

$$CSO = ZRN + VRN [3]$$

Z ceny stavebního objektu stanovené rozpočtem vychází *nabídková cena*.

## 2.4 INVESTICE A HODNOCENÍ INVESTIC

Investice se může chápat jako obětování jisté současné hodnoty ve prospěch budoucí neisté hodnoty, která může být vyšší (předpoklad) nebo také nižší (riziko).

Investiční rozhodování je z ekonomického pohledu rozhodování o svěření podnikových zdrojů (kapitálu, know-how) do jednotlivých projektů se záměrem dosažení vyšších finančních a jiných užitků v budoucnosti. Jedná se o pořízení buď hmotných aktiv (pozemků, staveb, technologických zařízení a inventáře) nebo nehmotných, jako jsou investice do patentů, značky, know-how nebo do vzdělání vlastních pracovníků. [10]

Primárním předpokladem pro dosažení podnikatelských úspěchů v tržní ekonomice je kvalitní příprava těchto projektů. K řízení rozvoje podniku, přesvědčení budoucích investorů o výhodnosti projektů jsou podnikatelské plány velice významné.

Investiční rozhodování je velmi složitý a časově náročný systém, který obsahuje postupy, metody a matematické vztahy předpokládající různé stavy světa a zohledňují časovou hodnotu peněz. Vše vede k tomu, aby se předešlo možným rizikům a ztrátám a dokázalo se s největší pravděpodobností předpovědět chování trhu a výnosnost vložených investic.

### 2.4.1 Ukazatelé

Ukazatelé se využívají pro hodnocení efektivnosti staveb.

#### *Časová hodnota peněz*

Současná peněžní jednotka má větší hodnotu než budoucí peněžní jednotka, protože ta současná může být investovaná a přinášet výnos. Tento očekávaný výnos je právě časová hodnota peněz.

Pro sestavení časové hodnoty potřebujeme vytvořit základní model spotřeba – investice, dle následujících předpokladů [10]:

1. *předpoklad:* investiční rozhodnutí budou probíhat pouze v 1 časovém období, které bude reprezentováno dvěma body v čase – počátek roku (tj.  $t_0$  nebo *rok 0*) a konec roku (tj.  $t_1$  nebo *rok 1*)

2. *předpoklad:* velikost nákladů (investičních i provozních) a výnosů projektů je zcela jistá, takže investiční rozhodování není ovlivněno rizikem

3. *předpoklad:* předpokládají se pouze fyzické investiční příležitosti, kapitálový trh pro půjčování a ukládání peněz zatím není využíván

4. *předpoklad:* všechny investiční projekty jsou nekonečně dělitelné a mohou tedy být realizovány i části těchto projektů, a tyto vykazují proporcionální výnosy

5. *předpoklad:* každý investiční projekt je zcela nezávislý na jiném, proto výnos každého projektu je konečný a není ovlivněn jiným investičním rozhodnutím

6. *předpoklad:* výstup projektů je pojat racionálně, získání „více peněz“ je vždy preferováno před získáním „méně peněz“

## **Čistá současná hodnota (NPV – Nett Present Value)**

Tento ukazatel představuje čistý výnos projektu za celé hodnocené období.

Investiční příležitosti týkající se zejména pořízení investičního majetku mají dlouhodobý charakter, proto je nutné stanovit mechanismus, který dokáže převést budoucí výnosy, u nichž předpokládáme, že nastanou v následujících letech, na jejich současnou hodnotu. Tento mechanismus se nazývá Čistá současná hodnota. [10]

NPV investice vychází z předpokladu, že peněžní prostředky jsou efektivně investovány pouze v případě, jestliže výnos z investice je roven nebo vyšší než počáteční náklad. [10]

Budoucí výnosy nelze v jednotlivých letech jen tak sčítat (hodnota se v čase mění), proto je třeba je převést na jejich *současnou hodnotu (PV – Present Value)* pomocí vzorce:

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+r)^i} \quad [10]$$

kde

PV ... současná hodnota v Kč

$V_i$  ... výnosy v jednotlivých letech v Kč

$i$  ... počet let od 1 do  $n$

$r$  ... alternativní náklad kapitálu (časová hodnota peněz) v %/100

*Pozn. Zlomek  $\frac{1}{(1+r)^i}$  se nazývá diskontní faktor. Hodnoty diskontních faktorů jsou tabelovány.*

