



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ INVESTICE DO  
ZATEPLENÍ PANELOVÉHO DOMU V BYTČI**

METHODOLOGY OF REAL ESTATE MARKET SEGMENTATION FOR THE VALUATION PROCESS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Ing. Martin Sobola**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Josef Čech, Ph.D.**

**BRNO 2017**



Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2016/17

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Martin Sobola

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Ekonomické zhodnocení investice do zateplení panelového domu v Bytči**

v anglickém jazyce:

### **Economic Evaluation of Investment in the Insulation of a Block of Flats in Bytča**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce bude provést návrh na zateplení panelového domu v Bytči v několika variantách. Na základě těchto návrhů následně spočítat náklady na realizaci navržených variant a nákladů na provozování panelového domu před a po provedení zateplení. Následně zpracovat ekonomická návratnost u jednotlivých navržených variant.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce bude zhodnocení ekonomické návratnosti jednotlivých navržených variant zateplení panelového domu v Bytči.



doc. Ing. Aleš Váňka Ph.D.  
vedoucí ústavu inženýrských reálných stavů

Seznam odborné literatury:

- BRADÁČ, A. a kol. Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí, 1. vydání, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2016 Brno. 790 s. ISBN 978-80-7204-930-1.
- DAHLSVEEN, T., PETRÁŠ, D., HIRŠ, J. Energetický audit budov, Jaga, 2003, 344 s, ISBN 80-88905-86-9.
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií + prováděcí vyhlášky.
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Čech, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 30. 9. 2016



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
ředitel vysokoškolského ústavu



### ***Abstrakt***

Cieľom diplomovej práce je zhodnotenie ekonomickej efektívnosti investície do kompletného zateplenia referenčného panelového bytového domu nachádzajúceho sa v meste Bytči. V práci je priblížená problematika vonkajšieho kontaktného zateplovacieho systému ETICS, energetická náročnosť stavebných objektov, ich tepelná ochrana a možnosti financovania a zhodnotenia ekonomickej efektívnosti predmetnej investície. Výstupom diplomovej práce bude zhodnotenie súčasného stavu referenčného objektu, na základe ktorého bude navrhnuté variantné riešenie zateplenia. Prostredníctvom ukazovateľov ekonomickej efektívnosti bude zvolený optimálny variant zateplenia a finančné zaistenie predmetnej investície.

### ***Abstract***

The aim of the diploma thesis is to evaluate the economic efficiency of the investment in the complete insulation of a reference panel apartment building located in Bytča. The issue of the ETICS external contact system, the energy performance of the building, its thermal protection and the possibilities of financing and evaluation of the economic efficiency of the investment in question are approached in this thesis. The output of the diploma thesis will be an evaluation of the current state of the reference building, with a proper proposal for a thermal insulation. The optimal thermal insulation option and the financial provision of the investment will be selected based on economic efficiency indicators.

### ***Klíčová slova***

Zateplovanie, izolačné materiály, energetická náročnosť budov, ETICS, tepelná ochrana budov, ekonomická efektívnosť, investície, úver.

### ***Keywords***

Insulation, Insulation materials, energy consumption of the buildings, ETICS, thermal protection of building, economic efficiency, investment, loan.

***Bibliografická citace***

SOBOLA, M. *Ekonomické zhodnocení investice do zateplení panelového domu v Bytči*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2017. 89 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Josef Čech, Ph.D.

***Prohlášení***

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

V Brně dne .....

.....

Podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Touto cestou by som sa chcel poďakovať pánovi Ing. Josefovi Čechovi, Ph. D. za jeho pomoc, ochotu, rady a čas strávený pri konzultáciách tejto diplomovej práce.

Chcel by som sa tiež poďakovať celej mojej rodine a priateľke, za morálnu podporu počas celého štúdia na vysokej škole.



# OBSAH

ÚVOD.....	12
1 ZATEPLOVANIE STAVEBNÝCH OBJEKTOV.....	13
1.1 Dôvody zateplovania stavebných objektov.....	13
1.2 MOŽNOSTI DODATOČNÉHO ZATEPLENIA.....	15
1.2.1 Tepelno izolačná omietka.....	16
1.2.2 Kontaktný zatepl'ovací systém.....	16
1.2.3 Predsadená fasáda.....	17
1.3 ETICS.....	17
1.4 LEGISLATÍVNE A NORMOVÉ POŽIADAVKY NA ETICS.....	19
1.4.1 Projektová dokumentácia systému ETICS.....	19
1.5 POŽIARNO TECHNICKÉ HLADISKO.....	20
1.5.1 Objekty s požiarnou výškou do 12 m.....	21
1.5.2 Objekty s požiarnou výškou do 22,5 m.....	21
1.5.3 Objekty s požiarnou výškou nad 22,5 m.....	22
1.5.4 Založenie systému ETICS s ohľadom na požiarnu bezpečnosť stavieb.....	22
1.6 MATERIÁLOVÉ MOŽNOSTI.....	23
1.6.1 Penový (expandovaný) polystyrén - EPS.....	23
1.6.2 Extrudovaný polystyrén – XPS.....	24
1.6.3 Minerálna vlna – MW.....	25
1.6.4 Kombinácia EPS + MW.....	26
1.7 TECHNOLOGICKÝ POSTUP PRI MONTÁŽI ETICS.....	27
2 TEPELNÁ OCHRANA BUDOV.....	29
2.1 Základné tepelnotechnické parametre stavebných konštrukcií a budov.....	30
2.1.1 Tepelný odpor $R$ .....	30
2.1.2 Súčiniteľ prestupu tepla $U$ .....	30
2.1.3 Normové požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla.....	32
2.1.4 Priemerný súčiniteľ prestupu tepla $U_{em}$ .....	33
2.1.5 Najnižšia vnútorná povrchová teplota $\theta_{si,min}$ .....	34
2.1.6 Kondenzácia vodnej pary v konštrukcií.....	35
2.1.7 Priedušnosť obálky budovy.....	35
2.1.8 Výmena vzduchu v miestnosti.....	36
2.1.9 Tepelná stabilita miestnosti v zimnom období.....	36
2.1.10 Tepelná stabilita miestnosti v letnom období.....	36
2.2 ENERGETICKÁ NÁROČNOSŤ BUDOV.....	36

2.2.1	<i>Výpočet energetickej náročnosti budovy</i> .....	37
2.2.2	<i>Kategórie budov podľa potreby tepla na vykurovanie</i> .....	38
2.2.3	<i>Nízkoenergetické budovy</i> .....	39
2.2.4	<i>Pasívne budovy</i> .....	39
2.2.5	<i>Energeticky nulové domy</i> .....	40
2.3	TEPELNÉ MOSTY .....	42
3	UKAZOVATELE EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI INVESTÍCIÍ .....	44
3.1	INVESTÍCIE VŠEOBECNE .....	44
3.2	METÓDY HODNOTENIA INVESTÍCIÍ .....	44
3.2.1	<i>Čistá súčasná hodnota – NPV</i> .....	45
3.2.2	<i>Jednoduchá doba návratnosti</i> .....	46
3.2.3	<i>Diskontovaná doba návratnosti investície – DDN</i> .....	46
4	MOŽNOSTI ZAISTENIA FINANČNÝCH ZDROJOV PRE INVESTIČNÉ PROJEKTY .....	47
4.1	Financovanie investičných projektov .....	47
4.2	Rozdelenie finančných zdrojov .....	47
4.2.1	<i>Interné zdroje financovania</i> .....	48
4.2.2	<i>Externé zdroje financovania</i> .....	48
4.3	Bankový úver .....	48
4.3.1	<i>Splátkový kalendár s konštantným úmorom</i> .....	49
4.3.2	<i>Splátkový kalendár s konštantnou anuitou</i> .....	49
4.3.3	<i>Individuálny splátkový kalendár</i> .....	50
4.4	Štátny fond rozvoja bývania ČR .....	50
4.4.1	<i>Úverový program Panel 2013+</i> .....	51
5	ZHODNOTENIE INVESTÍCIE DO ZATEPLENIA REFERENČNÉHO PANELOVÉHO DOMU V BYTČI .....	53
5.1	REFERENČNÝ OBJEKT – PANELOVÝ BYTOVÝ DOM - BYTČA .....	53
5.1.1	<i>Konštrukčný systém bytového domu Bytča</i> .....	55
5.1.2	<i>Charakteristika jednotlivých stavebných konštrukcií</i> .....	55
5.2	Zhodnotenie energetickej náročnosti a tepelnotechnických vlastností stavebných konštrukcií pôvodného stavu .....	59
5.2.1	<i>Zhodnotenie tepelnotechnických parametrov jednotlivých stavebných konštrukcií vzhľadom na normové požiadavky ČSN 73 0540–2 (2011)</i> .....	61
5.2.2	<i>Rozloženie merných tepelných tokov</i> .....	61
5.3	Variantný návrh zateplovacieho systému ETICS .....	62
5.3.1	<i>Špecifikácia variantov zateplenia A, B a C</i> .....	63

5.3.2	<i>Energetická náročnosť v prípade realizácie variantu A, B a C</i> .....	64
5.3.3	<i>Posúdenie navrhovaných opatrení s požiadavkami ČSN 73 0540-2 (2011)</i>	67
5.4	Stanovenie investičných nákladov zateplenia .....	67
5.4.1	<i>Náklady potrebné na inžiniersku a projektovú činnosť</i> .....	69
5.5	Možnosti finančného zaistenia investície do zateplenia.....	70
5.5.1	<i>Financovanie prostredníctvom vlastných zdrojov spoločenstva vlastníkov bytových jednotiek</i> .....	70
5.5.2	<i>Využitie komerčného bankového úveru</i> .....	71
5.5.3	<i>Štátny fond rozvoja bývania – Program Panel 2013+</i> .....	71
5.6	Stanovenie nákladov potrebných na vykurovanie.....	72
5.7	Ekonomické zhodnotenie investície do zateplenia.....	75
5.7.1	<i>Stanovenie vstupných parametrov pre hodnotenie ekonomickej efektívnosti investície do zateplenia panelového bytového domu v Bytči</i> .....	75
5.7.2	<i>Zostavenie výkazu peňažných tokov Cash flow (CF)</i> .....	76
5.7.3	<i>Diskontovaná doba návratnosti - DDN</i> .....	77
5.7.4	<i>Čistá súčasná hodnota - NPV</i> .....	78
6	ZÁVER .....	80
7	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....	83
7.1	KNIŽNÉ ZDROJE .....	83
7.2	NORMY A LEGISLATÍVA .....	83
7.3	INTERNETOVÉ ODKAZY .....	84
8	ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK .....	86
8.1	ZOZNAM OBRÁZKOV.....	86
8.2	ZOZNAM TABULIEK.....	86
9	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK.....	88
10	ZOZNAM PRÍLOH.....	89

## ÚVOD

Cieľom diplomovej práce je zhodnotenie ekonomickej efektívnosti investície do zateplenia referenčného panelového bytového domu nachádzajúceho sa v meste Bytča. V práci je priblížená problematika vonkajšieho kontaktného zatepl'ovacieho systému ETICS, energetická náročnosť stavebných objektov, ich tepelná ochrana a možnosti financovania a zhodnotenia ekonomickej efektívnosti predmetnej investície. Výstupom diplomovej práce bude zhodnotenie súčasného stavu referenčného objektu, na základe ktorého bude navrhnuté variantné riešenie zateplenia. Prostredníctvom ukazovateľov ekonomickej efektívnosti bude zvolený optimálny variant zateplenia a finančné zaistenie predmetnej investície.

Problematika zatepl'ovania stavebných objektov je aj v dnešnej dobe stále veľmi diskutovaná a prehodnocovaná nakoľko prostredníctvom cielených opatrení je možné podstatne znížiť náklady spojené s vykurovaním, ktoré tvoria podstatnú časť nákladov potrebných na prevádzku stavebných objektov. Preto zateplenie je možné pokladať za určitú formu investície, ktorej hlavným cieľom je zníženie nákladov potrebných na vykurovanie. Zateplenia však okrem úspory nákladov prináša aj iné benefity, ktoré nie je možné presne finančne kvantifikovať, ale majú skôr subjektívny charakter, ktorý predstavuje hlavne zvýšenie komfortu bývania, estetičnosti vonkajšieho vzhľadu, ale tiež prispieva k predĺženiu životnosti obnovovaných stavebných konštrukcií.

Znižovanie energetickej náročnosti stavebných objektov vedie nie len k úspore prevádzkových nákladov, ale tiež aj k pozitívnemu vplyvu na životné prostredie prostredníctvom nižšej produkcie skleníkových plynov, ktoré vznikajú pri výrobe tepla potrebného na udržanie tepelnej pohody. Tento fakt je v súčasnosti veľmi prehodnocovaný a diskutovaný nakoľko panuje globálna snaha, či už z EU, ale aj z národného hľadiska, ktorá vedie k sprísňovaniu noriem a predpisov tak, aby dopad na životné prostredie bol čo najmenší.

Každú investíciu do zatepl'ovania je potrebné dopredu správne navrhnuť, či už z pohľadu technických parametrov, ale aj tých ekonomických, nakoľko sa jedná o pomerne vysokú investovanú sumu peňazí. Preto sa diplomová práca zameriava predovšetkým na návrh optimálneho návrhu zateplenia referenčného panelového bytového domu.

# **1 ZATEPLOVANIE STAVEBNÝCH OBJEKTOV**

Snaha o zatepl'ovanie ľudských obydľí siaha až do úplných počiatkov našej civilizácie, pretože tepelná pohoda nám dávala pocit bezpečia, zdravia a zvyšovala celkový komfort bývania, čo trvá dodnes. Prvé izolácie, ktoré ľudia využívali boli na báze prírodných materiálov, ako je napríklad mach, či sušená tráva, ktorými sa snažili utesniť medzery v obvodových stenách a streche, alebo naopak snažili sa využívať materiály, ktoré mali veľkú tepelnú kapacitu a tak pri nepretržitom kúrení dokázali zachovať teplo v prvých príbytkoch. (1)

Až 20. storočie otvorilo bránu moderným izolačným materiálom, nakoľko technický a predovšetkým chemický priemysel umožnil vznik nových materiálov a technológií. V roku 1949 nemecký chemik a vedec Dr. Fritz objavil možnosti výroby a vlastnosti dnešného polystyrénu, trvalo však ďalších desať rokov, pokiaľ sa podarilo tento nový materiál pretaviť do reálneho využitia v stavebníctve. (1)

V bývalom Československu sa so zatepl'ovaním bytovej výstavby začalo už 60-tych rokoch minulého storočia, kedy sa do bednenia železobetónových stien vkladali polystyrénové dosky, na ktoré sa pripevnilo rabicové pletivo a vonkajšia vrstva sa omietla silno vrstvou minerálnou omietkou. A až v 80-tych rokoch sa začalo s aplikáciou klasického kontaktného zatepl'ovacieho systému, avšak v tej dobe ešte nebola kvalita používaných materiálov a technologických postupov na takej úrovni, ktorá by dokázala presvedčiť svojou kvalitou, vlastnosťami a trvácnosťou. Pád železnej opony však otvoril bránu a možnosti dovozu sofistikovaných a preverených zatepl'ovacích systémov zo zahraničia na náš trh. V súčasnosti trend zatepl'ovania naďalej napreduje, nakoľko ceny energií neustále rastú a v spoločnosti panuje všeobecná snaha o znižovanie spotreby energie spotrebovanej na vykurovanie, čo nepochybne vedie k znižovaniu negatívnych dopadov na životné prostredie. V dnešnej dobe je na trhu veľké množstvo certifikovaných systémov, ktoré sa od seba odlišujú najmä druhom použitého izolantu, technológiou realizácie a svojimi vlastnosťami. (1)

## **1.1 DÔVODY ZATEPLOVANIA STAVEBNÝCH OBJEKTOV**

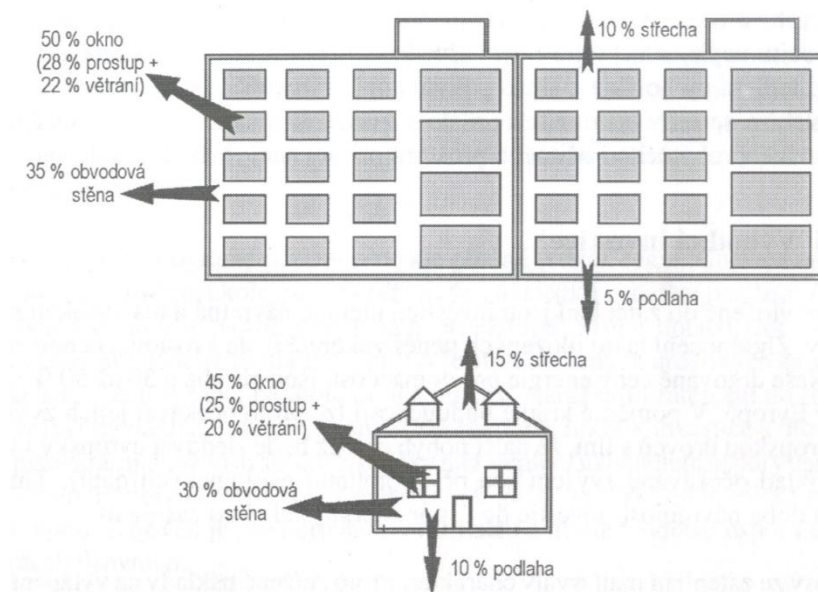
Prečo sa vlastne snažíme zatepl'ovať existujúce stavebné objekty? Pár dôvodov už bolo načrtnutých v predchádzajúcej kapitole, ale je potrebné sa nimi bližšie zaoberať tak, aby opodstatnenosť tohto zámeru dávala zmysel.

Hlavné dôvody zatepl'ovania stavebných objektov sú nasledovné:

- a) **Ekonomické dôvody** môžeme bezpochybne pokladať za hlavný cieľ zateplenia. Platí všeobecný predpoklad, že v prípade komplexného zateplenia stavebného objektu je možné tieto náklady znížiť až o 40 % v závislosti na technickom riešení. Zníženie finančných nákladov súvisí so znížením vynaloženej energie. Znížená spotreba energie preto ďalej umožňuje v budúcnosti inštalovať menšie a lacnejšie zdroje a distribútori tepla (kotle, radiátory, menšie dimenzie potrubí). (2, s. 11)
- b) **Zlepšenie tepelnej pohody** sa v zimnom období prejavuje znížením rozdielu medzi povrchovou teplotou obvodových stien a teplotou vzduchu, čo nepochybne zvyšuje komfort bývania a subjektívne vnímanie tepla. Naopak v letných mesiacoch zateplenie prispieva k znižovaniu prehriatia domu. Okrem zvýšenia komfortu bývania treba tiež hovoriť o zlepšení hygienických faktoroch prostredníctvom zníženia výskytu plesní a sporov. (2, s. 17)
- c) **Zlepšené akustických vlastností.** Vonkajšie zateplenie stavebného objektu má tiež priaznivý vplyv na zníženie akustického hluku prenikajúceho z exteriéru, čo je veľmi významný faktor, v prípade že sa objekt nachádza v blízkosti výrazného zdroja hluku (frekventovaná cesta, škola, priemyselná výroba). (2, s. 17)
- d) **Pozitívny vplyv na životnosť stavebných konštrukcií.** Zateplením obvodového plášťa je možné predĺžiť životnosť nosných obvodových konštrukcií a ich technický stav, nakoľko sa vylúči negatívny vplyv exteriérového prostredia (počasie, voda, mráz). (2, s. 18-19)
- e) **Priaznivý dopad na životné prostredie** prostredníctvom zníženia škodlivých emisií, ktoré vznikajú priamo pri výrobe tepla, alebo energie, ktorá je potrebná na zabezpečenie tepelnej pohody vo vnútri stavebného objektu. (2, s. 18-19)
- f) **Výhodná investícia.** Zateplenie je možné chápať ako určitú formu investície, ktorá má vysokú mieru istoty. Zhodnotenie takto investovaných peňazí rastie vzhľadom na očakávaný rast cien energií a preto v budúcnosti je možné očakávať zisk vo forme ušetrených peňazí. (2, s. 14)
- g) **Vizuálna stránka.** Medzi ďalšie pozitívne dôvody zateplenia treba nepochybne zaradiť zlepšenie vizuálnej stránky nehnuteľnosti, ktorá okrem spokojnosti s bývaním nepochybne zvyšuje aj hodnotu nehnuteľnosti. (2, s. 19)

## 1.2 MOŽNOSTI DODATOČNÉHO ZATEPLENIA

Nasledujúci obrázok č. 1 graficky znázorňuje obvyklý podiel tepelných strát prechádzajúcich jednotlivými stavebnými konštrukciami v prípade nezateplených objektov (bytový dom a rodinný dom). Ako je možné pozorovať najväčšie percento tepelných strát prechádza cez vonkajšie obvodové steny, preto sa nasledujúce kapitoly budú venovať práve možnostiam eliminácie týchto strát. (2, s. 13)



Obr. č. 1 – Obvyklý podiel tepelných strát pri nezateplených stavebných objektoch (2, s. 13)

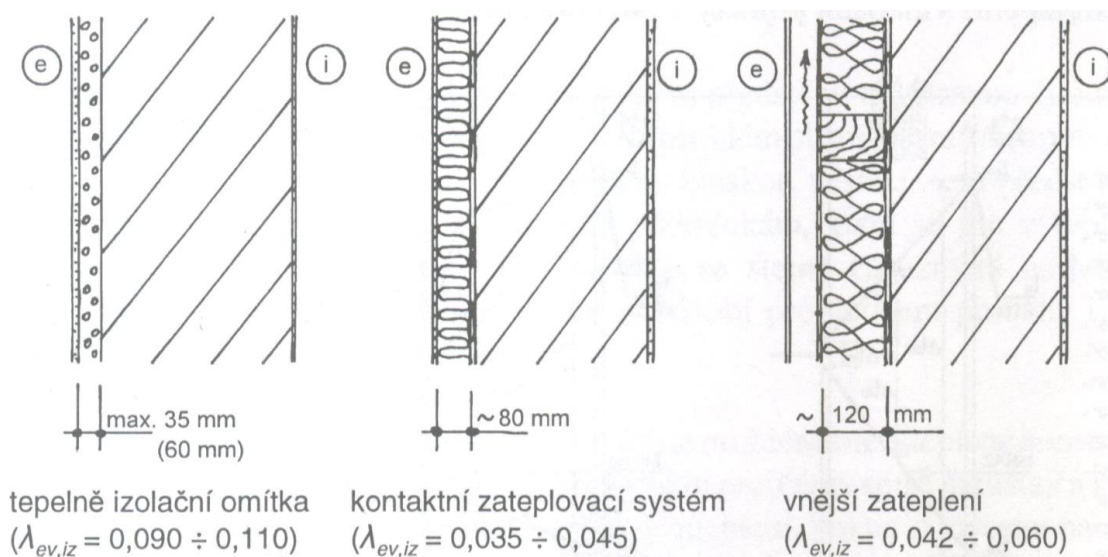
Zateplenie obvodových stien stavebných objektov je možné zrealizovať rôznymi spôsobmi, každý spôsob však má svoje výhody a nevýhody. Vo všeobecnosti je však možné hovoriť o dvoch základných možnostiach zateplenia:

- a) **vnútorne zateplenie** - s tepelnou izoláciou na vnútornej strane konštrukcie,
- b) **vonkajšie zateplenie** - s tepelnou izoláciou na vonkajšej strane konštrukcie. (2, s. 77)

V súčasnosti je najpoužívanejším spôsobom zateplenia - vonkajšie zateplenie, je to spôsobené najmä tým, že vytvára súvislú obálku tepelnej ochrany budovy, bez výrazne slabších miest – tepelných mostov, čo napomáha k znižovaniu kondenzácie vodných pár na vnútornom povrchu konštrukcie. Medzi ďalšie jeho výhody nepochybne patrí aj to, že neznižuje vnútornú úžitkovú plochu objektu. (2, s. 77-79)

Podľa technológie realizácie vonkajšieho zateplenia rozoznávame tri základné typy, ktoré sú zobrazené na obrázku č. 2. Jedná sa o zateplenie tepelno izolačnou omietkou,

kontaktným zateplovacím systémom ETICS a zhotovením presadenej fasády – odvetraný zateplovací systém. (2, s. 79-80)



Obr. č. 2 – Technologické možnosti vonkajšieho zateplenia (2, s.80)

### 1.2.1 Tepelno izolačná omietka

Tepelnoizolačné omietky izolujú prostredníctvom vlastností špeciálnej omietkovej hmoty, ktorá je obvykle vyľahčená izolačnými granulami (perlit, guľičky penového polystyrénu). Medzi jej najväčšie výhody patrí: nízka cena, ľahká aplikácia, možnosť kopírovania zložitých tvarov, klasický vzhľad a dobrá protipožiarna ochrana. Oproti iným zateplovacím systémom má však pri rovnakej hrúbke podstatné slabšie tepelnoizolačné vlastnosti. (2, s. 81)

### 1.2.2 Kontaktný zateplovací systém

Kontaktný zateplovací systém ETICS patrí medzi najpoužívanejší spôsob vonkajšej izolácie obvodových konštrukcií. Izoluje na základe vysokokvalitných a účinných izolácií vo forme dosiek penového polystyrénu, alebo minerálnej vlny. Tepelné izolácie sú lepené k povrchu pomocou tmelu a proti odtrhnutiu sú zaistené mrazuvzdornými mechanickými tanierovými kotvami v stanovenom množstve. Vonkajší povrch skladby sa skladá z lepiaceho tmelu, v ktorom je zatlačená sklo textilná sieťovina, ktorá veľmi dobre prenáša účinky mechanického zaťaženia. Finálnou vrstvou sú obvykle škrabané omietky na báze silikátov, alebo silikónov. Medzi najväčšie výhody tohto systému patrí jeho priaznivý pomer: cena/izolačné schopnosti. (2, s. 82-83)



Keďže praktická časť diplomovej práce sa venuje aj návrhu vonkajšieho zateplenia panelového bytového domu, je tento zatepl'ovací systém detailnejšie rozobratý v kapitolách č. 1.3 – 1.7.

### 1.2.3 Predsadená fasáda

Poslednou možnosťou vonkajšieho zateplenia je zhotovenie predsadenej fasády s odvetraným zatepl'ovacím systémom. Jedná sa o systém, ktorý je tvorený montovanou predstenou, v ktorej je umiestnená tepelná izolácia, medzi izoláciou a povrchom stien je vytvorená vzduchová medzera. Montovaná predstena je obvykle zhotovená z dreveného roštu, alebo alternatívnym oceľovým riešením. Tento systém je najbezpečnejší, čo sa týka kondenzácie vodných pár vo vnútri objektu a súčasne je aj vhodný pre objekty s vlhkou prevádzkou. Výraznou nevýhodou tohto systému oproti ETICS je jeho vysoká cena a možný vznik tepelných mostov, vznikajúcich v kotviacich prvkoch. (2, s. 83-85)

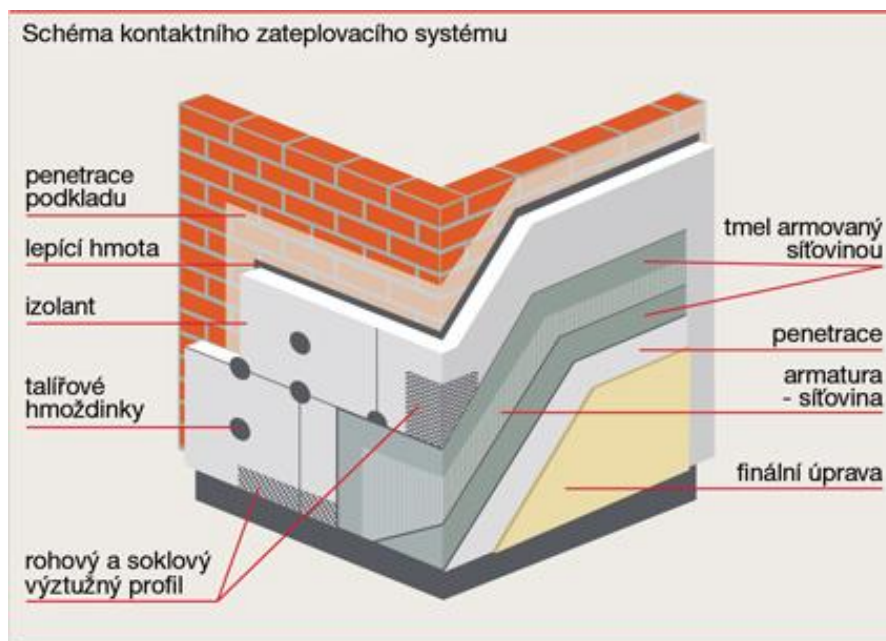
## 1.3 ETICS

Skratka 5-tich písmen ETICS predstavuje súhrnné pomenovanie zatepl'ovacieho systému v anglickom jazyku: *External Thermal Insulation Composite System*, čo po preložení presne znamená: *Vonkajší tepelno izolačný kompozitný systém*.

ETICS je možné z technického hľadiska definovať aj takto: „Priamo na stavbe uplatňovaná zostava z priemyselne zhotovených výrobkov, dodávaných výrobcom ETICS, obsahuje najmenej nasledujúce súčasti, ktoré boli výrobcom systému špeciálne vybrané, pre nim určené použitie ETICS:

- v systéme špecifikovanú lepiacu hmotu,
- v systéme špecifikované mechanické kotviace prvky,
- v systéme špecifikovaný tepelno izolačný materiál,
- v systéme špecifikovaná základná vrstva z jednej alebo viacerých vrstiev, kde najmenej jedna vrstva obsahuje výstuž,
- v systéme špecifikovanou výstužou,
- v systéme špecifikovanou konečnou povrchovou úpravou, ktorá môže zahrňovať dekoratívnu vrstvu.“ (3, s. 9)

V nasledujúcom obrázku č. 3 je možné vidieť jednotlivé časti skladby zateplovacieho systému ETICS, podľa predchádzajúcej špecifikácie.



Obr. č. 3 – Schéma vrstiev a súčastí ETICS (4)

Systém ETICS je možné rozdeliť na dva základné typy, podľa použitia izolačného materiálu:

- a) ETICS – s použitím izolantu označeným MW – minerálna vlna, ktorý je zo statického hľadiska posudzovaný ako mechanicky kotvený s doplnkovým lepením izolačných dosiek o min. ploche 30 %. (3, s. 37)
- b) ETICS – s použitím izolantu označeným EPS – penový polystyrén, ktorý je zo statického návrhu posudzovaný ako lepený s doplnkovým mechanickým kotvením. (3, s. 37)

Každý výrobca ETICS musí deklarovať, že jeho výrobok prešiel prísnyimi testovacími skúškami danými kritériami ETAG 004 (Guideline for European Technical Approval), na základe ktorých mu bol vydaný certifikát ETA (European Technical Approval). Tento certifikát je tak zárukou kvality a použiteľnosti. Skúšky sa vykonávajú na vzorkách o rozmeroch 2,5 x 2,0 m, ktoré sú zhotovené podľa technologického predpisu výrobcu a následne sa podrobujú 80-tim skúšobným cyklom, ktoré pozostávajú zo simulácie extrémnych podmienok zahrievania, zchladenia, vystavenia vysokej vlhkosti a odolnosti voči mechanickému poškodeniu. (3, s. 11-19)

## 1.4 LEGISLATÍVNE A NORMOVÉ POŽIADAVKY NA ETICS

Všetky oblasti v stavebníctve sú určitým spôsobom usmerňované a riadené prostredníctvom noriem, zákonov a vyhlášok tak, aby sa zabezpečil čo najkvalitnejší, najfunkčnejší a čo najbezpečnejší proces výstavby, alebo rekonštrukcie stavebných objektov. Medzi výnimky určite nepatrí ani realizácia vonkajšieho kontaktného zatepl'ovacieho systému ETICS.

Od 90 – tých rokov minulého storočia však táto oblasť značne pokročila a je možné usúdiť, že vstupom do EÚ sa v českej legislatíve mnoho zmenilo. Zmena nenastala len technologickým pokrokom, ktorý prináša stále lepšie a kvalitnejšie materiály, ale táto zmena sa odzrkadlila práve v normách a legislatíve, medzi ktoré patrí:

- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, účinnost: 05/2011,
- ČSN 73 2901 – Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS), účinnost: 05/2005,
- ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení, účinnost: 12/2008,
- Vyhláška MPO ČR č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, účinnost: 12/2015,
- ČSN 13501-1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledku zkoušek reakce na oheň, účinnost: 07/2007,
- ČSN 73 0810-Z1 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení, účinnost: 08/2016,
- Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov. (3, s. 21)

### 1.4.1 Projektová dokumentácia systému ETICS

Pred samotnou realizáciou zateplenia pomocou systému ETICS je povinnosťou vlastníka nehnuteľnosti = investora zaobstarat' projektovú prípravu, teda dokumentáciu, ktorá sa riadi záväznými normami, legislatívou a predpismi, podľa predchádzajúcej kapitoly. Dokumentácia musí obsahovať:

- identifikačné údaje o stavbe,
- záznamy o uskutočnených skúškach a meraní súvisiacich s aplikáciou ETICS,
- technologický postup navrhnutých prác,
- technické riešenie a dimenzovanie podľa ČSN 73 0540-2 (účinnost' 11/2011),
- statické posúdenie predmetného objektu,

- požiarotechnické riešenie ČSN EN 13 501-1 (účinnosť 03/2010),
- energetický štítok budovy,
- výkresovú časť, ktorá pozostáva z riešených detailov ETICS s nadväznosťou na príslušné konštrukcie,
- riešenie výmeny klampiarskych prvkov,
- kvalitatívne a farebné riešenie finálnej omietky, ktorej odtieň musí spĺňať min. HBW 30,
- odborné stavebné posúdenie objektu a podkladovej vrstvy ETICS. (3, s. 22-23)

K súčasťam tepelnotechnického výpočtu patrí stanovenie priebehu teploty obvodovou konštrukciou a stanovenie rosného bodu. Projektovú dokumentáciu môže vypracovať len osoba, ktorá disponuje autorizáciou na výkon danej práce podľa zákona č. 360/1992 Sb., *Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů* a ďalej podľa vyhlášky č. 62/2013 Sb. *o dokumentaci staveb*. (3, s. 22-23)

## 1.5 POŽIARNO TECHNICKÉ HĽADISKO

Jednou z najdôležitejších oblastí, ktorú je potrebné rešpektovať a prispôbiť jej aj samotný návrh kontaktného zatepľovacieho systému je požiarne bezpečnosť stavieb. Jedná sa predovšetkým o rešpektovanie nasledujúcich noriem, ktoré sú pri návrhu záväzné:

ČSN 73 0810 – Požiarne bezpečnosť stavieb – Spoločné ustanovenia (účinnosť 08/2016),

ČSN 73 0834 – Požiarne bezpečnosť stavieb – Zmeny stavieb (účinnosť 04/2011). (5, s. 34-35)

Záväznosť k jednotlivým normám je určená na základe obdobia, v ktorom bola predmetná stavba skolaudovaná. Za existujúce stavebné objekty sa teda považujú stavby, ktoré boli skolaudované pred 31. 12. 2000 a za novostavby sú považované naopak stavebné objekty, ktoré boli skolaudované po 1. 1. 2001. (5, s. 34-35)

Keďže v diplomovej práci sa návrh kontaktného zatepľovacieho systému týka stavebného objektu ktorý bol skolaudovaný v roku 1982, preto sa nasledujúce podmienky budú týkať stavieb, ktoré sa pokladajú za existujúce stavebné objekty.

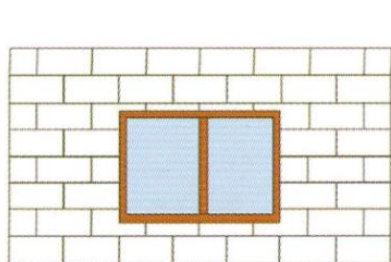
Vo všeobecnosti sú podmienky pri návrhu ETICS zamerané na normové požiadavky požiarnej bezpečnosti stavebných objektov rozdelené do troch kategórií podľa požiarnej výšky samotného objektu. (5, s. 34-35)

### 1.5.1 Objekty s požiarou výškou do 12 m

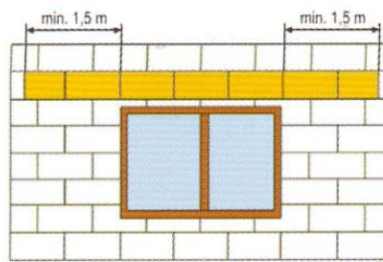
Pre objekty s požiarou výškou do 12 m nie sú požadované špeciálne požiadavky, ale je potrebné navrhovať zateplovací systém s minimálnou reakciou na oheň B, ktorého základný izolačný materiál musí mať minimálne triedu reakcie na oheň v kategórii E, jedná sa napríklad o klasický expandovaný fasádny polystyrén označovaný tiež EPS 70 F. (5, s. 35)

### 1.5.2 Objekty s požiarou výškou do 22,5 m

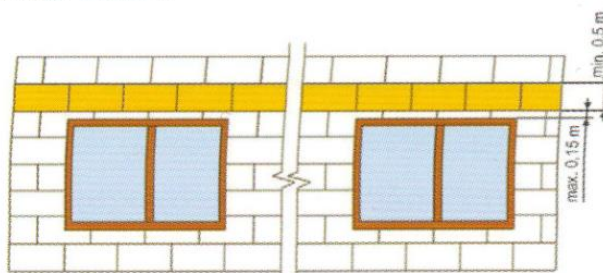
Pre objekty s požiarou výškou do 22,5 je podľa záväzných noriem možné použiť zateplovací systém, ktorého reakcia na oheň je minimálne B a ktorého izolačný materiál má triedu reakcie na oheň minimálne E (samozhášavý fasádny polystyrén). Medzi ďalšie podmienky, ktoré je potrebné rešpektovať je správne navrhnutie nadpražia otvorových konštrukcií, je to najmä z toho dôvodu, že v prípade požiaru je nutné zaistiť, aby sa požiar nešíril medzi jednotlivými podlažiami. Túto podmienku je možné zabezpečiť prostredníctvom vytvorenia pásu maximálne 150 mm nad nadpražím okien z izolantu, ktorého trieda reakcie na oheň je A1, alebo A2 (minerálna vlna), tento pás musí mať minimálnu šírku 500 mm a súčasne platí, že tieto pásy musia byť priebežné nad všetkými oknami obvodovej steny. V prípade že vzdialenosť medzi jednotlivými oknami je väčšia ako 3,0 m, je možné tento pás prerušiť, s tým že musí prečnievať najmenej 1,5 m na obe strany nad oknom. Nasledujúci obrázok č. 4 zobrazuje možnosti splnenia tejto požiadavky. (5, s. 35)



Řešení bez protipožárního pásu z MW se schválením  
PKO-15-004  
(technický detail viz str. 31)



Řešení jednotlivých otvorů s protipožárním pásem  
z MW

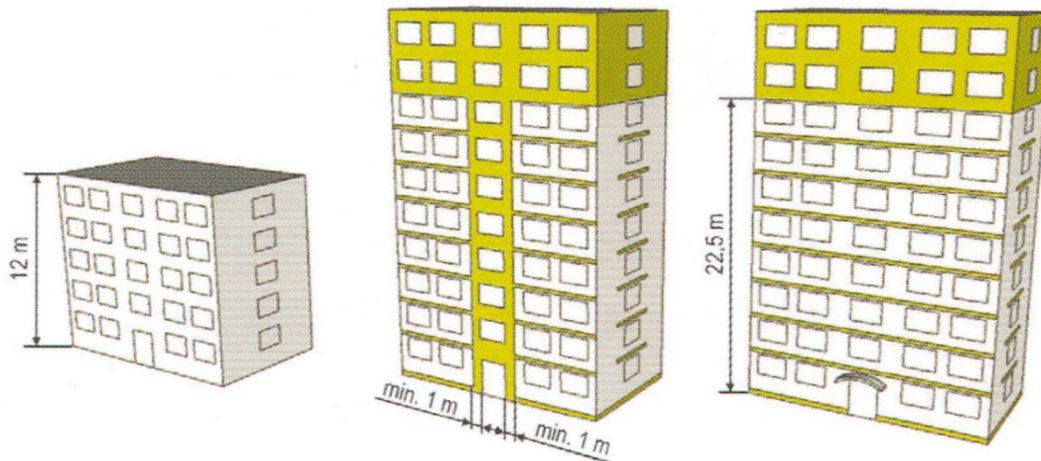


Řešení souběžné řady otvorů s protipožárním pásem z MW

Obr. č. 4 – izolačný pás nad oknami z MW (5, s. 36)

### 1.5.3 Objekty s požiarou výškou nad 22,5 m

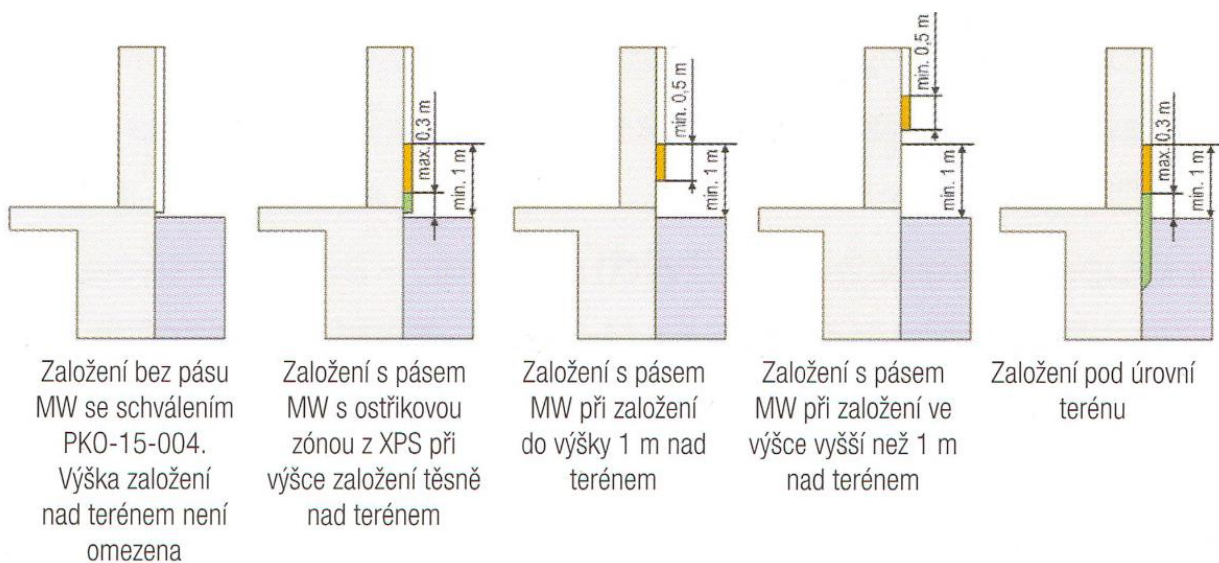
Pre objekty s požiarou výškou nad 22,5 m platia do tejto výšky všetky podmienky (objekty s požiarou výškou do 22,5 m) a nad touto hranicou je nutné navrhovať zatepľovací systém s triedou reakcie na oheň A1, alebo A2 (minerálna vlna). Všetky spomínané podmienky sú znázornené na obrázku č. 5. (5, s. 35)



Obr. č. 5 - Použitie izolačných materiálov s ohľadom na požiaru bezpečnosť stavieb (5, s. 35)

### 1.5.4 Založenie systému ETICS s ohľadom na požiaru bezpečnosť stavieb

Pre objekty s požiarou výškou nad 12 metrov je nutné zatepľovací systém zakladať s ohľadom na požiaru bezpečnosť podľa ČSN 73 0810 – Z1, alebo navrhnuť iné riešenie, ktoré je vyskúšané s ohľadom na ČSN ISO 13 785-1. Na obrázku č. 6 sú znázornené jednotlivé možnosti založenia systému ETICS. (5, s. 36)



Obr. č. 6 – Správne založenie systému ETICS pri požiarnej výške nad 12 m (5, s. 36)

## 1.6 MATERIÁLOVÉ MOŽNOSTI

Pri zatepl'ovaní prostredníctvom systému ETICS je možné ako izolačnú vrstvu použiť dva základne izolačné materiály: penový polystyrén a minerálnu vlnu. V nasledujúcich kapitolách sú jednotlivé izolačné materiály bližšie popísané a špecifikované.