Po převedení na současnou hodnotu se použije následující vztah:

$$NPV = PV - IN \quad [10]$$

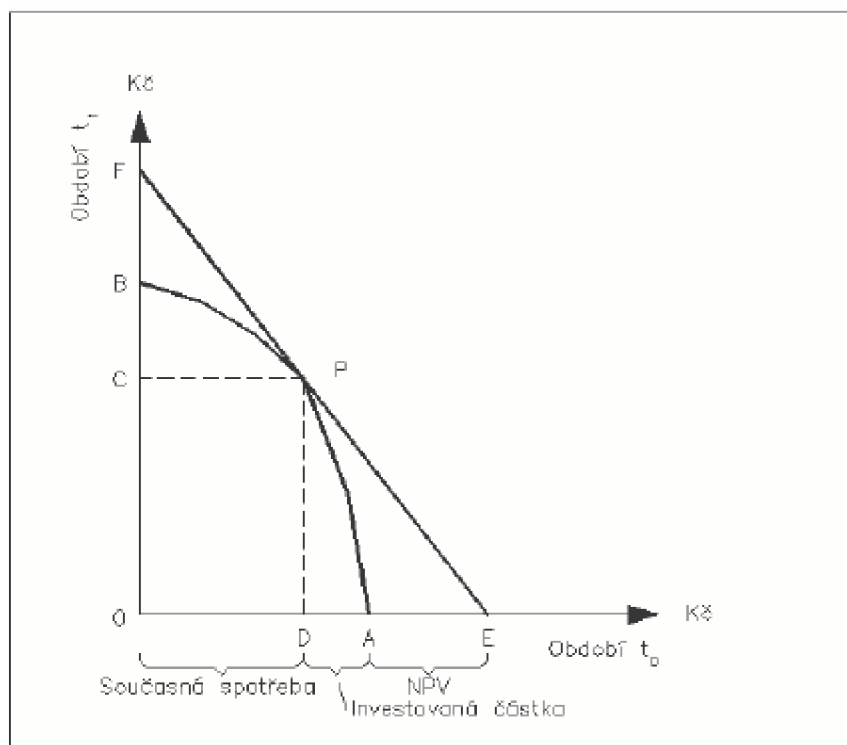
kde

NPV ... čistá současná hodnota v Kč

IN ... investiční náklad v Kč

*Rozhodovací pravidlo* pro ukazatel NPV: Akceptujeme všechny investice s kladnou nebo nulovou čistou současnou hodnotou (z toho plyne, že produkují výnos vyšší nebo shodný s náklady do nich vloženými) a odmítneme všechny ty, které mají čistou současnou hodnotu zápornou.

Čistá současná hodnota představuje přírůstek zdrojů podniku, plynoucí z investice do reálných aktiv. [10]



Obrázek 7 – Čistá současná hodnota [10]

Na obrázku 7 je odhadnuta likvidní hodnota firmy v čase  $t_0$  jako OA. Realizací investičních záměrů se posunuje po linii fyzických příležitostí AB. Podnik investuje částku DA, zbývající částka OD může být vyplacena akcionářům ve formě dividend v čase  $t_1$  ve výši OC.

### ***Vnitřní výnosové procento (IRR – Internal Rate Return)***

Vnitřní výnosové procento představuje procentuální výnosnost projektu za celé hodnocené období.

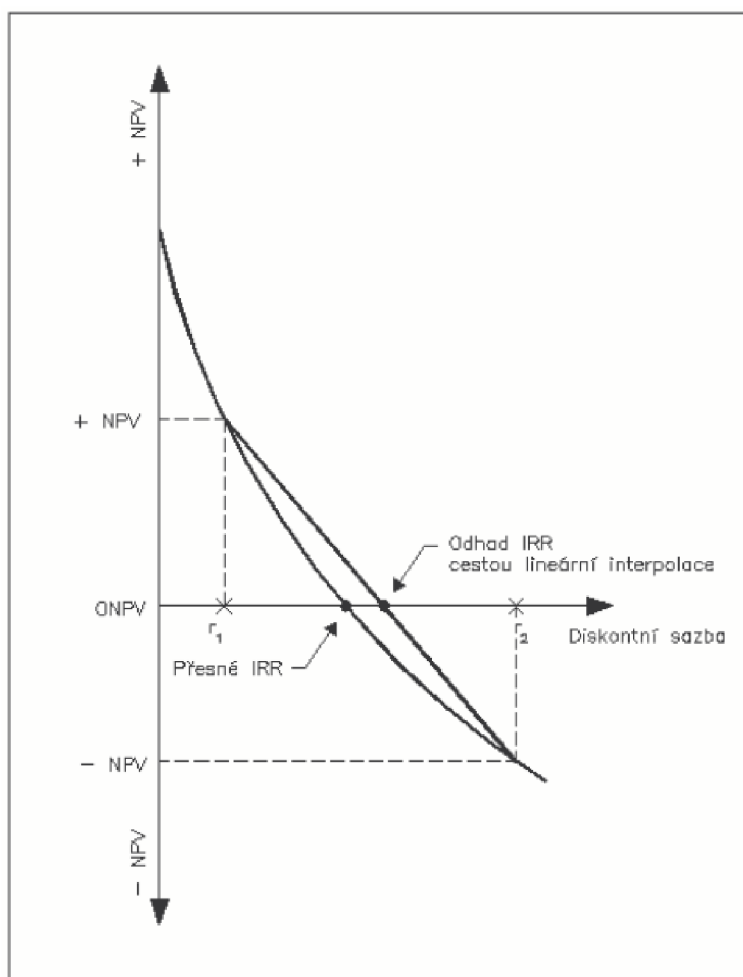
IRR je výnos, při kterém je NPV rovno nule. Pomocí matematické interpolace se počítá přibližné IRR:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV +}{|NPV +| + |NPV -|} * (r_2 - r_1) \quad [10]$$