### 1.6.1 Penový (expandovaný) polystyrén - EPS

Penový polystyrén je možné považovať za najrozšírenejší a najpoužívanejší stavebný izolant, ktorý sa používa v ČR, je to spôsobené najmä jeho priaznivou cenou a vynikajúcim tepelnoizolačnými vlastnosťami. História expandovaného polystyrénu siaha až do roku 1949, kedy vedec Dr. Fritz, ktorý pracoval pre nemecký chemický koncern BASF ako prvý dokázal z chemickej látky – styrénu (ropný produkt) expandovať materiál, ktorý sa v dnešnej dobe volá EPS –Expanded PolyStyren. Výrobný proces spočíva vo vypeňovaní – expandovaní za pomoci vodnej pary a nadúvadla do veľkoformátových kvádrov, ktoré sú následne rezané pomocou horúceho drôtu na požadované hrúbky a formáty. Od roku 1949 vývoj polystyrénu poskočil na ďalšiu úroveň, ktorou je súčasná výroba takzvaného sivého EPS. Označenie sivý polystyrén napovedá to, že jeho typické sivé sfarbenia je spôsobené pridaním grafitu do výrobného procesu. Ten spôsobuje to, že každá bunka penového polystyrénu obsahuje extrémne tenkú vrstvu grafitového prášku, ktorý sa následne chová ako malé tepelné zrkadlo, čo spôsobuje zlepšenie tepelnoizolačných vlastností. (6)

Medzi najvýznamnejšie vlastnosti – výhody a nevýhody tohto izolantu je možné zaradiť:

#### **výhody:**

- výborné tepelnoizolačné vlastnosti – nízky súčiniteľ tepelnej vodivosti,
- vysoká odolnosť v tlaku, ťahu a ohybe,
- nízka hmotnosť,
- zvuková izolácia,

#### **nevýhody:**

- nízky stupeň požiarnej odolnosti,
- slabá odolnosť voči organickým rozpúšťadlám,
- zmršťovanie pri vysokej teplote.

### Základná charakteristika:

- Využitie: obvodové steny, podhl'ady – stropy, strechy.
- Balenie: izolačné dosky 500 x 1000 mm.
- Hrúbka: 10-260 mm.
- Súčiniteľ tepelnej vodivosti EPS biely:  $\lambda_D = 0,035\text{--}0,045 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .
- Súčiniteľ tepelnej vodivosti EPS šedý:  $\lambda_D = 0,029\text{--}0,033 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .
- Dostupný výrobcovia v ČR: Isover, Rockwool, BASF, Bachel.



Obr. č. 7 – Příklad bieleho EPS (6)



Obr. č. 8 – Příklad sivého EPS (6)

### 1.6.2 Extrudovaný polystyrén – XPS

Základný rozdiel medzi EPS a XPS polystyrénom je v jeho procese výroby. Výroba XPS polystyrénu je založená na extrahovaní suroviny, ktorá sa vytlačá na bežiaci pás, kde je následne tvarovaná kalibračným valcom, čo spôsobuje že jeho bunečná štruktúra je uzatvorená a preto sa aj pri rezaní nedrolí na guľičky. Práve táto vlastnosť spôsobuje, že má lepšiu odolnosť voči nesiakaniu vlhkosti, zvýšené mechanické vlastnosti a nižší súčiniteľ tepelnej vodivosti. Pre spomínané dôvody sa používa pri izolácii spodnej stavby – základov a v oblasti soklov ako izolant systému ETICS. Ďalším jeho špecifikom je to, že po jeho obvode sú vylisované zámky, ktoré eliminujú tepelné straty spôsobené medzerami. Jeho vizuálna podoba je veľmi dobre rozlíšiteľná nakoľko je vyrábaný v špecifickom farebnom prevedení: zelený, fialový, modrý a ružový. (7, s. 76)

### Základná charakteristika:

- Oblasť využitia: spodná stavba – základy, sokel a obrátená strecha.



- Balenie: obvykle dosky š x d, 600 x 1250 mm.
- Hrúbka: 30-240 mm.
- Súčiniteľ tepelnej vodivosti EPS biely:  $\lambda_D = 0,033\text{--}0,040 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



*Obr. č. 9 – Príklad extrudovaného polystyrénu XPS (8)*

### **1.6.3 Minerálna vlna – MW**

Minerálna vlna je po EPS druhým najpoužívanejším izolačným materiálom. Jej výroba je založená na tavení rôznych hornín, z ktorých sa následne vytvárajú tenké vlákna, ktoré sa cez seba prekladajú a následne lisujú do požadovaného tvaru. Medzi hlavné výrobné suroviny patrí sopečná hornina čadič, z ktorej sa vyrába kamenná vlna, alebo kremeň s prímiesou drvených sklenených črepev – sklená vlna. Je teda možné tvrdiť, že sa jedná o materiál na prírodnej báze surovín a pri jeho výrobe je možné použiť druhotné suroviny – recyklovaný odpad. (7, s. 76-77)

Medzi najvýznamnejšie vlastnosti – výhody a nevýhody tohto izolantu je možné zaradiť:

#### **výhody:**

- výborné tepelnoizolačné vlastnosti – nízky súčiniteľ tepelnej vodivosti,
- dobrá tvarovateľnosť,
- výborná zvuková izolácia,
- chemická neutralita – izolant nereaguje s okolitými materiálmi,
- vysoký stupeň požiarnej odolnosti,

#### **nevýhody:**

- vyššia cena oproti konkurentom na báze EPS,

- nevhodnosť použitia v prostrediach s vyššou vlhkosťou,
- útočište hlodavcov.

#### Základná charakteristika:

- Možnosti využitia: fasády, podlahy, (šikmé strechy a priečky), podhl'ady.
- Balenie: obvykle izolačné dosky o rozmeroch š x d: 600 x 1000 mm.
- Hrúbka: 30-240 mm.
- Súčiniteľ tepelnej vodivosti:  $\lambda_D = 0,032-0,045 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .
- Dostupný výrobcovia v ČR: Isover, Rockwool, BASF.



Obr. č. 10 – Príklad izolácie na báze sklenených vlákien (9)

#### 1.6.4 Kombinácia EPS + MW

Novinkou posledných rokov sú izolačné dosky, ktoré pozostávajú z dvoch vrstiev, ktorými sú: sivý polystyrén a minerálna vlna. Dôvodom tejto kombinácie je predovšetkým spojenie tepelnoizolačných, zvukových a protipožiarnych vlastností. To znamená, že sivý polystyrén zabezpečuje výbornú tepelnú ochranu a tenšia vrstva minerálnej vlny slúži na ochranu EPS pred účinkami slnečného žiarenia pri montáži, ďalej ma veľmi dobré zvukovoizolačné vlastnosti a predovšetkým zvyšuje stupeň požiarnej odolnosti celého systému. Na nasledujúcom obrázku č. 11 je možné vidieť príklad takejto kombinovanej izolačnej dosky.



Obr. č. 11 – Príklad kombinovanej izolačnej dosky MW + EPS šedý (9)

## 1.7 TECHNOLOGICKÝ POSTUP PRI MONTÁŽI ETICS

Na to aby sa zabezpečila správna a kvalitná realizácia ETICS je nutné, aby sa zhotoviteľom dodržiaval technologicky predpis vydaný certifikovaným výrobcom. V nasledujúcej časti bude stručne popísaný správny postup a zásady pri realizácii systému ETICS, podľa pokynov spoločnosti BASF pre systém ETICS s označením PCI MultiTherm®.

- 1. Počasie:** teplota vzduchu, podkladu a materiálu v intervale + 5 °C až + 25 °C, nemožnosť práce pri daždivom a veternom počasí. (5, s. 37)
- 2. Prípravné práce:** pred samotnou montážou ETICS je potrebné pripraviť objekt na to, aby mohol byť systém namontovaný, to znamená že je potrebné: dokončiť všetky mokré procesy v interiéri a exteriéri, odstránenie oplechovania atík, okapov, štítkov, dažďových zvodov, vetracích mriežok, hromozvodu atď. Ďalej je potrebné zakryť ochrannou fóliou všetky stavebné otvory. (5, s. 38)
- 3. Kontrola podkladu:** pred samotným založením systému je potrebné skontrolovať rovinatosť podkladu - tolerancia  $\pm 20$  mm/m a priemernú súdržnosť, ktorá musí byť väčšia ako 0,08 MPa. Povrch musí byť suchý, bez prachu nečistôt a mastnoty. (5, s. 38)
- 4. Založenie systému:** je zvyčajne založené na zakladacích soklových profiloch vyrobených z nehrdzavejúcej ocele. Profil je potrebné ukotviť do podkladu v horizontálnej rovine pomocou hmoždiny v počte 1 ks/1 bm. Pri spájaní zakladacích profilov je potrebné dodržiavať dilatačnú medzeru o hrúbke 2 mm, ktorá sa vyplní plastovými spojkami. (5, s. 39-40)
- 5. Lepenie izolačných dosiek:** postupuje sa vždy v smere od spodu na hor, pričom sa musí dodržať minimálne preloženie izolačných dosiek o 20 cm. Konkrétny spôsob lepenia

vždy určuje druh izolantu a povrch podkladu. Pri MW sa vždy praktikuje celoplošné lepenie, v prípade EPS je možné použiť buď celoplošné lepenie, alebo rámové s doplnením o 3–6 bodov (terčov), pričom je nutné aby plocha lepidla bola min. na 40 % povrchu izolačnej dosky. V miestach stavebných otvorov (okná, dvere) je potrebná zvýšiť pozornosť a dbať na to, aby kríženie špár bolo najmenej 10 cm vo vzdialenosti od hrany a súčasne v rohoch otvorov je nutné lepiť izolačné dosky princípom tzv. hokejky, to znamená že roh je vyrezaný v ploche a nie je tvorený z dvoch častí. (5, s. 40)

6. **Úprava plochy nalepených dosiek:** po vytvrdnutí lepiacej hmoty, obvykle 24 – 48 hodín je potrebné nerovnosti na povrchu izolačných dosiek odstrániť pomocou brúsneho papiera. Vzniknutý prach je potrebné bezodkladne odstrániť. Eventuálne drobné špáry medzi okrajmi izolačných sa odporúča vypeniť pomocou PUR peny. (5, s. 41)
7. **Kotvenie systému ETICS:** je možné použitím tanierových hmoždínok s plastovým, alebo oceľovým hrotom, podľa zvoleného izolačného materiálu. Kotviť je možné v rozmedzí 1–3 dni po nalepení izolačných dosiek. Pri kotvení izolácie o hrúbke nad 100 mm sa odporúča používať zapustené kotvenie s krytkou, kvôli eliminácii hydrotermických javov. Návrh, počet a polohové umiestnenie kotviacich prvkov je nutné navrhnuť podľa normy ČSN 73 2902 (účinnosť 05/2011). (5, s. 42)
8. **Základná výstužná vrstva:** pozostáva zo sklenenej armovacej sieťoviny vtláčenej do lepiacej hmoty. Postup prác je obvyklý z doľa na hor, pričom sa musí dodržať minimálne prekrytie armovacej sieťoviny 100 mm a hrúbka lepiaceho tmelu je v intervale 3 – 6 mm. Základná vrstva musí byť ukončená do 14 dní od nalepenia izolačných dosiek. Pred realizáciou výstužnej vrstvy v ploche je potrebné ako prvé vykonať detaily: hrany nárožia a ostenia, napojenie na otvorové konštrukcie, hrany v miestach dilatácie. (5, s. 45)
9. **Konečná povrchová úprava:** pred nanosením konečnej povrchovej úpravy – omietky je potrebné povrch napenetrovať príslušným prostriedkom vo zvolenom farebnom odtieni. Najpoužívanejšími konečnými úpravami sú omietky na báze silikónu. Pri výbere odtieňa je potrebné dbať na to, aby jeho sýtosť - index bol väčší ako hodnota 30. (5, s. 47)

## 2 TEPELNÁ OCHRANA BUDOV

V dnešnej dobe je kladený veľmi vysoký dôraz na kvalitu, funkčnosť ale aj na čo najnižšiu energetickú náročnosť stavebných objektov. Preto je potrebné, aby už pri prvotnom návrhu novej stavby, alebo pri zmene dokončenej stavby sa dbalo na to, aby boli dodržiavané a rešpektované všetky požiadavky platných noriem a legislatívy v aktuálnom znení, medzi ktoré patria predovšetkým tieto:

### a) České technické normy:

- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie, účinnost: 07/2005,
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, účinnost: 11/2011,
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin, účinnost: 12/2005,
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody, účinnost: 07/2005,
- ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov – Měrná ztráta prostupem tepla – Výpočtová metoda, účinnost: 03/2009,
- ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda, účinnost: 01/2009,
- ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody, účinnost: 03/2009,
- ČSN EN ISO 13790 - Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení, účinnost: 11/2009,
- ČSN EN ISO 13789 - Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda (účinnost 03/2009), účinnost: 03/2009,
- TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet, účinnost: 04/2013. (3, s. 21-23) (12, s. 3-5)

### b) Legislativa:

- Zákon č. 406/2000 Sb., Zákon o hospodaření energií, účinnost 01/2001,
- Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku, účinnost: 01/2013
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov účinnost: 04/2013, novelizovaná vyhláškou č. 230/2015 Sb., o energetické náročnosti budov, účinnost: 12/2015. (3, s. 21-23), (10, s.10-12), (12, s. 3-5)

Dodržiavanie platnej legislatívy zabezpečí to, že daný stavebný objekt bude vyhovovať z technického, hygienického a energetického kritéria súčasným normovým hodnotám a požiadavkám.

## **2.1 ZÁKLADNÉ TEPELNOTECHNICKÉ PARAMETRE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ A BUDOV**

Základne tepelnotechnické parametre stavebných konštrukcií vo všeobecnosti vyjadrujú schopnosti a vlastností skladieb obalových konštrukcií pri prechode tepelnej energie z interiérovej strany do exteriérovej, alebo opačne.

### **2.1.1 Tepelný odpor R**

Prvý a zároveň aj základný parameter stavebných konštrukcií sa nazýva tepelný odpor, ktorý je označovaný písmenom R. Vo všeobecnosti je možné túto vlastnosť definovať ako určitú brániacu schopnosť konštrukcie o ploche 1 m<sup>2</sup> v prípade prestupu tepelnej energie, pri rozdielnej teplote o 1 K. Obecne je možné povedať, že čím má stavebná konštrukcia vyššiu hodnotu R, tým je jej tepelnoizolačná schopnosť vyššia. Tepelný odpor je daný nasledujúcim vzťahom:

$$R = \frac{d}{\lambda} \tag{1}$$

kde: R ...tepelný odpor v (m<sup>2</sup>·K)/W,

d ...hrúbka vrstvy v konštrukcie v m,

λ ...súčiniteľ tepelnej vodivosti W/(m·K). (11, s. 12)

Na základe matematického vzťahu č. 1 je možné usúdiť, že tepelný odpor je priamo závislý od hrúbky konštrukcie „d“ a od jej súčiniteľa tepelnej vodivosti λ. Stavebné konštrukcie obvykle pozostávajú z viacerých skladobných vrstiev, preto sa vtedy tepelný odpor vypočíta ako súčet dielčích tepelných odporov jednotlivých vrstiev.

### **2.1.2 Súčiniteľ prestupu tepla U**

Súčiniteľ prestupu tepla úzko súvisí s tepelným odporom R. Je možné ho definovať ako prevrátenu hodnotu R, čo znamená že udáva množstvo tepla v ustálenom stave, ktoré sa stratí pri prechode cez 1 m<sup>2</sup> plochy stavebnej konštrukcie (stena, strop, podlaha, okno) pri rozdielnej

teplôt vonkajšieho a vnútorného prostredia. Treba však povedať, že pri výpočte sa uvažuje aj s vplyvmi ktoré súvisia s vnútorným, respektíve s vonkajším povrchom konštrukcie:  $R_{si}$  a  $R_{se}$ . Súčiniteľ prestupu tepla  $U$  je vyjadrený nasledujúcim vzťahom:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (2)$$

kde:  $U$  ...súčiniteľ prestupu tepla  $W/(m^2 \cdot K)$ ,  
 $R$  ...tepelný odpor v  $(m^2 \cdot K)/W$ ,  
 $R_{si}$  ...tepelný odpor pri prestupe na vnútornej strane konštr.  $(m^2 \cdot K)/W$ ,  
 $R_{se}$  ...tepelný odpor pri prestupe na vonkajšej strane konštr.  $(m^2 \cdot K)/W$ . (11, s. 12)

Hodnoty  $R_{si}$  a  $R_{se}$  predstavujú tepelný odpor pri prestupe na vonkajšej a vnútornej strane stavebnej konštrukcie. Hodnota  $R_{si}$  je rozdielna v závislosti na smere šírenia tepelného toku. To znamená, že v prípade horizontálneho šírenia sa jedná o hodnotu  $R_{si} = 0,13 (m^2 \cdot K)/W$ , pre tok zdola na hor je to  $R_{si} = 0,10 (m^2 \cdot K)/W$  a pre tok zhora na dol  $R_{si} = 0,17 (m^2 \cdot K)/W$ . V nasledujúcej tabuľke č. 1 sú zhrnuté základne hodnoty  $R_{si}$  a  $R_{se}$ , ktoré sa najčastejšie využívajú a ich hodnoty sú určené v norme ČSN 73 0540 – 3 (2005). (11)

Tab. č. 1 – Hodnoty tepelného odporu pri prestupe na vnútornú/vonkajšiu stranu konštrukcie (13, s.83)

Povrch	Konštrukcia	Hodnota ( $m^2 \cdot K$ )/W
Vonkajší $R_{se}$	Stena	0,04
	Strecha	
Vnútorný $R_{si}$	Stena	0,13
	strecha	0,10
	podlaha	0,17
Zemina $R_{se}$	podlaha	0,00

Pri výpočte tepelného odporu stavebných konštrukcií sa uvažujú len tie vrstvy, ktoré sú chránené pred účinkami vlhkosti, čo napríklad v prípade podlahy na teréne znamená, že sa do úvahy berú len vrstvy, ktoré sa nachádzajú nad hydroizoláciou.

### 2.1.3 Normové požiadavky na súčiniteľ prestupu tepla

Normové požiadavky hodnôt súčiniteľu prestupu tepla udáva česká technická norma ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, (účinnosť 2011). Tieto požiadavky sú záväzné a je nutné ich dodržiavať pri novej výstavbe, stavebných úpravách, udržiavacích prácach, zmenách užívania alebo pri zmenách dokončených budov. V nasledujúcej tabuľke č. 2 je zhrnutý prehľad základných stavebných konštrukcií a ich normových požadovaných hodnôt na súčiniteľ prestupu tepla  $U$ , pre budovy s prevažujúcou návrhovou vnútornou teplotou 20 °C. (11, s. 9-10)

Tab. č. 2 – Požadované a doporučené hodnoty súčiniteľu prestupu tepla vybraných konštrukcií podľa ČSN 73 0540-2 (2011) (12, s.16)

Typ konštrukcie	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Doporučená hodnota pre pasívne budovy $U_{pas,20}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
Vonkajšia stena	0,30	ťažká: 0,25 ľahká: 0,20	0,18 - 0,12
Strecha plochá a šikmá do sklonu 45	0,24	0,16	0,15 - 0,10
Podlaha a stena vykurovaného priestoru k zemine	0,45	0,30	0,22 - 0,15
Strop a stena vnútorná z vykurovaného priestoru nevykurovanému priestoru	0,60	0,40	0,30 - 0,20
Výplň otvorov vo vonkajšej stene, z vykurovaného priestoru k vonkajšiemu prostrediu	1,50	1,20	0,80 – 0,60

V predchádzajúcej tabuľke č. 2 sú uvedené pre každú zo stavebných konštrukcií 3 rozdielne hodnoty  $U$ , preto je potrebné vysvetliť ich význam a záväznosť:



- a) **Požadované hodnoty  $U_{N,20}$ :** je potrebné použiť v prípadoch kedy sa jedná o hodnotenie konštrukcií nových stavieb, alebo dielčích/celkových zmien dokončených stavieb – normové hodnoty sú záväzné.
- b) **Doporučené hodnoty  $U_{rec,20}$ :** predstavujú o niečo prísnejšie parametre a norma ich odporúča navrhovať všade tam, kde je to z technického, ekonomického a legislatívneho dôvodu možné.
- c) **Doporučené hodnoty pre pasívne budovy  $U_{pas,20}$ :** tvoria poslednú kategóriu hodnôt pre súčiniteľ prestupu tepla a je ich potrebné rešpektovať v prípade návrhu stavebných objektov, ktoré majú splňovať energetický štandard pasívneho domu.