kde

$r_1$  ... odhadované IRR pro kladnou NPV

$r_2$  ... odhadované IRR pro zápornou NPV



Obrázek 8 – Grafické znázornění stanovení IRR [10]

### ***Prostá doba návratnosti (Payback method)***

Počet let, za který projekt vytvoří kladné peněžní toky (CF) ve výši investovaných nákladů projektu, tedy za jak dlouho se vrátí vložená investice.

Pokud je CF v jednotlivých letech konstantní, lze vypočítat dobu návratnosti pomocí následujícího vzorce:

$$DN = \frac{IN}{CF} \quad (\text{v letech})$$

kde

IN ... investiční náklady

CF ... roční kladné peněžní toky

S tím se ovšem v praxi setkáme jen výjimečně. Proto se doba návratnosti stanoví kumulativním načítáním ročních CF až do výše investičních nákladů.

$$DN = x + \frac{IN - CF \text{ kumulované spodní hranice intervalu}}{\text{roční CF horní hranice intervalu}}$$

kde

x ... počet let spodní hranice intervalu

*Pozn. Z hlediska časové hodnoty peněz není ukazatel prostě doby návratnosti v pořádku.*

### ***Diskontovaná doba návratnosti (Pay-off method)***

Z pohledu časové hodnoty peněz je nutné jednotlivé peněžní toky diskontovat a porovnávat sumu diskontovaných toků s počátečními investičními náklady. Čím je doba návratnosti kratší, tím je investice hodnocena příznivěji. [10]

Postup výpočtu je shodný s prostou dobou návratnosti, opět se jedná o kumulaci tentokrát diskontovaných toků až do okamžiku, ve kterém se budou rovnat investičním nákladům. [10]

## **2.4.2 Hodnocení projektu**

### ***Výnosy***

Výnosy tvoří především tržby z prodeje vlastních výrobků a poskytovaných služeb, výnosy spojené se změnou stavu zásob vlastní výroby, případně výnosy finanční. Jednotlivé položky výnosů se určí součinem projektovaného objemu produktů a jejich jednotkových cen.

Výnosy spočítáme dle vzorce:

$$V = Q * c \quad [10]$$

kde

V ... výnosy v Kč

Q ... množství vyrobeného zboží

c ... jednotková cena zboží

### ***Provozní náklady***

Znamenají finančně vyjádřenou spotřebu vstupních faktorů. Nákladových vstupů je velké množství, proto je potřebné je podrobněji analyzovat. Pro investiční propočty používáme druhové členění nákladů, založeno na sledování spotřeby jednotlivých vstupních faktorů. Náklady rozdělujeme na: materiálové, mzdové, odpisové, ostatní, finanční. [10]

Pro výpočty ekonomické efektivity je třeba stanovit výrobní náklady, provozní a celkové náklady.

*Výrobní náklady:*

$$N_v = NM + Od + M$$

kde

$N_v$  ... výrobní náklady

$NM$  ... náklady materiálové

$Od$  ... odpisy

$M$  ... mzdy

*Provozní náklady:*

$$N_p = N_v - Od = NM + M$$

$$NM = S + En + NM_{ost}$$

kde

$N_p$  ... provozní náklady

$S$  ... náklady na materiál

$En$  ... náklady na paliva a energie

$NM_{ost}$  ... náklady ostatní, jsou náklady většinou režijního charakteru,  
které jsou fixní

Pro potřeby nákladových a výnosových analýz, modelování a simulace variant podnikatelského záměru z hlediska různých stavů světa je třeba rozdělit náklady do dalších kategorií na náklady *variabilní, fixní, průměrné a mezní*. [10]

### ***Výkaz Cash flow***

Výkaz cash flow zaznamenává všechny předpokládané peněžní toky vztahující se k projektu, bez ohledu na to souvisejí-li s provozem nebo pouze s jeho financováním. [10]



### ***Výkaz zisku a ztrát (výsledovka)***

Výkaz zisku a ztrát (výsledovka) je dokument, který poskytuje informace o hospodářském výsledku projektu v jednotlivých letech hodnoceného období, tzn. o zisku před zdaněním a po zdanění. Jsou v ní zahrnuty celkové výnosy projektu a jednotlivé nákladové položky, které projektu vznikají. [10]

### ***Rozvaha***

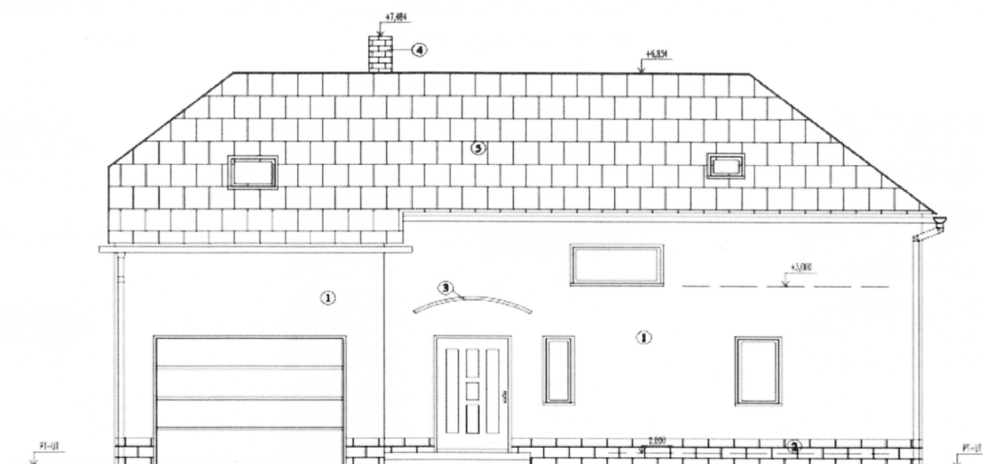
Rozvaha, je výkaz, který dává přehled o aktivech a pasivech projektu v kumulované podobě v jednotlivých letech. Aktiva vyjadřují majetek vzniklý projektem členěný na dlouhodobý a oběžný. Pasiva představují zdroje krytí aktiv a podle platné účetní metodiky v ČR se člení na vlastní a cizí zdroje. [10]

### 3 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem v praktické části je porovnat dům ve třech variantách, a to standardní výstavbu, nízkoenergetickou výstavbu a pasivní. Referenční dům, který bude realizován, spadá do kategorie nízkoenergetické výstavby, standard a pasivní varianta je modelová.

Dále porovnat náklady na jejich pořízení, zjistit jejich měrnou potřebu energie a zjistit dobu návratnosti všech tří variant.

#### 3.1 REFERENČNÍ OBJEKT – NÍZKOENERGETICKÝ DŮM



Obrázek 9 – Pohled

##### 3.1.1 Charakteristika objektu

Jedná se o rodinný dům 4+kk s členitým půdorysem, s přilehlou garáží. Je nepodsklepený se dvěma vytápěnými nadzemními podlažími, včetně obytného podkroví, s valbovou střechou. Svislá a šikmá okna jsou plastová s izolačním trojsklem. Venkovní dveře jsou také plastové. Stropní konstrukce je tvořena z keramických stropních vložek HELUZ MIAKO. Vnější stěny jsou tvořeny z cihel HELUZ FAMILY a zatepleny deskami z polystyrénu. V následující tabulce je popis objektu.

Tabulka 2 – Popis referenčního objektu. Zdroj - autor

Popis referenčního objektu	
Lokalita	Hostěrádky-Rešov
Dispozice	Dvoupodlažní 4+kk
Zastavěná plocha	145 m <sup>2</sup>
Podlahová plocha	217 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor	710,5 m <sup>3</sup>

Skladba obvodového pláště se skládá z keramických bloků HELUZ FAMILY o tloušťce 380 mm a tepelné izolace z polystyrenu Isover EPS GreyWall o tloušťce 150 mm. V následující tabulce je vypsána skladba střechy.

*Tabulka 3 – Skladba střechy. Zdroj – autor*

Materiál	Tloušťka
Střešní krytina Bramac	30 mm
Střešní latě	30 mm
Kontralatě	30 mm
Pojistná izolace Jutafol	
Krokev + foukaná izolace Magmarelax 160 mm mezi vazníky	160 mm
Tepelná izolace foukaná Magmarelax 100 mm pod vazník	100 mm
Parotěsná fólie	
Konstrukce sádkartonového pohledu	40 mm

V objektu je v některých místnostech navrženo podlahové vytápění. V tabulce 4 je uvedena skladba podlahy bez podlahového vytápění a v tabulce 5 je skladba podlahy s podlahovým vytápěním.