#### 2.1.4 Priemerný súčiniteľ prestupu tepla $U_{em}$

Priemerný súčiniteľ prestupu tepla je možné charakterizovať ako vážený priemer jednotlivých súčiniteľov prestupu tepla všetkých stavebných konštrukcií (celej obálky budovy,) cez ktoré prechádza tepelný tok. Matematicky výpočet predpisuje norma ČSN 73 0540-2 (2011) v nasledujúcom znení:

$$U_{em} = \frac{H_T}{A} \quad (3)$$

kde:  $U_{em}$  ...priemerný súčiniteľ prestupu tepla v  $(m^2 \cdot K)/W$ ,  
 $H_T$  ...merná tepelná strata prestupom v  $W/K$ ,  
 $A$  ...celková plocha ohraničujúca vykurovanú zónu v  $m^2$ . (14, s. 56)

Merná strata prestupom tepla  $H_T$  sa stanoví nasledovne:

$$H_T = \sum (A_j \cdot U_j \cdot b_j) + A \cdot \Delta U_{tbn} \quad (4)$$

kde:  $A_j$  ...plocha j-te ochladzovanej konštrukcie na sys. hranici budovy, v  $m^2$ ,  
 $U_j$  ...súčiniteľ prestupu tepla j-te konštrukcie, v  $(m^2 \cdot K)/W$ ,  
 $b_j$  ...činiteľ teplotnej redukcie j-te konštrukcie, bezrozmerná jednotka. (14, s. 56)

Po vypočítaní priemerného súčiniteľa prestupu tepla budovy je potrebné jeho hodnotu overiť s požiadavkou podľa normy ČSN 73-0540-2, to znamená že musí platiť nasledujúci vzťah:

$$U_{em} \leq U_{em,N} \quad (5)$$

Kde  $U_{em,N}$  je požadovaná hodnota priemerného súčiniteľa prestupu tepla a jej hodnota sa stanoví pre každý hodnotený prípad pomocou metódy referenčnej budovy. Pričom referenčná budova je akási virtuálna budova, ktorá musí spĺňať nasledujúce parametre:

- Budova má rovnaké rozmery a priestorové usporiadanie ako hodnotená budova.
- Má rovnaké umiestnenie a je určená na rovnaký účel.
- Plochy obálky budovy tvoria stavebné konštrukcie, ktoré majú normové hodnoty  $U$ . (12, s. 16-17)

Je však potrebné podotknúť, že normové hodnoty priemerného súčiniteľa prestupu tepla sú okrem podmienky menšej hodnoty v porovnaní s referenčnou budovou ešte podmienené tvarovým faktorom  $A/V$ , ktorý vyjadruje pomer ochladzovanej plochy vykurovanej zóny a jej objemu. Tento fakt je možné vidieť v nasledujúcej tabuľke č. 3.

Tab. č. 3 – Požadované hodnoty  $U_{em}$  v závislosti na  $A/V$  pre budovy s návrhovou teplotou v intervale 18 – 22 °C (12, s.18)

	<b>Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla <math>U_{em,N,20}</math></b> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{em, N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{em, N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty $A/V$ $U_{em, N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$ .

### 2.1.5 Najnižšia vnútorná povrchová teplota $\theta_{si,min}$

Táto vlastnosť stavebných objektov sa preukazuje na základe hodnoty najnižšieho teplotného faktoru vnútorného povrchu  $f_{Rsi,min}$ , táto hodnota nesmie byť nižšia ako normou stanovená hodnota označovaná  $f_{Rsi,cr}$  – kritický teplotný faktor vnútorného povrchu. (10, s. 17)

„Hodnotí riziko vzniku plesni, poprípade kondenzácie vodných pár, na vnútornom povrchu konštrukcie a ich nadväznosti, u drevených stavieb s maximálnou opatrnosťou

a bezpečnosťou, zohľadňuje možné zmeny režimov vykurovania v priebehu životnosti budovy.“ (10, s. 17)

Hodnotením tejto vlastnosti sa vedie k optimalizácií detailného riešenia problematických tepelných mostov a väzieb. (10, s. 17)

Tab. č. 4 – Hodnoty kritického teplotného faktora vnútorného povrchu konštrukcií (12, s. 10)

Konštrukcie	Návrhová teplota vnútorného vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová vonkajšia teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotný faktor vnútorného povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavebné konštrukcie	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785
Výplň otvoru podľa 3.4	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655

## 2.1.6 Kondenzácia vodnej pary v konštrukciách

Hlavným dôvodom hodnotenia kondenzácie vodnej pary v stavebných konštrukciách je zabránenie vzniku takého množstva kondenzátu, ktorý by mohol ovplyvniť základné návrhové vlastnosti stavebných materiálov, ako sú: životnosť a únosnosť. Preukázať danú vlastnosť je možné: „bud' vylúčením kondenzácie, alebo súbežným splnením podmienok pre obmedzenie ročného skondenzovaného množstva  $M_c$  a ročnej bilancie kondenzácie a vyparenej vlhkosti. Ďalej hodnotí riziko vzniku kondenzácie vodných pár vo vnútri konštrukcie, poprípade ju obmedzí na prípustnú mieru v absolútnom, alebo relatívnom množstve.“ (10, s. 17-18)

## 2.1.7 Priedušnosť obálky budovy

„Preukazuje sa celkovou intenzitou výmeny vzduchu  $n_{50}$  pri tlakovom rozdieli 50 Pa a utesnení funkčných spár výplní otvorov.“ (10, s. 18)

„Vedie k návrhu tesnosti stavby primeranej k jej účelu a použitej technológii zaistovania výmeny vzduchu. Využíva sa pri kolaudácii nízkoenergetických/pasívnych domoch, ktoré sú vybavené rekuperačnými jednotkami so spätným získavaním tepla z odpadového vzduchu.“ (10, s. 18)

### 2.1.8 Výmena vzduchu v miestnosti

Je jedným zo základných podkladov pri určovaní a hodnotení tepelných tokov vetraním pri bilančnom hodnotení energetickej náročnosti budov, preukazuje sa na základe intenzity výmeny vzduchu označovanej „n“. Pri hodnotení je dôležité overiť, či množstvo vymeneného čerstvého vzduchu zodpovedá technickým a hygienickým limitom. (10, s. 18)

### 2.1.9 Tepelná stabilita miestnosti v zimnom období

*„Vedie k návrhu kritickej miestnosti s dostatočnou schopnosťou zachovať si primeranú vnútornú teplotu pri nízkych vonkajších teplotách aj bez dodávky tepla.“ (10, s. 19)*

*„Preukazuje sa poklesom výslednej teploty v zimnom období  $\Delta\theta_v(t)$ . Hodnotí chovanie kritickej miestnosti (vnútorného priestoru) pri chladnutí poklesom výslednej teploty na konci vykurovacej prestávky v (čase t).“ (10, s. 18)*

### 2.1.10 Tepelná stabilita miestností v letnom období

Tepelná stabilita miestností v letnom období hodnotí chovanie kritickej miestnosti vnútorného prostredia budovy v prípade letného prehrievania avšak bez uvažovania strojného chladenia. To znamená, že sa preukazuje najvyššiu dennú teplotu v miestnosti v letnom období, prípadne jej najvyšší denný vzostup. Vedie k návrhu takých miestností, ktoré majú dostatočnú schopnosť odolávať a zachovať si primeranú vnútornú teplotu pri vysokých vonkajších teplotách, alebo priamom oslnení. (10, s. 19)

## 2.2 ENERGETICKÁ NÁROČNOSŤ BUDOV

Energetická náročnosť budovy vyjadruje kvantifikované množstvo celkovej energie, ktoré je potrebné dodať do budovy za určitú časovú jednotku, na to aby sa zabezpečil jej chod a prevádzka vzhľadom na rešpektovanie všetkých normových požiadaviek a potrieb.

V dnešnej dobe je otázka energetickej náročnosti budov veľmi diskutovaná a prehodnocovaná nakoľko je možné tvrdiť, že náklady spojené s prevádzkou budovy tvoria až 48 % z celkových nákladov v životnom cykle stavby, čo je z ekonomického významu veľmi významná položka. Otázka spotreby energie budovy súvisí nielen s ekonomickým poňatím, ale je tiež potrebné prihliadať na environmentálny rozmer, ktorý súvisí s produkciou skleníkových plynov pri výrobe a následnej spotrebe energie. (15, s. 39)

Práve pre tieto spomínané dôvody panuje v spoločnosti veľká snaha o znižovanie energetickej náročnosti budov. Čo vedie k tomu, že už pri prvotnom zámere o výstavbe novej,

alebo rekonštrukcií starej budovy je potrebné zohľadniť celú sériu faktorov, ktoré majú vo výsledku vplyv na konečnú energetickú náročnosť budovy.

Energetické vlastnosti budovy ovplyvňujú predovšetkým tieto základné faktory:

- Optimálny výber pozemku a samotné umiestnenie, ktoré by malo brať do úvahy správnu orientáciu voči svetovým stranám, existujúcu zástavbu, zeleň a intenzitu a smer vetru.
- Tvarové riešenie budovy – kompaktnosť tvaru, členitosť povrchu, ktorý najlepšie vystihuje objemový faktor tvaru, označovaný tiež  $A/V$ .
- Snaha o elimináciu vzniku tepelných mostov v stavebných konštrukciách.
- Správne dispozičné usporiadanie s ohľadom na svetové strany a potrebnú výšku teploty vykurovaných zón.
- Veľkosť presklenených povrchov fasád s ohľadom na solárne zisky.
- Veľkosť vykurovaných a temperovaných zón.
- Správny výber základných konštrukčných materiálov a izolantov.
- Odborný návrh prvkov TZB. (12, s. 29)

Pri rešpektovaní všetkých vymenovaných faktorov je možné dosiahnuť optimálny návrh stavebných objektov, ktorých energetická náročnosť sa bude pohybovať na veľmi nízkej úrovni.

### 2.2.1 Výpočet energetickej náročnosti budovy

Výpočet energetickej náročnosti budovy je založený na určení celkovej ročnej dodanej energie do budovy, ktorá pozostáva z jednotlivých dielčích potrieb na prevádzku budovy. Tieto dielčie potreby pozostávajú z energie potrebnej na: vykurovanie, chladenie, prípravu teplej vody, nútené vetranie, úpravu vlhkosti a osvetlenie.

Výpočet, ktorý zohľadňuje vymenované zložky dielčích energií sa musí riadiť českou technickou normou ČSN EN ISO 13790 - Energetická náročnosť budov - Výpočet spotreby energie na vytápění a chlazení (účinnosť 11/2009) a ďalej podľa princípov a metodických pokynov vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb. – Vyhláška o energetickej náročnosti budov (účinnosť 04/2013). Samotný výpočet celkovej ročnej dodanej energie do budovy je možné obecne zapísať nasledujúcim vzťahom:

$$EP = EP_H + EP_C + EP_F + EP_F + EP_{RH} + EP_W + EP_L \quad (6)$$

Kde:  $EP$  ...celková ročná dodaná energia do budovy GJ/rok,

- $EP_H$  ... ročná dodaná energia na vykurovanie GJ/rok
- $EP_C$  ... ročná dodaná energia na chladenie GJ/rok
- $EP_F$  ... ročná dodaná energia na nútené vetranie GJ/rok
- $EP_{RH}$  ... ročná dodaná energia na úpravu vlhkosti vzduchu GJ/rok
- $EP_W$  ... ročná dodaná energia na prípravu teplej vody GJ/rok
- $EP_L$  ... ročná dodaná energia na osvetlenie GJ/rok (16, s. 1-2)

Jednotlivé položky obecného vzťahu je možné ďalej podrobne rozpísať, treba však povedať, že výpočet je založený na mesačnom hodnotení, čo znamená že pre každý mesiac v roku je stanovená potrebná energia zvlášť. Ročná dodaná energia do budovy je vo výsledku tvorená sumou potrieb energie za jednotlivé mesiace v roku. (16, s. 1)

## 2.2.2 Kategórie budov podľa potreby tepla na vykurovanie

Základné rozdelenie budov podľa spotreby tepla na vykurovanie je založené na ukazovateli  $E_A$  – teda mernej ročnej potreby tepla na vykurovanie. Tento ukazovateľ vyjadruje množstvo tepla, ktoré je potrebné dodať do objektu, aby sa zabezpečila jeho navrhovaná celoročná tepelná pohoda. (17, s. 54)

Výpočet  $E_A$  sa riadi podľa nasledujúcich českých technických noriem:

- ČSN EN ISO 13790 - Energetická náročnosť budov - Výpočet spotreby energie na vytápění a chlazení (účinnosť 11/2009).
- ČSN EN ISO 13789 - Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda (účinnosť 03/2009)
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov. Část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování (účinnosť 07/2005). (17, 52-54)

Samotný výpočet mernej ro je možné zapísať nasledujúcim vzťahom (7):

$$E_A = 0,9 \times (Q_T + Q_L) - (Q_l + Q_s) \quad (kWh/m^2 \cdot a) \quad (7)$$

- Kde :
- $E_A$  ... merná ročná potreba tepla na vykurovanie budovy,
  - $Q_T$  ... potreba tepla na krytie straty prechodom tepla konštrukciami,
  - $Q_L$  ... potreba tepla na krytie tepelných strát výmenou vzduchu,
  - $Q_l$  ... vnútorné tepelné zisky (metabolické teplo, el. spotrebiče, osvetlenie),
  - $Q_s$  ... solárne zisky oknami. (17, s. 36)

Je potrebné však podotknúť, že tento ukazovateľ nezohľadňuje účinnosť vykurovacej sústavy. Na základe výpočtu podľa vzťahu (7) je teda možné budovy rozdeliť na nasledujúce kategórie zobrazené v tab. č. 5.

Tab. č. 5 - Rozdelenie budov, podľa mernej ročnej potreby tepla na vykurovanie  $E_A$  (15, s. 40)

Kategórie budov:	Množstvo potreby tepla na vykurovanie
Staršie stavebné objekty	obvykle dvojnásobná hodnota v porovnaní s dnešnou výstavbou
Obvyklé novostavby	80-140 kWh/(m <sup>2</sup> ·a) závisí od faktoru tvaru A/V
Nízkoenergetický dom	≤ 50 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Pasívny dom	≤ 15 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Dom s nulovou potrebou tepla na vykurovanie	< 5 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Energeticky nulový dom	potreba konečnej energie na prevádzku domu = 0 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)

### 2.2.3 Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické budovy je možné charakterizovať ako budovy s nízkou spotrebou tepla na vykurovanie. Tento predpoklad je dosiahnutý predovšetkým optimalizovaným návrhom a riešením obálky budovy. Podľa normy ČSN 73 0540-2 (účinnosť 11/2011) je možné za nízkoenergetickú budovu pokladať takú, ktorej:

- priemerný súčiniteľ prestupu tepla  $U_{em,N,20}$  neprekračuje doporučené hodnoty podľa tabuľky č. 3,
- a súčasne merná ročná potreba tepla na vykurovanie  $E_A$  neprekračuje hodnotu 50 kWh/(m<sup>2</sup>·K). (12, s. 40)

Tieto predpoklady platia pre budovy s návrhovou teplotou vnútorného prostredia v intervale 18 – 22 °C. (12, s. 40)

### 2.2.4 Pasívne budovy

*„Pasívne budovy sú charakterizované minimalizovanou potrebou energie na zaistenie požadovaného stavu vnútorného prostredia a minimalizovanou potrebou primárnej energie z neobnoviteľných zdrojov na ich prevádzku vďaka optimalizovanému stavebnému riešeniu a ďalším opatreniam.“ (12, s. 40)*

Podobne ako je tomu v prípade nízkoenergetických budov, tak norma ČSN 73 0540-2 (účinnosť 11/2011) definuje veličiny, ktoré vymedzujú pasívne budovy. Prvou sledovanou veličinou je priemerný súčiniteľ prestupu tepla  $U_{em}$ , merná potreba tepla na vykurovanie, merná potreba energie na chladenie a merná potreba primárnej energie, všetky normové hodnoty sú zobrazené v tabuľke č. 6. Pri hodnotení pasívnych budov je tiež potrebné overiť celkovú nepriedušnosť obálky budovy, pričom sa sleduje celková intenzita výmeny vzduchu - označená  $n_{50}$ , pri tlakovom rozdiely 50 Pa, kedy jej hodnota nemôže prekročiť úroveň  $n_{50}=0,6 h^{-1}$ . (12, s. 40)

Pri navrhovaní tepelnotechnických parametrov jednotlivých stavebných konštrukcií, predovšetkým súčiniteľu prestupu tepla je potrebné dbať na požiadavky pre pasívne budovy, ktorých niektoré hodnoty sú zobrazené v tabuľke č. 2. Špecifikom pasívnych domov, je využívanie vzduchotechnických jednotiek, ktoré sú vybavené takzvanými rekuperačnými jednotkami, ktorých účinnosť získavania spätného tepla je čo najvyššia.

Tab. č. 6 - Základné vlastnosti pasívnych budov (12, s. 41)

		Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 <sup>2)</sup>	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 <sup>2)</sup>	≤ 60
Neobytná budova s prevažujúcou teplotou 18 °C – 22 °C		≤ 0,35 <sup>1)</sup>	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120
POZNÁMKY					
1) Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle 5.3.2.					
2) Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.					

## 2.2.5 Energeticky nulové domy

Podľa normy ČSN 73 0540-2 (účinnosť 11/2011) je možné považovať za energeticky nulové domy tie, pri ktorých platí, že sú: „pripojené na obvyklé energetické siete a spravidla je výhodné, aby stavebné riešenie a technické zariadenia budovy boli navrhnuté tak, aby odpovedali štandardu pasívnej budovy“, podľa predchádzajúcej tabuľky č. 6. (12, s. 42)



Rozdiel v hodnotení oproti pasívnym domom je však v tom, že hodnotenie v prípade energeticky nulových domoch vychádza z ročnej bilancie energetických potrieb a energetickej produkcie v budove a jej okolí, vyjadrených v hodnotách primárnej energie. Pri hodnotení je možné vychádzať z dvoch základných úrovní: „Úroveň A – do energetických potrieb budovy sa zahŕňa potreba tepla na vykurovanie, potreba tepla ba chladenie, energia na prípravu teplej vody, pomocná elektrická energia na prevádzku energetických systémov budovy, elektrická energia na umelé osvetlenie a elektrické spotrebiče. Úroveň B – rovnako ako A, ale bez zahrnutia elektrickej energie na elektrické spotrebiče.“ (12, s. 42)

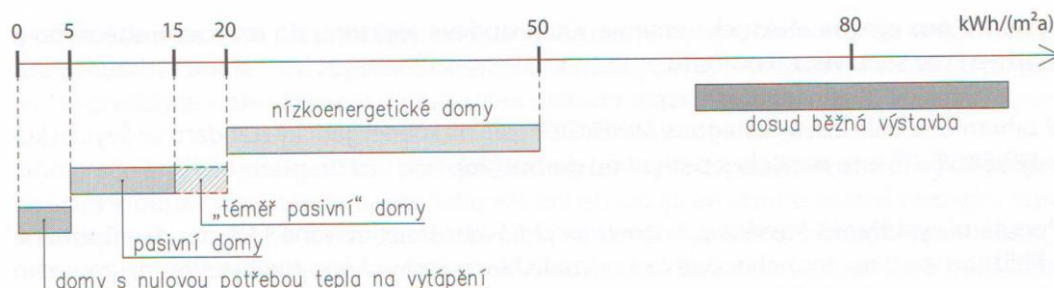
V nasledujúcej tabuľke č. 7 je uvedené, pri akých hodnotách sa budova považuje za energeticky nulovú budovu a pri akých za blízku energeticky nulovú budovu.

Tab. č. 7 - Základné požiadavky na energeticky nulové budovy (12, s. 43)

Závaznosť kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podľa zvoleného úrovného hodnotení	
				Úroveň A	Úroveň B
		Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění $E_A$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů $PE_A$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Blízky nulovému	Bytové domy ≤ 0,35	Bytové domy ≤ 15	80	30
Neobytné budovy <sup>2)</sup>	Nulový	≤ 0,35 <sup>1)</sup>	≤ 30	0	0
	Blízky nulovému			120	90

<sup>1)</sup> Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě  $U_{em,rec}$  podle 5.3.2.  
<sup>2)</sup> Neobytné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.

Grafické rozdelenie budov, podľa mernej potreby tepla na vykurovanie je možné vidieť v nasledujúcom obrázku č. 12. Súčasný trend, vývoj nových materiálov a sprísňovanie technických noriem vedie k tomu, že podľa očakávaní by od roku 2020 mala byť každá nová budova naprojektovaná a následne postavená v štandarde budov, ktorých spotreba tepla na vykurovanie sa blíži k nule.