*Tabulka 4 – Skladba podlahy 2NP bez podlahového vytápění. Zdroj – autor*

Materiál	Tloušťka
Dřevěné parkety	10 mm
Mirelon	5 mm
Betonová mazanina	40 mm
Ochranná fólie PVC	5 mm
Styropor EPS 100S STABIL	30 mm

*Tabulka 5 - Skladba podlahy v 1NP s podlahovým vytápěním. Zdroj – autor*

Materiál	Tloušťka
Nášlapná vrstva (PVC)	10 mm
Samonivelační stěrka	5 mm
Konstrukce podlahového vytápění, topná rohož elektrické podlahové vytápění	35 mm
Ochranná fólie PVC	
Styropor EPS 100S Stabil	100 mm

Výplně otvorů jsou provedeny z plastových oken, systému Horizont PS Space 8 s izolačním trojsklem.

Zdrojem ohřevu topné vody je elektrický kotel o výkonu 38 kW a jako lokální zdroj tepla slouží krbová vložka.

### 3.1.2 Tepelně-technické požadavky na budovu

V následující tabulce jsou uvedeny parametry jednotlivých konstrukcí obálky budovy a požadované hodnoty dle normy ČSN 730540-2. Dle tabulky jsou požadavky splněny.

Tabulka 6 – Technické parametry konstrukcí obálky budovy. Zdroj – autor

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce U [W/m <sup>2</sup> K]	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U <sub>n</sub> [W/ m <sup>2</sup> K]
Obvodové stěny	0,13	0,30
Střecha	0,18	0,24
Podlaha nad terénem	0,34	0,45
Výplně otvorů	1,00 – 1,18	1,5

### 3.1.3 Energetické hodnocení budovy

Celková tepelná ztráta objektu činí 5 936 W, kde 3 968 W je ztráta prostupem a 1 968 W je ztráta větráním. Celková potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody za rok je 18,9 MWh/rok. Měrná roční spotřeba energie je 90,1 kWh/(m<sup>2</sup>.rok), tj. 19,55 MWh/rok, čímž spadá do kategorie nízkoenergetických domů : 51-97 kWh/(m<sup>2</sup>.rok).

## 3.2 MODELOVÁ VARIANTA – STANDARDNÍ DŮM

Stejný objekt byl použit pro navržení standardního domu, což znamená trošku jiné požadavky na měrnou potřebu tepla. U standardní výstavby se měrná potřeba tepla pohybuje mezi 98 a 142 kWh/(m<sup>2</sup>.rok).

Oproti nízkoenergetické výstavbě se změnil obvodový plášť, také stěnu přilehlou k nevytápěnému prostoru (garáži) tvoří jiné tvárnice a také se změnil výplně otvorů. Ostatní konstrukce zůstaly nezměněny. Po úpravách se tepelná ztráta zvýšila na 9 327 W, z čehož je 3 124 W ztráta větráním.

Celková potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody za rok je 27,5 MWh/rok. Měrná roční spotřeba energie je 130,0 kWh/(m<sup>2</sup>.rok), tj. 28,21 MWh/rok, čímž spadá do kategorie běžné výstavby (novostavby), která je v rozsahu 98-142 kWh/(m<sup>2</sup>.rok).

V následující tabulce jsou uvedeny změny jednotlivých konstrukcí.

*Tabulka 7 – Konstrukce standardní výstavby. Zdroj – autor*

	Upravované konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> K]
Obvodový plášť	Tvárnice HELUZ PLUS 440 mm	0,21
Podlaha	Stejně jako v nízkoenergetickém domě	
Střecha	Stejně jako v nízkoenergetickém domě	
Výplně otvorů	Dvojskla	1,2 – 1,24
Měrná roční spotřeba energie	130,0 kWh/(m <sup>2</sup> .rok)	

### 3.3 MODELOVÁ VARIANTA – PASIVNÍ DŮM

U pasivních domů se požaduje měrná potřeba tepla menší než 51 kWh/(m<sup>2</sup>.rok). V tomto případě, oproti nízkoenergetickému domu, bylo potřeba navrhnout tepelné čerpadlo. Všechny konstrukce zůstaly nezměněny.