Obr. č. 12 – Grafické znázornenie rozdelenia budov podľa potreby tepla na vykurovanie (17, s. 39)

## 2.3 TEPELNÉ MOSTY

Tepelný most je možné charakterizovať ako každé také miesto, v ktorom dochádza k zvýšenému tepelnému toku. Tento tepelný tok môže byť spôsobený vedením, prúdením, alebo sálaním tepla. V oblasti stavebných objektov je najčastejším dôvodom vzniku tepelných mostov vedenie tepla. Vo všeobecnosti je možné tepelné mosty rozdeliť na dve základné kategórie, podľa výskytu:

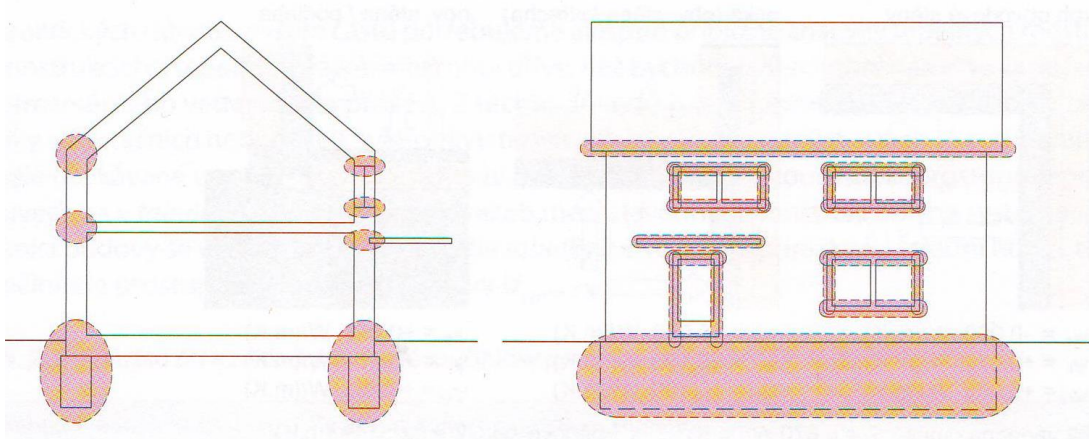
- a) **Tepelné väzby** - sú typom tepelných mostov, ktoré vznikajú na základe styku rozličných konštrukcií, ako príklad je možné uviesť ostenie okna, alebo roh budovy. (18, s. 9)
  
- b) Druhou kategóriou sú **tepelné mosty v konštrukciách**, ktoré môžu byť náhodne, alebo systematické. Náhodné vznikajú napríklad nepravidelným premaltovaním tehíel, alebo konzolou prechádzajúcou tepelnou izoláciou. Pri systematických tepelných mostoch je možné hovoriť miestach, ktorých skladba materiálu nie je po celej šírke konštantná, napríklad drevené krokvy a medzi krokvová izolácia, alebo kotviaca hmoždinka v ETICS. (18, s. 9)

Hlavným dôvodom prečo je potrebné sa zaoberať tepelnými mostami, je vylúčenie nepriaznivých vplyvov, ktoré môžu spôsobovať na základe poklesu vnútornej teploty povrchu konštrukcie ku kritickej hranice. V prípade prekročenia tejto hranice dochádza ku kondenzácií vodnej pary, čo spôsobuje vznik plesní, sporov a zvlhanie muriva. Okrem hygienických dôvodov však existujú aj tie energetické, ktoré poukazujú na to, že v týchto miestach dochádza k väčším únikom tepla z vnútorného prostredia, čo v konečnom dôsledku spôsobuje zhoršenie tepelnej pohody a zvýšenie nákladov potrebných na vykurovanie stavebného objektu. (18, s. 9)

V nasledujúcom obrázku č. 13 je možné vidieť najproblematickejšie miesta stavebnej konštrukcie, v ktorých dochádza k zvýšenému tepelnému toku. Konkrétne sa jedná o tieto:

- styk obvodovej steny a strechy,
- styk obvodovej steny a stužujúceho venca,
- styk obvodovej steny a podlahy
- styk nadokenného prekladu a obvodovej konštrukcie,
- styk obvodovej steny pri otvore – parapet, ostenie
- vonkajší kút tvorený stykom dvoch vonkajších stien

- styk medzi vysunutou konštrukciou a jej ukotvením do stropnej konštrukcie. (17, s. 24-25)



*Obr. č. 13 – Grafické znázornenie výskytu tepelných mostov (17, s. 25)*

### 3 UKAZOVATELE EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI INVESTÍCIÍ

#### 3.1 INVESTÍCIE VŠEOBECNE

Pojem a hlavný význam investícií je možné vyjadriť podľa Prostějovskej takto: „*Pod pojmom investície chápeme v najobecnejšom pohľade proces, kedy dnes vydávame kapitál (peňažné prostriedky), aby sme získali viac v budúcnosti. V podstate vydáme konkrétnu čiastku dnes s očakávaním neistých príjmov v budúcnosti.*“ (19, s.21)

„*Tým, že sme investovali (zriekli sme sa konkrétnej čiastky s očakávaním jej budúceho zhodnotenia), sme odložili svoju potrebu s cieľom, že nami investovaná čiastka sa nám do budúcnosti prinesie nám navýšenie nášho pôvodného kapitálu.*“ (19, s. 21)

#### 3.2 METÓDY HODNOTENIA INVESTÍCIÍ

Pri záverečnom hodnotení investícií je nutné stanoviť ich mieru efektívnosti a návratnosti, to znamená stanovenie výhodnosti investície počas jej uvažovanej doby životnosti vo vzťahu k investovanej čiastke peňazí. Po spracovaní peňažných tokov formou výkazu cash-flow (CF) investície je potrebné vyhodnotiť účinnosť ich aplikácie. Aby bolo možné previesť záverečné hodnotenie, je potrebné zistiť efektívnosť a zhodnotenie vložených peňažných prostriedkov. K tejto fáze hodnotenia je možné využiť dve základné metódy hodnotenia investícií. (19, s. 41)

Existujú dva základné prístupy k hodnoteniu investícií vo vzťahu k časovej hodnote peňazí:

a) **Metódy statické** – „*nerespektujú faktor času (napr. jednoduchá doba návratnosti). Tieto metódy sú použiteľné pre krátkodobé projekty s nízkou požadovanou mierou návratnosti (1–2 roky). Sú obľúbené pre ich jednoduchosť. Ak však neuvažujeme pri hodnotení efektívnosti investície čas, dochádza k zásadnému skresleniu a tým aj k nesprávnemu rozhodovaniu.*“ (19, s. 41)

b) **Metódy dynamické** – sú opakom metód statických, používajú sa na hodnotenie investičných projektov, ktoré prebiehajú v dlhšom časovom období a súčasne rešpektujú faktor času. Hlavnými predstaviteľmi týchto metód sú: IRR – vnútorné výnosové percento a NPV – čistá súčasná hodnota. (19, s. 41)

### 3.2.1 Čistá súčasná hodnota – NPV

Najpresnejšia definícia NPV môže znieť takto : „ Čistá súčasná hodnota predstavuje prírastok zdrojov podniku vyvolaných investovaním.“ (20, s. 26)

Prvým a zároveň aj základným predstaviteľom dynamických metód hodnotenia ekonomickej efektívnosti investičných projektov je NPV – čistá súčasná hodnota. Je to ukazovateľ, ktorý dokáže komplexne hodnotiť projekt počas celej jeho životnosti. Jej výpočet je založený na diskontovaní prostredníctvom ktorého je možné rešpektovať časovú hodnotu peňazí. Samotný výpočet pozostáva z dvoch krokov, prvým z nich je stanovenie súčasnej hodnoty – PV pomocou nasledujúceho vzťahu:

$$PV = \sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} \quad (8)$$

kde :

$PV$  ... súčasná hodnota v Kč,

$R_i$  ... CF v jednotlivých rokoch v Kč,

$i$  ... počet rokov od 1 do  $n$ ,

$n$  ... dĺžka životnosti danej investície,

$r$  ... diskontná sadzba vyjadrujúca časovú hodnotu peňazí v %/100. (20, s. 27)

CV05

Druhým krokom, ktorý vedie k samotnému výpočtu NPV je odpočítanie investičného nákladu  $IN$  od súčasnej hodnoty  $PV$ , tento vzťah je možné zapísať nasledovne:

$$NPV = PV - IC \quad (9)$$

kde :

$NPV$  ... čistá súčasná hodnota v Kč,

$PV$  ... súčasná hodnota v Kč,

$IC$  ... investičný náklad v Kč. (20, s. 27)

Pri samotnom výpočte sa treba riadiť rozhodovacím pravidlom, ktoré hovorí, že prípustné sú len tie investičné projekty, ktoré počas hodnoteného obdobia dokážu

vyprodukovať nulovú, alebo kladnú hodnotu NPV. To znamená, že vytvárajú výnos ktorý je zhodný, alebo vyšší s nákladmi ktoré boli do nich vložené. (20, s. 27-28)

### 3.2.2 Jednoduchá doba návratnosti

Jednoduchá doba návratnosti patrí medzi statické metódy hodnotenia investícií, to znamená že nerešpektuje faktor času. Vyjadruje počet rokov, za ktoré dokáže investícia vyprodukovať takú hodnotu CF, ktorá zodpovedá investovanej čiastke. Ak je v jednotlivých rokoch výnos z investície konštantný, tak je obecné možné jej výpočet zapísať nasledovne:

$$DN = \frac{IN}{R} \tag{10}$$

kde :

- $DN$  ... doba návratnosti v rokoch,
- $IN$  ... investičný náklad,
- $R$  ... konštantný ročný výnos. (21, s. 44)

### 3.2.3 Diskontovaná doba návratnosti investície – DDN

*Diskontovaná doba návratnosti rešpektuje časovú hodnotu peňazí. Porovnáva diskontované peňažné toky s počiatočnými investičnými nákladmi. Postup výpočtu je zhodný s jednoduchou dobou návratnosti. Jedná sa opäť o kumuláciu tentokrát diskontovaných CF až do okamihu, v ktorom sa budú rovnať investičným nákladom. (20, s. 26)*

## 4 MOŽNOSTI ZAISTENIA FINANČNÝCH ZDROJOV PRE INVESTIČNÉ PROJEKTY

Kompletné zateplenie bytového domu je možné v širšom zmysle chápať ako určitú formu investície pri ktorej je očakávaná návratnosť a budúci zisk. Preto aj v tom prípade je veľmi dôležitou otázkou ako správne zvoliť zdroje a spôsoby financovania zateplenia.

### 4.1 FINANCOVANIE INVESTIČNÝCH PROJEKTOV

*„Financovanie predstavuje obstarávanie finančných zdrojov, obecné kapitálu, vo všetkých formách a ich použitia k získaniu potrebného majetku a k úhrade výdajov spojených s prevádzkou investičného projektu. Zvolenie správneho spôsobu financovania sa odvíja od nie len od veľkosti a právnej formy podniku, ale závisí taktiež na tom, či je projekt realizovaný už fungujúcim subjektom, alebo podnikateľský subjekt realizáciou projektu len vzniká. Každý finančný zdroj so sebou nesie určité náklady, ktoré do istej miery ovplyvňujú rentabilitu projektu.“ (21, s. 109)*

### 4.2 ROZDELENIE FINANČNÝCH ZDROJOV

Pri rozhodovaní o správnom financovaní investičných projektov je na výber veľa rôznych zdrojov. Treba však upriamiť pozornosť na faktory jednotlivých zdrojov, ktoré ich výhodnosť a možnosti použitia závažne ovplyvňujú. Preto treba brať do úvahy nasledovne:

- výšky úrokových sadziieb a režim splácania,
- daňové úspory – odpisy, úrokový a daňový štít, ďalšie zvýhodnenia, ktoré sa predovšetkým odvíjajú od právnej formy subjektu,
- faktor času, ktorý predovšetkým vyjadruje zvolená diskontná sadzba,
- a v neposlednom rade sú to celkové náklady, ktoré vznikajú pri financovaní. (21, s. 110)

Zdroje financovania investičných projektov je možné vo všeobecnosti rozdeliť z dvoch základných pohľadov na problematiku a to:

- a) rozdelenie z pohľadu tvorby kapitálu: zdroje vlastné a zdroje cudzie
- b) rozdelenie z pohľadu miesta vzniku: zdroje interné a zdroje externé. (21, s. 110)

V praxi sa však najčastejšie hovorí o rozdelení z pohľadu miesta vzniku, čo tiež naznačuje vlastníka daného kapitálu. Medzi najčastejšie zdroje financovania patrí v prípade:

**a) Interné zdroje financovania investičných projektov:**

- finančné rezervy,
- fondy opráv a investícií,
- nerozdelený zisk,
- odpisy.

**b) Externé zdroje financovania investičných projektov:**

- bankový úver a jeho všetky formy,
- finančný lízing,
- emisie akcií a dlhopisov,
- dotácie. (21, s. 110-111)

#### **4.2.1 Interné zdroje financovania**

Interné zdroje financovania investičných projektov sú najčastejšie využívané subjektami, ktoré už existujú nakoľko sa prevažne jedná o kapitál, ktorý je vytvorený podnikateľskou činnosťou, alebo sú to vlastné vložené prostriedky určené na investície. (21, s. 110)

#### **4.2.2 Externé zdroje financovania**

Vo veľa prípadoch je potencionálny investor nútený hľadať zdroje na financovanie investičných projektov u externých zdrojov, najmä v prípadoch kedy daný subjekt nemá dostatok vlastných zdroj, alebo v prípade kedy je ekonomicky výhodnejšie čerpať kapitál od veriteľov. Možnosti využitia externých zdrojov sú pomerne vysoké, avšak ich konkrétne využitie závisí prevažne od právanej formy investora. (21, s. 115)

V praktickej časti diplomovej práce je riešený spôsob zaistenia investície do zateplenia bytového domu prostredníctvom bankového úveru, preto nasledujúca kapitola popisuje detailnejšie možnosti využitia a splácania bankových úverov.

### **4.3 BANKOVÝ ÚVER**

Bankový úver patrí medzi najpoužívanejší spôsob zaobstarania finančných prostriedkov pri realizácii investičných projektov v Českej republike. Vo všeobecnosti je ho možné definovať ako zmluvný vzťah medzi veriteľom – teda subjektom, ktorý poskytuje svoj kapitál dlžníkovi za finančnú úplatu, ktorá sa nazýva úrok. (21, s. 115)

Podľa dĺžky splácania je možné bankové úvery rozdeliť na :



- a) krátkodobé – splatnosť do jedného roku,
- b) Strednodobé – splatnosť úveru 1 – 5 rokov,
- c) Dlhodobé – splatnosť úveru nad 5 rokov. (21, s. 115)

Bankové úvery sa obvykle splácajú v konštantných časových intervaloch, ktoré obvykle bývajú: mesačné, štvrtročné, polročné, alebo ročné. Výška splátky v jednotlivých obdobiach závisí od spôsobu splácania, ktorému sa venuje ďalšia kapitola. (21, s. 115)

#### 4.3.1 Splátkový kalendár s konštantným úmorom

*„Splátky s konštantným úmorom predstavujú pravidelné rovnomerné splátky úveru. Úroky je potrebné po každom roku vypočítať zo zostatku úveru. Pri rovnomernom splácaní je výška úroku najväčšia v prvom roku, ďalej úroky klesajú.“* (21, s. 116)

Splácanie úveru je obvykle v mesačných, štvrtročných alebo ročných splátkach. Pri rovnomernom splácaní úveru je možné výšku splátky vypočítať nasledujúcim vzťahom:

$$U = \frac{D}{n} \tag{11}$$

kde:  $U$  ...splátka (úmor),  
 $D$  ...výška úveru (dlh),  
 $n$  ...počet období splácania úveru. (21, s. 116)

Po vypočítaní výšky splátky, teda úmoru je možné pristúpiť k stanoveniu úroku na základe nasledujúceho vzťahu:

$$u = D_n \times r \tag{12}$$

kde:  $u$  ...úrok v Kč,  
 $D_n$  ...veľkosť dlhu v príslušnom roku v Kč,  
 $r$  ...ročná úroková sadzba v %/100. (21, s. 116)

#### 4.3.2 Splátkový kalendár s konštantnou anuitou

*„Pri splácaní úveru konštantnou anuitou predstavuje súčet splátky úveru a úroku v príslušnom období konštantnú sumu. Úrok sa stanoví pre prvý rok podľa nasledujúceho vzťahu. Pre stanovenie výšky splátky v prvom roku sa úrok odpočíta od celkovej čiastky anuity.“*

*Tím sa získa čiastka úmoru po prvom roku. Celý postup sa opakuje pre všetky roky až do doby splatenia celého úveru.*“ (21, s. 117)

Tento spôsob splácania úveru je jeden z najpoužívanějších spôsobov splácania širokej rady úverov a hypoték. Podľa nasledujúceho vzťahu je možné vyčísliť výšku konštantnej anuity:

$$A = D \times \frac{\frac{r}{m}}{1 - \frac{1}{(1 + \frac{r}{m})^{n \times m}}}$$

(13)

kde:  $A$  ...predstavuje výšku konštantnej anuity v Kč,  
 $D$  ...výška úveru v Kč,  
 $r$  ...ročná úroková sadzba v stotínach  $r/100$ ,  
 $m$  ...počet splátok za jeden rok,  
 $n$  ...počet rokov splácania. (21, s. 118)

### 4.3.3 Individuálny splátkový kalendár

Individuálny splátkový kalendár je druh splácania úveru, ktorý je vytvorený na základe jednania realizátora investičného projektu s bankou, to znamená že veľkosť a termíny jednotlivých splátok sa stanovujú na základe potrieb a požiadaviek zo strany veriteľa a dlžníka. (21, s. 115)

## 4.4 ŠTÁTNY FOND ROZVOJA BÝVANIA ČR

*„Státní fond rozvoje bydlení („SFRB“) je samostatnou právnickou osobou, zřízenou zákonem č. 211/2000 Sb., v působnosti Ministerstva pro místní rozvoj. Činnost a vnitřní organizace SFRB je upravena statutem.*“ (22)

Hlavným účelom vzniku SFRB v Českej republike je podpora bývania vo všetkých jej formách. Medzi hlavné piliere politiky SFRB je možné zaradiť dostupnosť, stabilitu a kvalitu bývania. Tieto piliere je možné realizovať prostredníctvom úverových programov, ktoré sú primárne určené na tieto opatrenia:

- regenerácia existujúceho bytového fondu, ktorá prispieva k predĺženiu životnosti stavebných objektov a zvýšeniu štandardu bývania,
- znižovanie energetickej náročnosti bývania,

- výstavba a rekonštrukcia bytových domov. (22)

V súčasnosti SFRB poskytuje 4 hlavné úverové programy: Program150, Program600, Panel 2013+ a program Výstavby. Z týchto úverových program je možné využiť práva Panel 2013+ ako externý zdroj finančných prostriedkov potrebných na komplexné zateplenie. (23)

#### 4.4.1 Úverový program Panel 2013+

Konkrétne sa jedná o úverový program, ktorý je primárne určený na revitalizáciu bytového fondu a ktorý sa riadi nariadením vlády č. 468/2012 Sb., v znení neskorších predpisov. (24)

Spomínané nariadenie vlády vymedzuje zoznam opráv a modernizácií, na ktoré je možné poskytnúť úver žiadateľovi:

„Část A

*Položka č.*

*1 Odstranění poruch základů domů a opravy hydroizolace spodní stavby*

*2 Odstranění statických poruch nosné konstrukce*

*3 Oprava obvodového pláště a oprava styků dílců obvodového pláště*

*4 Oprava lodžií nebo balkonů včetně zábradlí, výměna původních balkonů za nové balkóny nebo přebudování balkonů na lodžie i s případným zvětšením užité podlahové plochy nového balkónu nebo lodžie v souvislosti s použitou stavební technologií*

*5 Provedení dodatečné tepelné izolace neprůsvitného obvodového pláště*

*6 Náhrada vnějších otvorových výplní tepelně technicky, případně hlukově dokonalejšími materiály*

*7 Opravy a zateplení střech včetně nástaveb, kterými jsou například strojovny, komíny atd.*

*8 Vyregulování otopné soustavy*

*9 Oprava nebo výměna hromosvodů, hlavních rozvodů elektřiny (silnoproud, slaboproud), zdravotně-technických instalací a plynu včetně výměny měřičů spotřeby.*

Část B

*Položka č.*

*10 Zřízení nového balkónu nebo lodžie, zasklení stávajícího balkónu nebo lodžie*

*11 Obnova předložených vstupních schodů a zábradlí, zídek a dlažby*

*12 Oprava protipožárních zařízení a konstrukcí*

*13 Zateplení vybraných vnitřních konstrukcí*

14 Oprava nášlapných vrstev a konštrukcií podlah, stien a stropů ve společných prostorách, na chodbách, oprava schodišť a vstupního prostoru včetně schránek a osvětlení

15 Zkvalitnění ústřední regulace otopné soustavy, modernizace otopné soustavy včetně využití obnovitelných zdrojů energie, která může být spojená s výměnou rozvodů a případně otopných těles a výměnou nebo instalací nových měřičů spotřeby tepla

16 Oprava objektových předávacích stanic nebo strojoven se zařízením pro přípravu teplé užitkové vody včetně instalace měřičů spotřeby

17 Výstavba nové kotelny pro potřeby domu

18 Instalace termosolárních panelů sloužících k výrobě tepla nebo teplé vody domu

19 Zřízení, oprava nebo modernizace vzduchotechniky

20 Zřízení nového výtahu, oprava nebo výměna výtahu stávajícího včetně nutných zásahů do konstrukce výtahové šachty

21 Oprava nebo výměna vstupních dveří do bytu“ (25)

Z vymenovaného zoznamu opatrení vyplýva, že úver je možné poskytnúť aj v prípade komplexného zateplenia obálky bytového domu.

#### **Základné parametre poskytovaných úverov:**

**A) Výška úveru:** maximálne do výšky 90 % oprávnených nákladov.

**B) Úroková sadzba:** závisí od dĺžky splácania a je ju možné rozdeliť na tri kategórie.

- splatnosť do 10 rokov = úroková sadzba na úrovni referenčnej sadzby EU,

- splatnosť do 20 rokov = úroková sadzba na úrovni základnej referenčnej sadzby EU + 1,0% \* p. a., garantovaná fixácia po celú dobu splatnosti úveru.

- splatnosť do 30 rokov = úroková sadzba na úrovni základnej referenčnej sadzby EU + 2,0% \* p. a., garantovaná fixácia po celú dobu splatnosti úveru.

- v súčasnosti je základná referenčná sadzba EU na úrovni **0,45%** s platnosťou od 1. 1. 2017.

\* k úrokovej sadzbe môže SFRB pripočítať rizikovú prirážku, podľa bonity klienta a druhu zaistenia úveru.

**C) Splatnosť úveru:** je možná v troch kategóriách do 10, 20 a 30 rokov.

**D) Druh splácania:** mesačné splátky s konštantnou anuitou.

**E) Žiadateľom** môže byť fyzická, ale aj právnická osoba v podobe spoločenstiev vlastníkov bytových jednotiek.

**F) Rozpočet pre rok 2017:** 550 mil. Kč. (24)

## 5 ZHODNOTENIE INVESTÍCIE DO ZATEPLENIA REFERENČNÉHO PANELOVÉHO DOMU V BYTČI

Jednou z možností, pomocou ktorej je možné podstatne znížiť náklady spojené s vykurovaním bytových jednotiek v referenčnom panelovom bytovom dome je kompletná obnova vonkajších obalových konštrukcií prostredníctvom systému ETICS. Je potrebné však dodať, že tieto opatrenia si vyžadujú pomerne vysokú finančnú čiastku a práve pre tento dôvod je potrebné túto formu investície dôkladne naplánovať, či už z technickej ale aj ekonomickej stránky, aby sa zabezpečila zmysluplnosť a návratnosť tohto cieľa.

Táto diplomová práca názorne demonštruje na referenčnom objekte – panelovom bytovom dome v Bytči možnosti variantného návrhu vonkajšieho kontaktného zatepl'ovacieho systému vo vzťahu k stavebne technickým možnostiam a ekonomickej efektívnosti a výhodnosti.

### 5.1 REFERENČNÝ OBJEKT – PANELOVÝ BYTOVÝ DOM - BYTČA

Ekonomické zhodnotenie investície do zateplenia referenčného objektu bude simulované na reálnom panelovom bytovom dome nachádzajúcom sa v meste Bytča (SR). Konkrétne sa jedná o panelový bytový dom typu T 06 B-E skolaudovaný v roku 1983, ktorý pozostáva zo siedmych nadzemných podlaží. Prvé nadzemné podlažie nie je určené na bývanie, ale pozostáva z miestností určených na: skladovanie, sušenie, odloženie bicyklov a kočíkov. Nasledujúce nadzemné podlažia 2. – 7. NP pozostávajú vždy z bytových jednotiek o dispozícií: garsónka - 1x, 2+1 - 2x, 3+1 - 2x. V bytovom dome je umiestnený osobný výťah. V nasledujúcej tabuľke č. 8 sú zhrnuté základne údaje o referenčnom objekte.