Tepelné čerpadlo je navrženo od firmy NIBE ENERGY CZ, která zpracovala nabídku dle průkazu energetické náročnosti a projektové dokumentace v ceně 192 700 Kč bez DPH. Bylo vybráno tepelné čerpadlo NIBE F2040 s vnitřním modulem „vše v jednom“ NIBE VVM 320, princip vzduch-voda. Soustava tvoří kompletní systém pro efektivní vytápění a ohřev teplé vody, který je možné dále rozšířit např. o ohřev bazénu apod.

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody se snížila na 5,672 MWh/rok. Se započítáním osvětlení je měrná roční spotřeba energie 29,4 kWh/(m<sup>2</sup>.rok), tj. 6,372 MWh/rok.



*Obrázek 10 – Tepelné čerpadlo. Zdroj – příloha č. 10*

### 3.4 NÁKLADY NA POŘÍZENÍ STAVBY

#### 3.4.1 Pořizovací náklady

Dle vyhotoveného položkového rozpočtu referenčního objektu je uvedena pořizovací cena. Pro porovnání variant, se některé položky v rozpočtu změnilly a následující pořizovací ceny jsou uvedeny v tabulce.

U standardního domu se změnilly obvodové zdi a výplně otvorů z trojskel na dvojskla, proto se cena snížila.

U pasivního domu konstrukce zůstaly stejné, navrhlo se ale tepelné čerpadlo, což cenu oproti nízkoenergetickému domu zvýšilo.

Tabulka 8 obsahuje celkové ceny jednotlivých variant.

Tabulka 8 – Porovnání nákladů na jednotlivé varianty. Zdroj – autor

	Standardní dům	Referenční objekt – nízkoenergetický dům	Pasivní dům
Cena objektu bez DPH	2 830 459 Kč	2 970 353 Kč	3 163 053 Kč
DPH 15%	424 569 Kč	445 553 Kč	474 458 Kč
Celková cena	3 255 028 Kč	3 415 906 Kč	3 637 511 Kč

#### 3.4.2 Provozní náklady

Náklady na vytápění byly vypočítány z výpočtu energetické náročnosti pro každou variantu na webových stránkách [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz).

Prvně byla vypočítána celková tepelná ztráta objektu, dále celková roční potřeba na vytápění a ohřev vody v MWh/rok a připočítáno osvětlení.

Pro získání celkových provozních nákladů se vynásobí roční spotřeba energie jednotkovou cenou dle tarifů E.ON, tarif D45d.

V následující tabulce jsou vypočítány provozní náklady jednotlivých variant.

Tabulka 9 – Provozní náklady jednotlivých variant. Zdroj – autor

	Roční potřeba energie [kWh/rok]	Cena za kWh [Kč]	Provozní náklady celkem [Kč]
Standardní dům	28 210,0	2,73	77 013,30
Nízkoenergetický dům	19 551,7		53 376,14
Pasivní dům	6 372,0		17 397,56

### 3.5 DOBA NÁVRATNOSTI

Asi nejdůležitějším ukazatelem pro uživatele objektu/investora je doba návratnosti. Doba návratnosti znamená, kdy výnosy z úspor energie pokryjí náklady spojené s investicí.

#### 3.5.1 Prostá doba návratnosti

Prostou dobu návratnosti vypočítáme jednoduše z pořizovacích a provozních nákladů. Nejdříve jsem porovнала pořizovací náklady nízkoenergetického domu se standardním a pak pořizovací náklady pasivního domu se standardním. Provozní náklady jsem porovнала stejným způsobem.

V následující tabulce je výpočet prosté doby návratnosti z rozdílů pořizovacích a provozních nákladů.

*Tabulka 10 - Výpočet prosté doby návratnosti. Zdroj - autor*

	Rozdíl pořizovacích nákladů [Kč]	Rozdíl provozních nákladů [Kč]	Prostá doba návratnosti
Standardní dům	-	-	-
Nízkoenergetický dům	160 878	23 637,16	6,8 let
Pasivní dům	382 483	59 615,74	6,4 let

Z tabulky vychází, že u pasivní varianty domu je návratnost o něco nižší než u nízkoenergetické varianty.

#### 3.5.2 Diskontovaná doba návratnosti

Prostá doba návratnosti ale není úplně v pořádku, co se týče hlediska časové hodnoty peněz, nezohledňuje ji. Proto je přesnější diskontovaná doba návratnosti, která zahrnuje diskontní sazbu. Diskontní sazba představuje očekávanou výnosnost a obsahuje v sobě riziko spojené s investicí.

Výši diskontní sazby jsem volila dle úroků střednědobých státních dluhopisů, a to 2%. Z tabulky 10 je vidět, že roční úspora nízkoenergetického domu oproti standardnímu domu je 23 637,16 Kč a u pasivního domu je úspora oproti standardnímu 59 615,74 Kč. V následujících tabulkách se budou tyto částky měnit s diskontním faktorem.