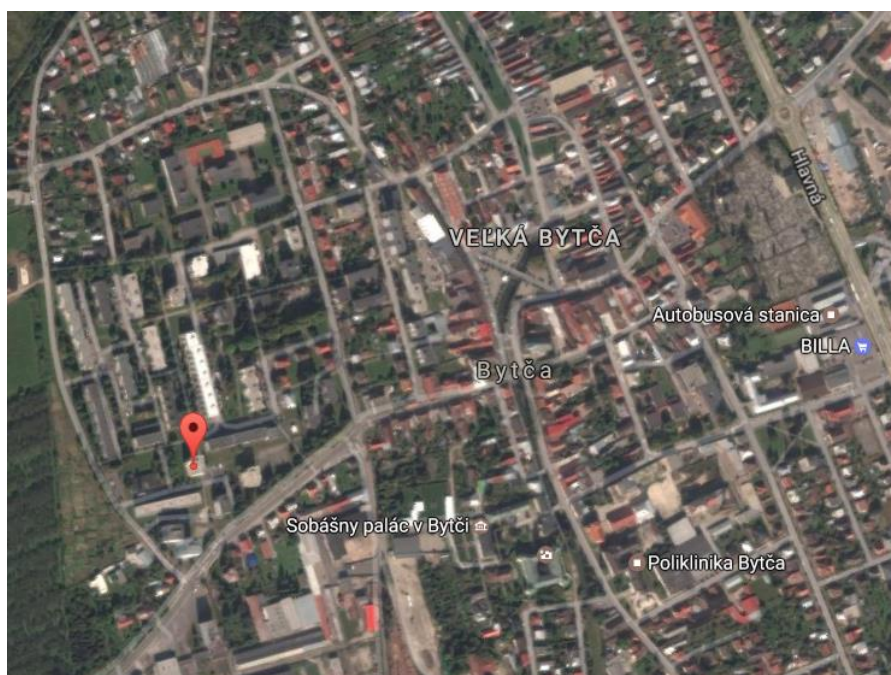
Tab. č. 8 – Špecifikácia referenčného objektu (autor)

Panelový bytový dom - Bytča	
Typ panelovej sústavy:	T 06 B-E
Rok kolaudácie:	1983
Adresa:	Bytča, Slovenská Republika
Počet poschodí:	7. NP
Výška:	23,21 m
Počet bytových jednotiek:	30 ks
Zastavaná plocha:	348,24 m <sup>2</sup>
Obostavaný priestor	6 818,05 m <sup>3</sup>



*Obr. č. 14 – Referenčný panelový bytový dom (autor)*

Rozsiahlejšia fotodokumentácia je súčasťou prílohy č. 1. Panelový bytový dom sa nachádza v západnej časti mesta Bytča, ako je možné vidieť na nasledujúcom obrázku č. 15. V danej lokalite prevláda panelová bytová zástavba. Orientácia referenčného objektu voči svetovým stranám je: S, J, V, Z.



*Obr. č. 15 – Lokalizácia referenčného panelového bytového domu (26)*

### 5.1.1 Konštrukčný systém bytového domu Bytča

Konštrukčný systém bytového domu v Bytči, tvorí panelová sústava označovaná T 06 B. Jedná sa o malorozponovú sústavu so vzdialenosťou priečnych stien 3,60 m a so stredným modulom určeným pre schodisko a výťah. Objekt je založený na monolitických betónových jednostupňových základových pásoch. Zvislé nosné konštrukcie sú tvorené zo sendvičových betónových panelov hrúbky 300 mm a vnútorné z plných panelov 150 mm. Stropy jednotlivých podlaží tvoria betónové panely o šírke 1200 a hrúbke 150 mm. Schodisko je dvojramenné s medzipodestou, vytvorené z monolitických prefabrikátov. Medzi jednotlivými ramenami je umiestnená šachta osobného výťahu, ktorého strojovňa je vyústená na streche. Strojovňa je vytvorená zo špeciálnych stropných a stenových dielcov. Strešná konštrukcia pozostáva z nosného stropu – železobetónové panely o hrúbke 150 mm, na ktorých je umiestnená spádová vrstva zo škvary. Tepelnú izoláciu tvorí 120 mm hrubá vrstva kaširovaného polystyrénu, na ktorej je natavená živičná hydroizolácia. Svetlá výška podlažia je 2,60 m. Bytový dom má na každom obytnom podlaží 3 balkóny, ktoré sú konštrukčne riešené ako železobetónová konzola a ďalšie dva oceľové, ktoré sú zavesené na vonkajšom obvodovom plášti. Výška celého objektu v mieste strojovne osobného výťahu je 23,21 m.

### 5.1.2 Charakteristika jednotlivých stavebných konštrukcií

Panelová sústava typu: T 06 B prešla v roku 1979 tepelnotechnickou revíziou, pri ktorej boli navrhnuté úpravy skladieb jednotlivých stavebných konštrukcií tak, aby sa posilnila ich tepelná ochrana. Tieto nové opatrenia sa teda týkajú aj vybraného a posudzovaného panelového bytového domu, keďže jeho kolaudácia prebehla až v roku 1983.

V nasledujúcej časti sú bližšie špecifikované jednotlivé stavebné konštrukcie a ich tepelnotechnické parametre, ktoré boli vypočítané v špecializovanom programe Teplo 2014.

*„Program TEPLO 2014 je určen pro základní tepelně technické posouzení skladby stavební konstrukce z hlediska prostupu tepla a vodní páry. Umožňuje detailní výpočet tepelného odporu a součinitele prostupu tepla, vnitřní povrchové teploty, poklesu dotykové teploty podlahové konstrukce, rozložení teplot a tlaků vodní páry v konstrukci a oblasti kondenzace a roční bilance zkondenzované vodní páry. Zohledňuje požadavky ČSN 730540-2 a STN 730540-2 a postupy ČSN 730540-4, EN ISO 6946 a EN ISO 13788.“ (27)*

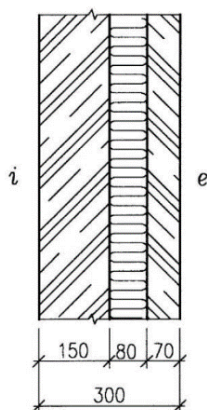
Pri výpočte boli použité nasledujúce návrhové - okrajové podmienky, ktoré sú zhrnuté v tabuľke č. 9.

Tab. č. 9 – Okrajové podmienky výpočtu – lokalita Žilina (autor)

Návrhové hodnoty pre interiér:	
Teplota $T_{ai}$	20,6 °C
Vlhkosť $F_{ii}$	50,00%
Trieda vlhkosti:	II.
Bezpečnostná prirážka k vnútornej relatívnej vlhkosti:	5,00 %
Návrhové hodnoty pre exteriér:	
Teplota $T_e$	-15,0 °C
Vlhkosť $F_{ie}$	84 %

#### a) Vonkajší obvodový plášť – sendvičový železobetónový panel

Zvislé nosné konštrukcie sú tvorené sendvičovým panelom o celkovej hrúbke 300 mm. Sendvičový panel pozostáva z troch základných vrstiev. Prvou vrstvou zo strany exteriéru je 70 mm hrubý železobetónový vonkajší panel s minerálnou povrchovou úpravou, ďalšiu vrstvu tvorí tepelná izolácia – polystyrén o celkovej hrúbke 80 mm a poslednou vrstvou je 150 mm hrubý nosný železobetónový panel. Panely sú medzi sebou konštrukčne spojené nerezovými sponami tvaru „M“. Z interiérovej strany je vápenná omietka o hrúbke 20 mm. Nasledujúci obrázok č. x zobrazuje typický rez obvodovým sendvičovým panelom.



Obr. č. 16 – Rez typickým sendvičovým panelom obvodového plášťa (28)

V tabuľke č. 10 sú zobrazené tepelnotechnické parametre jednotlivých vrstiev skladby zvislých obvodových konštrukcií panelového bytového domu spolu s výslednou hodnotou tepelného odporu a súčiniteľu prestupu tepla.



Tab. č. 10 – Tepelnotechnické parametre zvislých obvodových konštrukcií (autor)

Tepelnotechnické parametre: sendvičový ŽB panel				
Č.	Vrstvy konštrukcie:	Hrúbka mm	Súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda$ W/(m·K)	Súčiniteľ prestupu tepla U W/(m <sup>2</sup> ·K)
1	Vápenná omietka	20	0,87	43,50
2	ŽB panel	150	1,74	11,60
3	TI - polystyrén	80	0,055	0,69
4	ŽB panel	70	1,74	24,86
Rsi	0,13 (m <sup>2</sup> ·K)/W	<b>Výsledné hodnoty:</b>		<b>0,57</b>
Rse	0,04 (m <sup>2</sup> ·K)/W			

#### b) Vnútoraná nosná stena

Vnútoraná nosná stena je tvorená plným železobetónovým panelom u hrúbke 150 mm. Jeho povrch tvorí vápenná omietka o hrúbke 20 mm z každej strany. V nasledujúcej tabuľke č. 11 sú zhrnuté tepelnotechnické parametre tejto konštrukcie.

Tab. č. 11 – Tepelnotechnické parametre vnútornej nosnej steny (autor)

Tepelnotechnické parametre: vnútoraná nosná stena				
Č.	Vrstvy konštrukcie:	Hrúbka mm	Súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda$ W/(m·K)	Súčiniteľ prestupu tepla U W/(m <sup>2</sup> ·K)
1	Vápenná omietka	20	0,87	43,50
2	ŽB panel	150	1,74	11,60
3	Vápenná omietka	20	0,87	43,50
Rsi	0,13 (m <sup>2</sup> ·K)/W	<b>Výsledné hodnoty:</b>		<b>2,55</b>
Rse	0,13 (m <sup>2</sup> ·K)/W			

#### c) Strop medzi jednotlivými podlažiami

Nosná časť vnútornej stropnej konštrukcie pozostáva zo železobetónových paneloch o hrúbke 150 mm. Samotná vrstva podlahy je tvorená betónovým poterom o hrúbke 60 mm, na ktorom je umiestnená samotná nášľapná vrstva vytvorená z PVC. Rovnakú skladbu má taktiež strop nad nevykurovaným prízemím. V nasledujúcej tabuľke č. 12 sú zhrnuté tepelnotechnické parametre tejto konštrukcie.

Tab. č. 12 – Tepelnotechnické parametre vnútornej stropnej konštrukcie (autor)

Tepelnotechnické parametre: stropná konštrukcia				
Č.	Vrstvy konštrukcie:	Hrúbka mm	Súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda$ W/(m·K)	Súčiniteľ prestupu tepla U W/(m <sup>2</sup> ·K)
1	Nášľapná vrstva	5	0,17	34,00
2	Cementový poter	60	1,34	2,23
3	ŽB panel	150	1,74	11,60
4	Vápenná omietka	20	0,87	43,50
Rsi	0,17 (m <sup>2</sup> ·K)/W	<b>Výsledné hodnoty:</b>		<b>1,09</b>
Rse	0,17 (m <sup>2</sup> ·K)/W			

#### d) Strešná konštrukcia

Strešná konštrukcia je tvorená 150 mm hrubými nosnými železobetónovými panelmi, na ktorých je vytvorený škarový spádový násyp o hrúbke 120 mm, prelievaný cementovým mliekom. Izolačnú vrstvu tvorí 140 mm hrubý kaširovaný polystyrén, na ktorom sa nachádza živičná hydroizolácia. V nasledujúcej tabuľke č. 13 sú zobrazené jednotlivé vrstvy strešného plášťa a ich tepelnotechnické parametre.

Tab. č. 13 – Tepelnotechnické parametre strešnej konštrukcie (autor)

Tepelnotechnické parametre: strešnej konštrukcie				
Č.	Vrstvy konštrukcie:	Hrúbka mm	Súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda$ W/(m·K)	Súčiniteľ prestupu tepla U W/(m <sup>2</sup> ·K)
1	Vápenná omietka	20	0,87	43,50
2	ŽB panel	150	1,74	11,60
3	Škarový násyp	100	0,27	2,70
4	TI – polystyrén	120	0,06	0,46
5	HI – živičný pás	3,5	0,21	60,00
Rsi	0,10 (m <sup>2</sup> ·K)/W	<b>Výsledné hodnoty:</b>		<b>0,35</b>
Rse	0,04 (m <sup>2</sup> ·K)/W			

#### e) Konštrukcia podlahy na teréne

Konštrukcia podlahy pozostáva z vrchnej nášľapnej vrstvy, ktorú tvorí keramická dlažba, nalepená na betónovej mazanina o hrúbke 50 mm. Nasleduje hydroizolácia zo živičných

pásov, natavená na spodných železobetónových paneloch 100 mm. V nasledujúcej tabuľke č. 14 sú jednotlivé vrstvy skladby podlahy na teréne bližšie špecifikované.

Tab. č. 14 – Tepelnotechnické parametre podlahy na teréne (autor)

<b>Tepelnotechnické parametre: sendvičový podlaha</b>				
Č.	Vrstvy konštrukcie:	Hrúbka mm	Súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda$ W/(m·K)	Súčiniteľ prestupu tepla U W/(m <sup>2</sup> ·K)
1	Keramická dlažba	8	1,01	126,25
2	Bet. Mazanina	50	1,20	24,00
3	HI – živičný pás	3,5	0,21	60,00
4	ŽB panel	100	1,74	17,40
5	Štrk	200	0,65	3,25
R <sub>si</sub>	0,17 (m <sup>2</sup> ·K)/W	<b>Výsledné hodnoty:</b>		<b>1,66</b>
R <sub>se</sub>	0,00 (m <sup>2</sup> ·K)/W			

#### f) Výplne stavebných otvorov – okná

V priebehu posledných piatich rokov boli vymenené všetky výplne stavebných otvorov za nové plastové okna a dvere. Táto výmena bola realizovaná individuálne každým z majiteľov bytových jednotiek. Prevažne sa jedná o štandardné okná s plastovým rámom a izolačným dvojsklom, v niektorých prípadoch s trojsklom. Pri nasledujúcich výpočtoch sa bude brať do úvahy hodnota súčiniteľu prestupu tepla otvorovými konštrukciami na úrovni  $U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ .

## 5.2 ZHODNOTENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI A TEPELNOTECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ PÔVODNÉHO STAVU

Pre potreby návrhu komplexného zateplenia panelového bytového domu v Bytči je potrebné zhodnotiť súčasný stav tepelnej ochrany, energetickej náročnosti a súčasne identifikovať stavebné konštrukcie cez ktoré prechádza najväčší tepelný tok. Posúdenie spomínaných parametrov bolo zrealizované na základe vytvoreného virtuálneho modelu v špecializovanom programe ENERGIE 2015.

*„Program ENERGIE 2015 je určen pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov. Umožňuje výpočet průměrného součinitele prostupu tepla budovy, měrných tepelných*

toků, potřeby tepla na vytápění, dílčích dodaných energií (vytápění, chlazení, nucené větrání, úprava vlhkosti vzduchu, příprava teplé vody, osvětlení), produkci energie (solární kolektory, fotovoltaika, kogenerace), celkové dodané energie, primární energie (celkové i neobnovitelné) a emisí CO<sub>2</sub>. Při výpočtu se zohledňují postupy a požadavky ČSN 730540, TNI 730329, TNI 730330, STN 730540, EN ISO 13790, EN ISO 13370, EN ISO 13789 a dalších evropských norem. Program zpracovává energetický průkaz podle vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb, resp 230/2015. v aktuálním znění a energetický štítek podle ČSN 730540-2 (2011).“(29)

Pri posúdení boli použité tepelnotechnické parametre a hodnoty jednotlivých stavebných konštrukcií vypočítaných v kapitole č. 5.1.2 a súčasne klimatické okrajové podmienky pre zvolenú lokalitu. Mesto Bytča sa však v databáze klimatických podmienok programu ENERGIE 2015 nevyskytuje, preto boli použité návrhové hodnoty pre najbližšie, väčšie mesto vo vzdialenosti 15 km – Žilina. V nasledujúcej tabuľke č. 15 sú zhrnuté všetky vstupné návrhové parametre, na základe ktorých bola vypočítaná energetická náročnosť referenčného bytového domu.

Tab. č. 15 – Vstupné návrhové parametre pre výpočet energetickej náročnosti BD (autor)

Vstupný parameter:	Označenie	Hodnota	Jednotky
Objem vykurovanej zóny	V	6128,46	m <sup>3</sup>
Navrhovaný objem vzduchu v zóne	-	80,0	%
Celková energeticky vzťahná plocha	A <sub>c</sub>	2120,15	m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	0,34	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Účinná vnútorná tepelná kapacita	-	260	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)
Uvažovaný počet ľudí v zóne	-	63,8	osôb
Návrhové klimatické podmienky	Oblasť mesta Žilina (SR)		
Vetrание zóny	Prirodzené		
Návrhová násobnosť výmeny vzduchu	-	0,5	1/h
Vplyv tepelných väzieb	$\Delta U_{t_{bm}}$	0,15	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Návrhová vnútorná teplota zóny	T <sub>ai</sub>	20,0	°C

Po dosadení návrhových vstupných parametrov referenčného bytového domu a jeho jednotlivých stavebných konštrukcií bola vypočítaná jeho energetická náročnosť a jednotlivé ukazovatele. Podrobný protokol o výpočte energetickej náročnosti z programu ENERGIE 2015 je súčasťou prílohy č. 2. V nasledujúcej tabuľke č. 16. sú zobrazené jednotlivé hodnoty.

Tab. č. 16 – Energetická náročnosť existujúceho stavu BD – Bytča (autor)

<b>Typ výpočtu:</b>			
Výpočet energetickej náročnosti	Podľa vyhlášky č. 78/2013 a ČSN 73 0540-2		
Typ zóny	Bytový dom		
Typ hodnotení	Zmena dokončenej stavby		
<b>Zistené hodnoty:</b>	<b>Označenie</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Jednotky</b>
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla	$U_{em}$	0,82	$W/(m^2 \cdot K)$
Merná potreba tepla na vykurovanie	$E_A$	82	$kWh/(m^2 \cdot a)$
Trieda energetickej náročnosti budovy podľa vyhl. 78/2013 Sb.	Trieda	D	-

### 5.2.1 Zhodnotenie tepelnotechnických parametrov jednotlivých stavebných konštrukcií vzhľadom na normové požiadavky ČSN 73 0540–2 (2011)

Na základe výpočtu súčiniteľa prestupu tepla  $U$  pre jednotlivé stavebné konštrukcie v kapitole č. 5.1.2 je možné tieto hodnoty porovnať s normovými – požadovanými hodnotami, ktoré udáva norma ČSN 73 0540-2 (2011). V nasledujúcej tabuľke č. 17 je zobrazené porovnanie, na základe ktorého je možné usúdiť že tepelnotechnické parametre obalových konštrukcií súčasného stavu už nezodpovedajú súčasným požiadavkám normy. Žltou farbou sú označené konštrukcie ktoré nevyhovujú a zelenou ktoré vyhovujú.

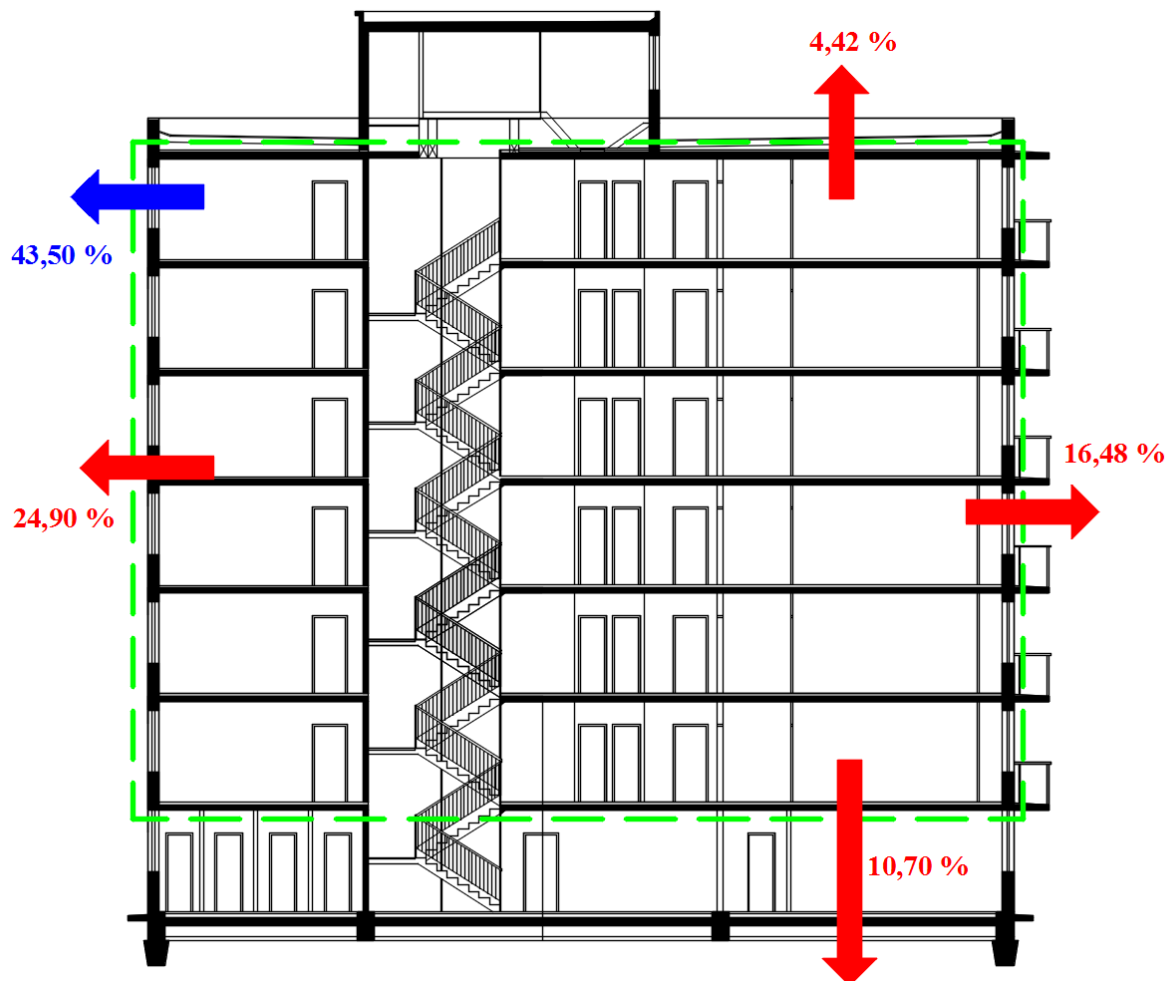
Tab. č. 17 – Porovnanie zistených hodnôt súčiniteľa prestupu tepla s normovými (autor)

<b>Typ Konštrukcie:</b>	<b>Súčiniteľ prestupu tepla konštrukciou <math>U</math> <math>W/(m^2 \cdot K)</math></b>	<b>Požadovaná hodnota súčiniteľa prestupu tepla <math>U_{N,20}</math> <math>W/(m^2 \cdot K)</math></b>	<b>Splňuje požiadavku Áno/Nie</b>
Obvodová stena	0,57	0,30	Nie
Podlaha na teréne	1,66	0,45	Nie
Strešná konštrukcia	0,35	0,24	Nie
Výplň otvorov	1,30	1,50	Áno
Strop medzi 1.NP a 2.NP	1,09	0,60	Nie
Vstupné dvere	1,50	1,70	Áno

### 5.2.2 Rozloženie merných tepelných tokov

Na základe protokolu o výpočte energetickej náročnosti panelového BD – Bytča je možné analyzovať, cez ktoré stavebné konštrukcie prechádzajú najväčšie tepelné toky. Nasledujúci obrázok č. 17 graficky znázorňuje v percentuálnom vyjadrení rozloženie merných tepelných tokov. Červenou farbou sú označené merné tepelné toky prechádzajúce stavebnými

konštrukciami, ktoré tvoria obalové konštrukcie na rozhraní medzi interiérom a exteriérom. Modrou farbou je znázornený merný tepelný tok spôsobený vetraním a tepelnými väzbami. Zelená čiarkovaná čiara znázorňuje hranicu hodnotenej vykurovanej zóny.