## Nízkoenergetický dům

Tabulka 11 - Diskontovaná doba návratnosti u nízkoenergetického domu

Rok	Roční úspory [Kč]	Diskontní faktor [%]	Kumulované úspory [Kč]
1	23 637,16	0,9804	23 637,16
2	23 173,87	0,9612	46 811,03
3	22 274,73	0,9423	69 085,76
4	20 989,47	0,9238	90 075,23
5	19 390,08	0,9057	109 465,31
6	17 561,59	0,8880	127 026,90
7	15 594,69	0,8706	142 621,59
8	13 576,74	0,8535	156 198,33
9	11 587,75	0,8368	167 786,08

U nízkoenergetického domu činí rozdíl úspor oproti standardnímu domu 160 878 Kč, což dle tabulky vychází na hraně 8. roku. Diskontovaná doba návratnosti je 8,34 roků, tedy 8 let a přibližně 4 měsíce.

## Pasivní dům

Tabulka 12 - Diskontovaná doba návratnosti u pasivního domu

Rok	Roční úspory [Kč]	Diskontní faktor [%]	Kumulované úspory [Kč]
1	59 615,74	0,9804	59 615,74
2	58 447,27	0,9612	118 063,01
3	56 179,52	0,9423	174 242,53
4	52 937,96	0,9238	227 180,49
5	48 904,09	0,9057	276 084,58
6	44 292,43	0,8880	320 377,01
7	39 331,68	0,8706	359 708,69
8	34 242,16	0,8535	393 950,85

V případě pasivního domu při rozdílu ročních úspor oproti standardnímu domu 382 483 Kč, vychází diskontovaná doba návratnosti mezi 7. a 8. rokem, 7,58 let, přesněji 7 roky a cca 7 měsíců.



## 4 ZÁVĚR

V této práci jsem se zabývala dobou návratnosti investic do lepších tepelně-technických vlastností různých variant výstavby, a to nízkoenergetická a pasivní výstavba. V poslední době je stále větší zájem o výstavbu s nižší energetickou náročností. Především kvůli růstu cen energií, ale i kvůli životnímu prostředí.

V teoretické části jsem nastínila problematiku od základních pojmů z oblasti tepelně-technických požadavků, oceňování a investic, přes specifikace a vysvětlení tepelně-technických požadavků na budovy. Dále jsem vysvětlila rozdělení budov dle energetické náročnosti, jejich výhody a nevýhody a nakonec hodnocení investic.

V praktické části jsem vycházela z brzy realizovaného objektu, který spadá do nízkoenergetické výstavby. Dům jsem zpracovala ve dvou dalších variantách – standardní a pasivní výstavba, a to tak, že jsem upravila některé konstrukce a v případě pasivní výstavby bylo navrženo tepelné čerpadlo, které ušetřilo 70 % energie. Dle upravovaných konstrukcí a navrhnutého čerpadla se ceny objektů pozměnily. Spočítala jsem si roční spotřebu energie každé varianty, a díky tomu i provozní náklady. Logicky u standardního domu vyšly nejvyšší provozní náklady a u pasivního domu nejnižší.

Cílem práce bylo stanovit dobu návratnosti, jestli se vlastně vyplatí investovat do zlepšení tepelně-technických vlastností. U nízkoenergetického domu vyšla návratnost přibližně 8 let a 4 měsíce, a u pasivního dokonce 7 let a 7 měsíců. Jako lepší variantu bych volila pasivní dům s tepelným čerpadlem. Vybrané tepelné čerpadlo je v záruce 5 let a životnost je uvedena 20 let, proto jsem zvolila tuto variantu výhodnější. Toto porovnání je vztaženo na konkrétní objekt a modelové varianty, tudíž nemusí platit v případě ostatních objektů. Ceny za energie jsou orientační, jelikož není uvažován vzrůst nebo pokles cen za energie.