Obr. č. 17 – Grafické znázornenie merných tepelných tokov referenčného BD - Bytča (autor)

### 5.3 VARIANTNÝ NÁVRH ZATEPLOVACIEHO SYSTÉMU ETICS

Návrh zateplenia jednotlivých variantov A, B a C vychádza z podkladov, ktoré boli zistené pri hodnotení tepelnotechnických parametrov jednotlivých stavebných konštrukcií a súčasne berie do úvahy výsledky energetického hodnotenia bytového domu v jeho súčasnom stave. Na základe týchto výsledkov je možné navrhnúť opatrenia, ktoré budú zlepšovať tepelnú ochranu stavebného objektu. Jedná sa predovšetkým o zateplenie obvodových stien, strešnej konštrukcie a stropu medzi 1. NP a 2. NP, teda konštrukcií, ktoré sú na rozhraní medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom. V nasledujúcej tabuľke č. 18. je možné vidieť navrhované opatrenia - izolanty a ich hrúbku pre jednotlivé stavebné konštrukcie s ohľadom na súčiniteľ prestupu tepla  $U$ , pred a po zateplení.

Tab. č. 18 – Návrh zateplenia stavebných konštrukcií pre variant A, B a C (autor)

Konštrukcia:	EXISTUJÚCI STAV	VARIANT A	VARIANT B	VARIANT C
	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>U</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Obvodová stena - ŽB Panel</b>	<b>0,570</b>	<b>0,300</b>	<b>0,203</b>	<b>0,151</b>
návrh zateplenia ETICS:	-	EPS 70 F* 60 mm	EPS 70 F* 120 mm	EPS 70 F** šedý 160 mm
<b>Strešná konštrukcia</b>	<b>0,350</b>	<b>0,222</b>	<b>0,178</b>	<b>0,149</b>
návrh zateplenia:	-	EPS 150 S*** 60 mm	EPS 150 S*** 100 mm	EPS 150 S*** 140 mm
<b>Strop nad prízemím</b>	<b>1,090</b>	<b>0,449</b>	<b>0,331</b>	<b>0,282</b>
návrh zateplenia:	-	EPS 70 F* 50 mm	EPS 70 F* 80 mm	EPS 70 F* 100mm
<b>Obvodové steny - prízemie</b>	<b>0,570</b>	<b>0,326</b>	<b>0,326</b>	<b>0,326</b>
návrh zateplenia ETICS:	-	EPS 70 F* 50 mm	EPS 70 F* 50 mm	EPS 70 F* 50 mm
* EPS 70 F, $\lambda = 0,038$ W/(m·K)				
** EPS 70 F šedý, $\lambda = 0,033$ W/(m·K)				
*** EPS 150 S, $\lambda = 0,036$ W/(m·K)				

### 5.3.1 Špecifikácia variantov zateplenia A, B a C

#### a) VARIANT A

Variant A je možné označiť ako „základný“, pretože hrúbka jednotlivých izolácií bola zvolená tak, aby výsledné súčiniteľu prestupu tepla obalových konštrukcií boli na úrovni normových požiadaviek. Zjednodušene povedané, v tomto variante sa uvažuje s minimálne-prípustnými hrúbkami izolácií, tak aby boli splnené požiadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011). V prípade zateplenia vonkajších stien vykurovanej zóny (2.NP - 7.NP) pomocou systému ETICS sa navrhuje použiť bežne dostupný fasádny polystyrén, označený EPS 70 F s hrúbkou 60 mm, ktorý je oproti minerálnej vlne cenovo výhodnejší. Ďalšou zatepl'ovanou konštrukciou je strecha, ktorá sa zateplí z vrchnej strany polystyrénom označeným EPS 150 S s hrúbkou 60 mm, ktorý je určený na zateplenie plôch s vyšším zaťažením. Strop medzi nevykurovaným 1. NP a 2. NP bude zateplený zo spodnej strany polystyrénom EPS 70 F s hrúbkou 50 mm. Vonkajšie steny nevykurovaného prvého podlažia budú zateplené pomocou systému ETICS polystyrénom EPS 70 F s hrúbkou 50 mm.

## **b) VARIANT B**

V prípade zateplenia referenčného objektu variantom B sa navrhuje použiť rovnaké izolačné materiály ako je tomu v prípade variantu A. Rozdiel je však v hrúbke izolačnej vrstvy, ktorá je nasledovná: obvodové steny vykurovanej zóny 120 mm, strešná konštrukcia 100 mm, strop medzi 1. NP a 2. NP 80 mm a obvodové steny prízemia 50 mm rovnako ako vo variante A.

## **c) VARIANT C**

Variant C je možné označiť za variant, ktorý ma najlepšie tepelnoizolačné vlastnosti. V jeho prípade sa navrhuje zatepliť obvodové steny pomocou systému ETICS s izolačnou vrstvou hrúbky 160 mm, na báze takzvaného sivého polystyrénu, ktorý ma lepšie izolačné schopnosti oproti klasickému bielemu EPS. Strešná konštrukcia EPS 150 S s hrúbkou 140 mm, strop medzi 1. NP a 2. NP EPS 70 F 100 mm a obvodové steny prvého nadzemného podlažia rovnako ako v prípade variantov A a B – EPS 70 F 50 mm.

V prípade zateplenia ktorýmkoľvek z variantov A, B a C je potrebné rešpektovať požiadavky na požiarne technické riešenie systému ETICS, nakoľko požiarne výška objektu je vyššia ako 12 metrov. Práve pre tento dôvod musia byť pri návrhu zateplenia obvodového plášťa rešpektované požiadavky, ktoré sú bližšie popísané v kapitole č. 1.5. Preto systém ETICS musí byť v soklovej časti založený jedným pásom z minerálnej vlny o šírke 600 mm a hrúbke 50 mm. Ďalej nad každým zo stavebných otvorov sa musí vytvoriť pás z minerálnej vlny o šírke 600 mm, s presahom 1,5 m na každú stranu s príslušnou hrúbkou podľa zvoleného variantu. Vstup do objektu a následná chodba k schodisku a výťahu tvorí chránená úniková cesta, čo znamená že steny a strop v tejto časti prízemia musia byť zateplené taktiež z minerálnej vlny.

Pre všetky tri varianty A, B a C sa ďalej navrhuje sanovanie visutých konzolových konštrukcií – balkónov. Zo spodnej strany balkónov sa na železobetónový podhl'ad nalepí izolačná doska z EPS 70 F o hrúbke 40 mm a ďalej z vrchnej - podlahový polystyrén EPS 150 S o hrúbke 40 mm. Pre obmedzenie vplyvov tepelných mostov je tiež potrebné zatepliť konštrukciu strešnej atiky z oboch strán.

### **5.3.2 Energetická náročnosť v prípade realizácie variantu A, B a C**

Energetické hodnotenie bolo spracované na základe navrhovaných variant A, B a C komplexného zateplenia referenčného panelového bytového domu v Bytči. Hlavným cieľom



tohto hodnotenia bolo názorne preukázať, aký majú vplyv na energetickú náročnosť jednotlivé tepelnotechnické opatrenia navrhnuté v tabuľke č. (18).

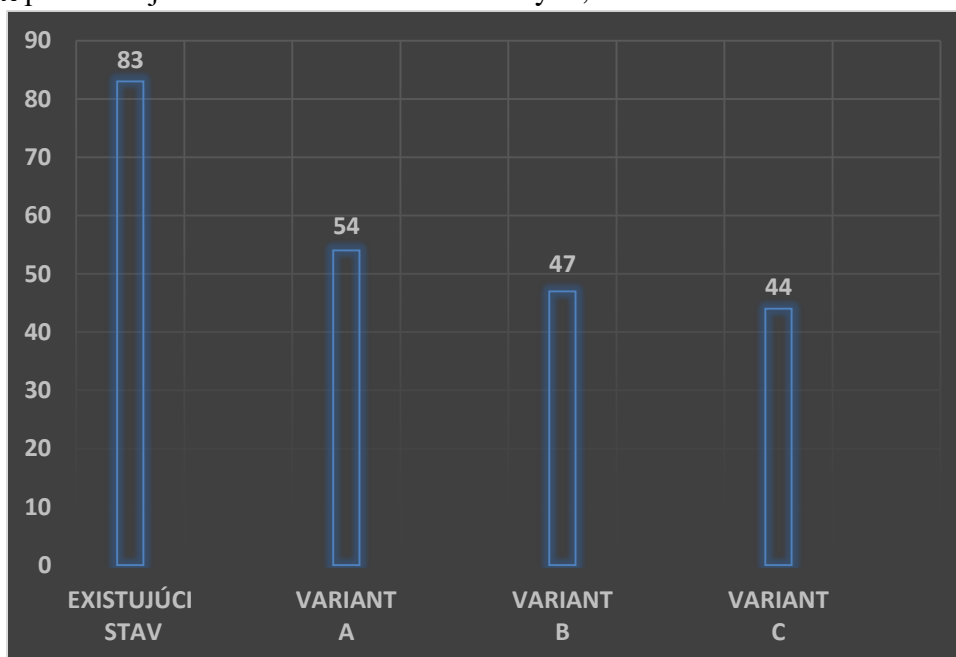
Samotný výpočet energetickej náročnosti jednotlivých variant bolo simulovaný v špecializovanom programe ENERGIE 2015 podobne ako v prípade hodnotenia existujúceho stavu bytového domu v kapitole č. 5.2. To znamená, že spôsob výpočtu a okrajové podmienky zostali zachované. Zmenili sa len jednotlivé skladby stavebných konštrukcií, v ktorých bola pridaná vrstva tepelnej izolácie podľa navrhnutých opatrení jednotlivých variant. Poslednou zmenou bolo zníženie vplyvu tepelných väzieb  $\Delta U_{\text{tbm}}$  z hodnoty 0,15 na 0,05 W/(m<sup>2</sup>·K). Nakoľko opodstatnenosť tejto zmeny je možné hľadať v tom, že panelová výstavba minulého storočia je známa zanedbaním riešenia konštrukčných detailov stykov jednotlivých panelov obvodového plášťa, čo zapríčiňuje vznik tepelných mostov a tepelných väzieb. Po komplexnom zateplení je teda možné predpokladať, že vplyv týchto tepelnotechnických väd je minimalizovaný. Kompletné protokoly o hodnotení energetickej náročnosti jednotlivých variant A, B a C v programe ENERGIE 2015, sú súčasťou prílohy č. 3, 4 a 5.

Medzi sledované parametre energetického hodnotenia, patrí predovšetkým hodnota priemerného súčiniteľa prestupu tepla celou obálkou budovy  $U_{\text{em, N 20}}$  a hodnota mernej ročnej potreby tepla na vykurovanie  $E_A$ . Na základe hodnoty  $E_A$  je možné najpreukázateľnejšie demonštrovať úsporu tepla, ktorá vzniká po komplexnom zateplení referenčného objektu. Treba však upozorniť na to, že táto hodnota v sebe nezahrňuje vplyvy účinnosti vykurovacej sústavy a distribúcie tepla. Účinnosť týchto zariadení sa obvykle pohybuje v rozsahu 80 – 95 %. V nasledujúcej tabuľke č. 19 sú zobrazené výsledky energetického hodnotenia existujúceho stavu referenčného objektu a navrhovaných variant zateplenia A, B a C.

Tab. č. 19 – Vybrané ukazovatele energetickej náročnosti bytového domu v prípade realizácie navrhovaných variant A, B a C (autor)

Parameter:	EXISTUJÚCI STAV	VARIANT A	VARIANT B	VARIANT C
Vplyv tepelných väzieb $\Delta U_{t_{bm}}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,15	0,05	0,05	0,05
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla $U_{em, N 20}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,82	0,50	0,43	0,39
Merná ročná potreba tepla na vykurovanie $E_A$ kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	83	54	47	44
Trieda energetickej náročnosti budovy podľa vyhl. 78/2013 Sb.	D	C	B	B
Ročná úspora na $E_A$ v percentách oproti existujúcemu stavu	-	34,94 %	43,37 %	46,99 %

Z výsledkov energetickeho hodnotenia je možné usúdiť, že prostredníctvom navrhovaných opatrení zateplenia - variant A, B a C je možné podstatne znížiť spotrebu tepla na vykurovanie a to až o 46,99 % v prípade varianty C. Toto zníženie je spôsobené elimináciou merných tepelných tokov prechádzajúcich cez vonkajšie obalové konštrukcie bytového domu a súčasne znížením vplyvov tepelných väzieb a tepelných mostov. Nasledujúci graf zobrazuje hodnoty  $E_A$  pre existujúci stav a navrhované varianty A, B a C.



Obr. č. 18 – Grafické porovnanie spotreby tepla na vykurovanie (autor)

### 5.3.3 Posúdenie navrhovaných opatrení s požiadavkami ČSN 73 0540-2 (2011)

Každý z navrhovaných variantov zateplenia musí v prípade realizácie spĺňať normou požadované hodnoty súčiniteľa prestupu tepla jednotlivými stavebnými konštrukciami ( $U_{N,20} \geq U$ ) a zároveň hodnota priemerného súčiniteľa prestupu tepla celou obálkou hodnotenej budovy musí byť nižšia alebo rovná hodnote referenčnej budovy ( $U_{em,N,20} \geq U_{em}$ ). Preto v nasledujúcej tabuľke č. 20 je zobrazené porovnanie dosiahnutých hodnôt s normovými podľa ČSN 73 0540-2 (2011).

Tab. č. 20 – Porovnanie dosiahnutých hodnôt s normovými podľa ČSN 73 0540-2 (2011)  
(autor)

Konštrukcia:	ČSN 73 0540-2 (2011)	VARIANT A	VARIANT B	VARIANT C
Súčiniteľ prestupu tepla	$U_{N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>Obvodová stena</b>	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,20</b>	<b>0,15</b>
Splňuje: ÁNO/NIE		<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>
<b>Strešná konštrukcia</b>	<b>0,24</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>
Splňuje: ÁNO/NIE		<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>
<b>Strop nad prízemím</b>	<b>0,60</b>	<b>0,45</b>	<b>0,33</b>	<b>0,28</b>
Splňuje: ÁNO/NIE		<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>
<b>Obvodové steny - prízemie</b>	<b>0,75</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>
Splňuje: ÁNO/NIE		<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla celou obálkou budovy	$U_{em,N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
<b>Celá budova</b>	<b>0,52</b>	<b>0,50</b>	<b>0,43</b>	<b>0,39</b>
Splňuje: ÁNO/NIE		<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>	<b>ÁNO</b>

Z porovnania vyplýva, že navrhované varianty zateplenia A, B a C vyhovujú požiadavkám na súčiniteľ prestupu tepla konštrukciami a na priemerný súčiniteľ prestupu tepla celou obálkou budovy podľa normy ČSN 73 0540-2 (2011).

## 5.4 STANOVENIE INVESTIČNÝCH NÁKLADOV ZATEPLENIA

Investičné náklady jednotlivých variant A, B a C boli stanovené na základe zostavenia položkových rozpočtov, ktoré vychádzajú zo špecifikácie navrhovaných variant zateplenia v kapitole č. 5.3.1. Pri stanovení ceny zateplenia bola použitá znížená sadzba DPH 15 %, nakoľko sa jedná o bytovú výstavbu a ďalej sa uvažuje s vedľajšími rozpočtovými nákladmi

VRN potrebnými na zariadenie staveniska na úrovni 1,50 %. Rozpočty boli vytvorené v špecializovanom programe KROS 4, na základe smerných cien z cenovej sústavy ÚRS.

*„Stavební software KROS 4 je určen pro tvorbu rozpočtů, kalkulací stavebních prací a sledování stavební zakázky. Jako jediný v ČR obsahuje kompletní podobu Cenové soustavy ÚRS a je schopen pracovat s jakoukoliv jinou databází cen stavebních prací.“ (30)*

*„Cenová soustava ÚRS je uceleným systémem pro oceňování stavební produkce. Představuje nejpoužívanější a nejvíce aktualizované podklady pro oceňování stavební produkce v České republice. Zahrnuje katalogy popisů a směrných cen stavebních prací, Sborník pořizovacích cen materiálů a další podklady pro rozpočtáře a kalkulanty, které obsahují nejen směrné ceny a popisy stavebních prací, ale také sazby přímých nákladů a další unikátní informace. Databáze Cenové soustavy ÚRS obsahuje více než 170 tisíc položek stavebních prací a materiálů a dalších důležitých informací o užití položek, metodice rozpočtování, indexy změn cen, tarify, sazebníky atd.“(31)*

V nasledujúcej tabuľke č. 21 je zobrazená výška investičných nákladov potrebných na realizáciu jednotlivých navrhovaných variant zateplenia A, B a C. Zostavené položkové rozpočty jednotlivých variant s krycími listami sú priložené v prílohe č. 6, 7 a 8.

*Tab. č. 21 – Prehľad investičných nákladov v prípade realizácie jednotlivých variantov (autor)*

<b>Navrhovaný variant:</b>	<b>Cena podľa položkového rozpočtu Kč</b>	<b>Znížená sadzba dane 15 % pre bytovú výstavbu Kč</b>	<b>Spolu Kč</b>
<b>VARIANT A</b>	2 371 668,63	355 750,29	<b>2 727 418,92</b>
<b>VARIANT B</b>	2 587 293,11	388 093,97	<b>2 975 387,08</b>
<b>VARIANT C</b>	2 855 267,65	428 290,15	<b>3 283 557,80</b>

Jednotlivé vyrozpočtované ceny zhrnuté v tabuľke č. 21 pozostávajú z nákladov, ktoré je potrebné vynaložiť pri komplexnom zateplení bytového domu. Je potrebné však podotknúť, že v prípade takýchto navrhovaných úprav, vznikajú pridružené náklady, ktoré síce priamo nesúvisia s tepelnou ochranou budovy, ale je ich potrebné zrealizovať súčasne pri zateplení. Konkrétne sa jedná o kompletne zhotovenie nových oplechovaní vonkajších parapetov a atíky. V prípade zateplenia strechy z vrchnej strany je potrebné na novej položenej tepelnej izolácii zhotoviť povlakovú krytinu, ktorá sa v tomto prípade navrhuje z termoplastov – mäkkého PVC. Medzi ďalšie pridružené náklady je možné zaradiť sanovanie balkónov, ktoré pozostáva zo zhotovenia nových zábradlí, izolácie železobetónovej konzoly a z polozenia novej keramickej dlažby. Okrem železobetónových balkónových konštrukcií sa na objekte nachádza

12 zavesených oceľových balkónov, ktoré by bolo vhodné pri zateplení vymeniť za nové. Avšak v rozpočte sa s týmito položkami neuvažuje.

#### 5.4.1 Náklady potrebné na inžiniersku a projektovú činnosť

V predchádzajúcej kapitole boli pomenované a určené náklady, ktoré pozostávali len z množstva potrebného materiálu, vynaloženej práce na stavbe a nákladov potrebných na zriadenie staveniska. Treba si však uvedomiť, že okrem týchto investičných nákladov je potrebné uvažovať aj s nákladmi, ktoré je potrebné vynaložiť pri vypracovaní príslušných technických dokumentácií a inžinieringu pri samotnej obnove obalových konštrukcií bytového domu.

Spomínané náklady boli preto približne určené za pomoci sadzobníku UNIKA (Sadzobník pre navrhovanie nákladov projektových prác a inžinierskej činnosti). Podľa spomínaného zborníku je možné zaradiť zateplenie bytového domu, podľa funkčného využitia do oblasti „stavieb občianskych, bytových a zdravotníckych“. Po zaradení podľa funkčného využitia stavby je potrebné vybrať pásmo v rozmedzí I. až V., ktoré najlepšie zodpovedá účelu stavby. V riešenom prípade sa jedná o pásmo č. III – rodinné domy, bytové domy, školy atď. Zaradenie do pásma a predpokladaná výška investičných nákladov určuje rozpätie  $c_{min}$  -  $c_{max}$  nákladov potrebných na projektovú a inžiniersku činnosť výstavby. V nasledujúcej tabuľke č. 22 je zobrazené uvažované rozpätie nákladov.