Mým cílem bylo poukázat na to, že nemusí být vždy rozhodujícím faktorem pořizovací cena objektu. V dnešní době je o nízkoenergetické výstavbě mnoho literatury a stále se posouvají možnosti dál a dál, ať už v podobě solárních panelů, tepelných čerpadel nebo rekuperace.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ. *Pasivní domy 2012, Sborník z konference pasivní domy 2012. Centrum pasivních domů.* Brno. 2012, 342 s. ISBN 978-80-904739-2-8.
- [2] ČSN EN ISO 13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění. ČNI 2005
- [3] TICHÁ, Alena, TICHÝ, Jan, VYSLOUŽIL, Radim, *Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě Díl 1*, VUT FAST Brno, 2008, 119 str. ISBN 978-80-7204-587-7
- [4] ČSN 73 0540: 2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky, ČNI 2002, 2005, 2007
- [5] TYWONIAK, Jan, *Nizkoenergetické domy 2, Principy a příklady*, Praha, 2008, 204 s. ISBN 978-80-247-2061-6
- [6] TYWONIAK, Jan, *Nizkoenergetické domy, Principy a příklady*, Praha, 2005, 200 s. ISBN 80-247-1101-X
- [7] TYWONIAK, Jan, *Nizkoenergetické domy 3, Nulové, pasivní a další*, Praha, 2012, 204 s. ISBN 978-80-247-3832-1
- [8] VAVERKA, J. a PANOVEC, V. *Pasivní domy III. Pravidla navrhování, koncepční přístup k řešení pasivních domů* [online]. [cit. 2016-02-09]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1204>.
- [9] PAVLÁT, Josef, *Rozpočtování staveb a stavebních prací*, [online], 2012, [cit.2016-02-09], Dostupné na WWW: <http://www.pavlat-znalec.cz/investing/stpr/stpr/stpr05.html>
- [10] KORYTÁROVÁ, Jana, FRIDRICH, Jaroslav, PUCHÝŘ, Bohumil, *Ekonomika investic*, VUT Fast Brno, 2001, 226 s. ISBN 80-214-2089-8
- [11] *Průkaz energetické náročnosti budovy a energetický audit* [online]. [cit. 2016-17-05]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/10584-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-a-energeticky-audit>
- [12] MURTINGER, Karel, *Úsporný dům*, Praha, 2013, 112 s. ISBN 978-80-247-4559-6

## 6 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Základní rozdělení budov podle potřeby tepla na vytápění .....	17
Tabulka 2 – Popis referenčního objektu.....	32
Tabulka 3 – Skladba střechy. ....	33
Tabulka 4 – Skladba podlahy 2NP bez podlahového vytápění. ....	33
Tabulka 5 - Skladba podlahy v 1NP s podlahovým vytápěním. ....	33
Tabulka 6 – Technické parametry konstrukcí obálky budovy. ....	34
Tabulka 7 – Konstrukce standardní výstavby. ....	35
Tabulka 8 – Porovnání nákladů na jednotlivé varianty.....	36
Tabulka 9 – Provozní náklady jednotlivých variant. ....	36
Tabulka 10 - Výpočet prosté doby návratnosti.....	37
Tabulka 11 - Diskontovaná doba návratnosti u nízkoenergetického domu .....	38
Tabulka 12 - Diskontovaná doba návratnosti u pasivního domu .....	38

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Vzor energetického štítku obálky budovy .....	13
Obrázek 2 – Schématický přehled tepelných ztrát budovy .....	15
Obrázek 3 – Grafická podoba průkazu energetické náročnosti.....	16
Obrázek 4 – Zjednodušené porovnání potřeby tepla na vytápění a vymezení oblasti nízkoenergetických domů .....	17
Obrázek 5 – Tepelné ztráty budovy (v %) a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu.....	18
Obrázek 6 – Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty, velikost ochlazovaných povrchů bez základové plochy při stejném objemu objektů je uvedena v % .....	19
Obrázek 7 – Čistá současná hodnota .....	27
Obrázek 8 – Grafické znázornění stanovení IRR .....	28
Obrázek 9 – Pohled.....	32
Obrázek 10 – Tepelné čerpadlo.....	35

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

HV	.....	hospodářský výsledek
U	.....	součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> .K)]
U <sub>em</sub>	.....	průměrný součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> .K)]
PENB	...	průkaz energetické náročnosti
RU	.....	rozpočtový ukazatel
THU	.....	technicko-hospodářský ukazatel
ZRN	.....	základní rozpočtové náklady
VRN	.....	vedlejší rozpočtové náklady
CSO	.....	cena stavebního objektu
NPV	.....	Nett Present Value – čistá současná hodnota
IRR	.....	Internal Rate Return – vnitřní výnosové procento
CF	.....	Cash Flow

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

1. Půdorys 1NP referenčního domu – nízkoenergetická výstavba
2. Půdorys 2NP referenčního domu – nízkoenergetická výstavba
3. Průkaz energetické náročnosti budovy – referenční objekt
4. Krycí list rozpočtu – nízkoenergetický dům
5. Krycí list rozpočtu – standardní dům
6. Krycí list rozpočtu – pasivní dům
7. Výpočet tepelných ztrát – standardní dům
8. Výpočet energetické náročnosti – standardní dům
9. Energetická bilance s tepelným čerpadlem
10. Cenová nabídka od firmy NIBE – tepelné čerpadlo