Tab. č. 22 – Rozpätie nákladov pre pásmo III., podľa zborníku UNIKA (32, s. 95)

Náklady mil. Kč	Pásmo III.	
	$C_{min}$	$C_{max}$
2,4	242 600	284 400
2,6	257 400	301 800
2,8	271 900	318 800
3,0	286 200	335 500
3,2	300 200	351 900
3,4	314 000	368 000
3,6	327 500	384 000

Keďže výška investičných nákladov podľa zostavených rozpočtov sa pohybuje v rozmedzí od 2,7–3,3 mil. Kč, bude sa ďalej uvažovať s rozpätím, ktoré je znázornené červeným ohraničením v tabuľke č. 22. Je potrebné však podotknúť, že tento sadzobník navrhuje približnú výšku nákladov, ktoré sú potrebné na vypracovanie kompletnej projektovej dokumentácie a inžinierskej činnosti pri výstavbe budov. V prípade nákladov potrebných na vypracovanie všetkých potrebných súčastí projektu, dokumentácie a inžinieringu pri

zatepl'ovani bytového domu je možné uvažovať s približne 1/3 hodnotou. Odborným odhadom sú preto náklady potrebné na projektovú a inžiniersku činnosť pri zatepl'ovaní stanovené pre všetky tri varianty A, B a C na úrovni 110 000 Kč.

V nasledujúcej tabuľke č. 23 je zobrazený súčet jednotlivých investičných nákladov, ktorý pozostáva z nákladov potrebných na realizáciu zateplenia pre variant A, B a C a ďalej z nákladov, ktoré sú potrebné na vypracovanie projektovej dokumentácie, energetického hodnotenia a inžinierskej činnosti pri samotnej realizácii zateplenia.

*Tab. č. 23 – Stanovenie celkových investičných nákladov zateplenia (autor)*

<b>Navrhovaný variant:</b>	<b>Investičný náklad na realizáciu zateplenia Kč</b>	<b>Náklady potrebné na inžiniersku a projektovú činnosť Kč</b>	<b>Celkový investičný náklad Kč</b>
<b>VARIANT A</b>	2 727 418,92	110 000,00	2 837 418,92
<b>VARIANT B</b>	2 975 387,08	110 000,00	3 085 387,08
<b>VARIANT C</b>	3 283 557,80	110 000,00	3 393 557,80

## **5.5 MOŽNOSTI FINANČNÉHO ZAISTENIA INVESTÍCIE DO ZATEPLENIA**

Výška investície do komplexného zateplenia panelového bytového domu tvorí pomerne vysoká finančná čiastka, ktorá sa pohybuje v rozmedzí 2,8 – 3,4 mi. Kč, v závislosti od zvoleného variantu zateplenia. Preto je veľmi dôležité, aby spoločenstvo vlastníkov bytových jednotiek tento zámer dopredu starostlivo naplánovalo a teda aby náklady spojené s financovaním tejto investície boli čo najnižšie. Vo všeobecnosti sú k dispozícii dve základne možnosti financovania, ktoré závisia od finančných možností vlastníkov bytových jednotiek.

### **5.5.1 Financovanie prostredníctvom vlastných zdrojov spoločenstva vlastníkov bytových jednotiek**

Prvou z možností financovania investície do komplexného zateplenia je využitie prostriedkov z takzvaného fondu opráv a údržby, ktorý slúži na opravy, ale taktiež na investície spoločenstva vlastníkov bytových jednotiek. Je však potrebné podotknúť, že sa jedná o pomerne vysokú investovanú čiastku, preto nie každé spoločenstvo je schopné takúto investíciu pokryť z vlastných zdrojov. Pre tento prípad však predpokladajme, že táto investícia bola dopredu naplánovaná a preto majitelia bytových jednotiek dokázali v minulých rokoch našetriť také množstvo financií, ktoré dokáže pokryť investície v celej jej výške. Preto prvou možnosťou

financovania bude využitie vlastných prostriedkov, vo výške investičných nákladov jednotlivých navrhovaných variant zateplenia A, B a C zobrazených v tabuľke č. 24.

*Tab. č. 24 – Financovanie prostredníctvom vlastných zdrojov (autor)*

Zvolený variant zateplenia	Investičný náklad
<b>VARIANT A</b>	<b>2 837 418,92</b>
<b>VARIANT B</b>	<b>3 085 387,08</b>
<b>VARIANT C</b>	<b>3 393 557,80</b>

### **5.5.2 Využitie komerčného bankového úveru**

Druhou z možností financovania tejto investície do komplexného zateplenia panelového bytového domu je využitie externých zdrojov prostredníctvom komerčného bankového úveru. Tento spôsob však so sebou prináša dodatočné náklady, ktoré tvorí úrok z požičanej čiastky. V súčasnej dobe je možno využiť širokú škálu účelových úverových produktov, ktoré sa zameriavajú na financovanie rekonštrukcií stavebných objektov. Úrok pri týchto úveroch sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 5–15% v závislosti na výške požičanej čiastky a dĺžke splácania. Tento spôsob financovania však nie je detailnejšie rozobraný a uvažovaný, nakoľko v súčasnosti je možné využiť výhodnejší úver od Štátneho fondu rozvoja bývania Českej republiky.

### **5.5.3 Štátny fond rozvoja bývania – Program Panel 2013+**

Druhou možnosťou v prípade financovania zateplenia pomocou externých zdrojov je využitie úverového programu od Štátneho fondu rozvoja a bývania s názvom Panel 2013+. Tento úverový program bol bližšie špecifikovaný v kapitole č. 4.4.

Pre jednotlivé uvažované varianty zateplenia A, B a C sa navrhuje financovanie prostredníctvom úverového programu od SFRB s úverovými podmienkami špecifikovanými v nasledujúcej tabuľke č. 25.

Tab. č. 25 – Špecifikácia úverových podmienok pre variant A, B a C (autor)

Parameter:	Popis:
Úverový program od SFRB	Panel 2013+
Navrhovaná dĺžka splácania	10 rokov
Druh splácania	Mesačne, konštantnou anuitou
Výška úveru	90 % Z inv. nákladov jednotlivých variant A, B a C
(1) základná sadzba úroku EU	0,45 % p. a.
(2) prirážka pri splatnosti do 10 rokov	1,00 % p. a.
(3) riziková prirážka	1,00 % p. a.
Výška úroku	= (1) + (2) + (3) = 2,45 % p. a.

Pre takto nastavený úverový program bol vypočítaný splátkový kalendár, pre každú z navrhovaných variant zateplenia A, B a C. Tento splátkový kalendár je súčasťou prílohy č. 9, 10 a 11. V nasledujúcej tabuľke č. 26 sú zhrnuté základné vypočítané parametre úveru.

Tab. č. 26 – Vypočítané parametre úveru pre jednotlivé varianty A, B a C (autor)

Zvolený variant zateplenia	Výška bankového úveru 90 % z IN Kč	Mesačná splátka Kč	Náklady na úrok Kč
<b>VARIANT A</b>	2 553 677,03	24 015,47	328 179,39
<b>VARIANT B</b>	2 776 848,37	26 114,23	356 859,69
<b>VARIANT C</b>	3 054 202,02	28 722,54	392 503,10

V prípade využitia úveru od SFRB a takto nastavenom úverovom splácaní v dĺžke trvania 10 rokov je predpokladaný mesačný náklad na jednu bytovú jednotku (bez zohľadnenia výmery byt. jednotky) na úrovni 800,51-957,42 Kč (v závislosti od zvoleného variantu), čo pri zohľadnení všetkých pozitívnych efektov, ktoré prináša zateplenia je prijateľná čiastka.

## 5.6 STANOVENIE NÁKLADOV POTREBNÝCH NA VYKUROVANIE

Hlavným ekonomickým cieľom komplexného zateplenia referenčného panelového bytového domu je zníženie nákladov potrebných na vykurovanie. Prostredníctvom navrhovaných opatrení vedúcich k zlepšeniu tepelnotechnických parametrov obálky budovy je možné pozorovať zníženie energetickej náročnosti v podobe ukazovateľa  $E_A$  teda mernej ročnej potreby tepla na vykurovanie, ktorá bola stanovená v kapitole č. 5.3.2. Tento ukazovateľ v zjednodušenej podobe hovorí o tom, aké veľké množstvo tepla je potrebné dodať do zóny, aby sa v nej počas celého roka udržala tepelná pohoda v podobne návrhovej vnútornej teploty (ukazovateľ je vzťahnutý na  $1 \text{ m}^2$  energetickejšej plochy). V nasledujúcej tabuľke č. 27 je znázornený výpočet celkovej ročnej potreby tepla na vykurovanie pre existujúci stav



a navrhované varianty A, B a C, ktorá sa dosiahne vzájomným pre násobením  $E_A$  a energeticky vzt'aznej plochy.

Tab. č. 27 – Výpočet ročnej potreby tepla na vykurovanie pre celý objekt (autor)

	Merná ročná potreba tepla na vykurovanie $E_A$ kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Energetický vzt'azná plocha m <sup>2</sup>	Ročná potreba tepla na vykurovanie celej budovy v kWh
<b>Existujúci stav BD</b>	83	2120,15	175 972,45
<b>VARINAT A</b>	54		114 488,10
<b>VARINAT B</b>	47		99 647,05
<b>VARINAT C</b>	44		93 286,60

Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich častiach ukazovateľ  $E_A$  nezohľadňuje účinnosť vykurovacej sústavy a preto je ešte potrebné ročnú potrebu tepla na vykurovanie celej budovy pre násobiť koeficientom účinnosti vykurovacej sústavy, tak aby sa celková vypočítaná potreba tepla blížila čo najviac k realite. Vykurovanie panelového bytového domu je zabezpečené napojením na združenú plynovú kotolňu určenú pre potreby 8 bytových domov. V nasledujúcej tabuľke č. 28 je znázornený prepočet s uvažovaným koeficientom účinnosti.

Tab. č. 28 – Výpočet skutočnej ročnej potreby tepla na vykurovanie (autor)

	Ročná potreba tepla na vykurovanie celej budovy v kWh	Koeficient účinnosti vykurovacej sústavy	Skutočná ročná potreba tepla na vykurovanie v kWh
<b>Existujúci stav BD</b>	175 972,45	1,10	193 569,70
<b>VARINAT A</b>	114 488,10		125 936,91
<b>VARINAT B</b>	99 647,05		109 611,76
<b>VARINAT C</b>	93 286,60		102 615,26

Po vypočítaní skutočnej ročnej potreby tepla na vykurovanie pre existujúci stav a navrhované varianty A, B a C je možné pristúpiť k stanoveniu finančných nákladov, ktoré pozostávajú z platby majiteľov bytových jednotiek za teplo dodané do bytového domu. Podkladom pre stanovenie týchto nákladov je potrebné zistiť cenu za 1 kWh zemného plynu. Táto cena bola stanovená ako aritmetický priemer desiatich dodávateľ zemného plynu v objeme do 200 000 kWh za rok. Síce sa objekt nachádza na území Slovenskej republiky, ale tepelnotechnické posúdenie a financovanie bolo navrhnuté s ohľadom na podmienky ČR, preto ako referenčná oblasť pre stanovenie cien plynu bola vybraná oblasť Jihomoravského kraja. Jednotkové ceny od dodávateľov zemného plynu boli zistené na základe využitia kalkulátora cien energií na internetovom odkaze (33). Jednotková cena za plyn je konečná, to znamená že v sebe obsahuje zložku distribúcie a dodávky. V nasledujúcej tabuľke č. 29 je zobrazený

prehľad cien jednotlivých dodávateľov a následne uskutočnený výpočet priemernej ceny plynu za 1 kWh.

Tab. č. 29 - Stanovenie jednotkovej ceny plynu (autor)

Poradové číslo	Dodávateľ zemného plynu	Cena za 1 kWh s DPH
1	ENERGOFIN	0,949
2	Blue - Gas / Blue Klasik	0,931
3	BOHEMIA ENERGY	0,995
4	SPP - uSPP bez záväzku	1,088
5	EON - komplet plyn	1,089
6	ELIMON svēži 12	1,205
7	ENEKA - standard	0,936
8	LAMA energy - exclusive	1,188
9	ČEZ Prodej/ATRAKTÍV/	1,293
10	Morávská plynárenská	1,296
<b>Aritmetický priemer cien plynu za 1 kWh:</b>		<b>1,097 Kč</b>

Po zistení jednotkovej ceny za 1 kWh zemného plynu je možné pristúpiť k samotnému výpočtu finančných nákladov, ktoré sú potrebné na vykurovanie referenčného bytového domu. Tieto náklady sa stanovujú vynásobením skutočnej ročnej potreby tepla na vykurovanie so zistenou priemernou jednotkovou cenou od dodávateľov zemného plynu z tabuľky č. 29. V nasledujúcej tabuľke č. 30 sú vyčíslené finančné náklady potrebné na vykurovanie pre existujúci stav a navrhované varianty zateplenia A, B a C.

Tab. č. 30 – Výpočet ročných nákladov potrebných na vykurovanie referenčného objektu (autor)

	Ročná potreba tepla na vykurovanie celej budovy v kWh	Priemerná cena plynu pre rok 2017 v Kč/kWh	Celkové náklady na vykurovanie bytového domu v Kč
<b>Existujúci stav BD</b>	193 569,70	1,097	212 317,31
<b>VARINAT A</b>	125 936,91		138 134,15
<b>VARINAT B</b>	109 611,76		120 227,87
<b>VARINAT C</b>	102 615,26		112 553,75

Z údajov zistených v tabuľke č. 30 je možné vyčísliť ročnú úsporu nákladov na vykurovanie v prípade zateplenia jednotlivými navrhovanými variantami A, B a C. Úspora sa vypočíta ako rozdiel celkových nákladov na vykurovanie v prípade nezatepleného existujúceho stavu od celkových nákladov v prípade jednotlivých variant A, B a C. Úspora pre jednotlivé varianty je vyčíslená v tabuľke č. 31.

Tab. č. 31- Stanovenie úspory na nákladoch vykurovania (autor)

	<b>Celkové ročné náklady na vykurovanie v Kč</b>	<b>Úspora v Kč oproti existujúcemu stavu</b>	<b>Úspora v % oproti existujúcemu stavu</b>
<b>Existujúci stav BD</b>	212 317,31	-	-
<b>VARINAT A</b>	138 134,15	74 183,16	33,94
<b>VARINAT B</b>	120 227,87	92 089,43	43,37
<b>VARINAT C</b>	112 553,75	99 763,55	46,99

Zo zistených hodnôt je možné usúdiť, že najväčšia ročná úspora nákladov na vykurovaní je v prípade navrhovaného variantu C a to 99 763,55 Kč, čo znamená zníženie spotreby až o 46,99 %.

## **5.7 EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE INVESTÍCIE DO ZATEPLENIA**

Predpokladom efektívnej investície do zateplenia referenčného bytového domu je budúce zhodnotenie vložených peňazí, na základe generovanej úspory finančných prostriedkov plynúcich z nižšej potreby energie na vykurovanie. Preto je veľmi dôležité pred samotným výberom navrhovanej varianty zateplenia posúdiť, ktorá z variant A, B a C vykazuje najvyššiu ekonomickú efektívnosť zhodnotenia investovanej čiastky. Pri rozhodovaní o správnom výbere zatepl'ovacej varianty budú preto využité ukazovatele ekonomickej efektívnosti. V nasledujúcej časti sú stanovené vstupné parametre a podmienky hodnotenia navrhovaných variant zateplenia A, B a C, ktoré sú potrebné pri stanovení ukazovateľov ekonomickej efektívnosti.

### **5.7.1 Stanovenie vstupných parametrov pre hodnotenie ekonomickej efektívnosti investície do zateplenia panelového bytového domu v Bytči**

Pre správne hodnotenie uvažovanej investície do zateplenia je potrebné v prvom kroku stanoviť vstupné parametre, ktoré majú vplyv na výsledné hodnoty ukazovateľov ekonomickej efektívnosti. Medzi tieto základné parametre patria:

#### **a) Stanovenie dĺžky hodnoteného obdobia investície**

Dĺžka hodnotenej investície sa obvykle stanovuje na dobu, počas ktorej dokáže daná investícia tvoriť zisk, respektíve úspory. V prípade komplexného zateplenia bytového domu je možné hovoriť o minimálnej životnosti deklarovanej výrobcom zatepl'ovacieho systému ETICS na úrovni 25 rokov. Zateplenie sa však týka aj konštrukcií, ktoré nie sú priamo vystavené vonkajším negatívnym vplyvom prostredia a teda ich životnosť je podstatne vyššia. Preto hodnotenie danej investície počíta s primeraným obdobím na úrovni 30 rokov.

#### **b) Stanovenie výšky diskontnej sadzby**

Výška diskontnej sadzby sa vo všeobecnosti skladá z dvoch základných položiek a to: z miery očakávaného zhodnotenia a s rizikom spojeným s investíciou. Miera očakávaného zhodnotenia investície je porovnávaná s predpokladom, že namiesto vloženia peňazí do zateplenia je možné alternatívne investovať do dlhodobých termínovaných vkladov, alebo do nákupu štátnych dlhopisov (bezrizikové investície). V súčasnosti je miera výnosnosti tohoto druhu investícií na veľmi nízkej úrovni, ktorá sa pohybuje v rozmedzí 0 – 1,2 %, v závislosti na výške a dĺžke konkrétnej investície. Investovanie do stavebných objektov, je možné považovať za investíciu s veľmi malým rizikom, nakoľko cena nehnuteľností a možný výnos z nich má rastový charakter za dlhšie časové obdobie. Po zvážení týchto faktorov, sa diskontná sadzba stanovuje na úrovni 1,50 %.

#### **c) Stanovenie predpokladaného rastu cien zemného plynu**

Predpokladať presný rast cien zemného plynu v nadchádzajúcich 30 rokoch je veľmi obtiažné. V uplynulých rokoch bolo možné sledovať určitú stagnáciu, či mierny pokles cien hlavných energetických komodít (elektriny a zemného plynu). Táto situácia však nepotrvá dlho, nakoľko je možné predpokladať, že minimálne distribučná zložka ceny plynu bude z dôvodu inflácie, nárastu miezd a réží rásť. Spolu s vývojom globálnej politiky a všeobecným predpokladom obmedzeného množstva fosílnych palív je teda možné predpokladať aj budúci rast samotnej komodity. Po zvážení spomínaných faktorov na cenu zemného plynu sa stanovuje predpokladaný rast cien zemného plynu na úrovni 4,0 % ročne.

### **5.7.2 Zostavenie výkazu peňažných tokov Cash flow (CF)**

Po stanovení vstupných parametrov je možné pristúpiť k ďalšiemu kroku, ktorým je identifikovanie nákladov a príjmov, ktoré vznikajú počas celej plánovanej životnosti investície do zateplenia bytového domu.

#### **a) Príjmy**

Príjmy je možné označiť za kladné peňažné toky cash flow, ktoré vznikajú na základe rozdielu nákladov na vykurovaní, v prípade existujúceho stavu a jednej z navrhovaných variant zateplenia A, B a C. Jedná sa teda o každoročnú úsporu nákladov na vykurovaní, ktorú prináša efekt zateplenia. Keďže je objekt vykurovaný pomocou plynového kotla, tak výška spomínanej úspory je závislá od ceny plynu za 1 kWh. Vývoj výšky úspory

v priebehu sledovanej životnosti investície bol vypočítaný pre každú z navrhovaných variant zateplenia A, B a C a je priložený v prílohe č. 12, pričom rešpektuje stanovený ročný rast ceny zemného plynu na úrovni 4,0 %.

### **b) Výdaje**

Výdaje je možné označiť za záporné peňažné toky výkazu cash flow, ktoré tvoria predovšetkým vstupné investície potrebné na realizáciu zateplenia, alebo je to každoročná suma splátok úveru počas jeho splácania v prípade 90 % financovania prostredníctvom úverového programu Panel 2013+ od SFRB.

Na základe stanovenia základných parametrov hodnotenia ekonomickej efektívnosti a identifikovania všetkých príjmov a výdajov navrhovanej investície do zateplenia je možné pristúpiť k stanoveniu Cash flow (CF) investičného projektu. Tento výkaz CF je zostavený nasledovne: v každom roku životnosti investície sú zapísané príjmy (úspory – príloha č. 12) so znamienkom (+) a naopak výdaje (investičný náklad a splátky úveru) so znamienkom (-), následne sa tieto hodnoty sčítajú, čo predstavuje hodnotu „*kumulovaného CF*“ v danom roku investície. V predposlednom kroku sa do stanovenie výsledného CF započíta faktor časovej hodnoty peňazí, ktorý je vyjadrený diskontným faktorom, na základe stanovenej hodnoty diskontnej sadzby 1,5 %. Vynásobením „*kumulovaného CF*“ s hodnotou diskontného faktoru pre príslušný rok dostaneme hodnoty „*diskontovaného CF*“. Výsledkom zostavenia výkazu CF je stanovenie „*kumulovaných diskontovaných CF*“ pre každý rok investície, ktoré sa zistia na základe súčtu hodnoty predchádzajúceho obdobia „*kumulovaného diskontovaného CF*“ s „*diskontovaným CF*“. Výkaz CF je zostavený pre každý z navrhovaných variantov zateplenia A, B a C a tiež pre jednotlivé spôsoby financovania. Stanovenie výkazu CF je súčasťou prílohy č. 13.

### **5.7.3 Diskontovaná doba návratnosti - DDN**

Predpokladom pre výpočet diskontovanej doby návratnosti bolo stanovenie základných parametrov hodnotenia ekonomickej efektívnosti a zostavenie výkazu CF. Diskontovaná doba návratnosti navrhovaných variant investícií A, B a C do zateplenia referenčného panelového bytového domu bola zistená na základe použitia výkazu CF, pričom sa sledoval prelom v hodnotách „*kumulovaného diskontovaného CF*“, ktorý prešiel zo zápornej hodnoty do kladnej (tento prelom je farebne znázornený vo výkazocho CF, ktoré sú priložené v prílohe č. 13. Tento zlom je tiež možné označiť za rok v ktorom dokázala investícia vyprodukovať peňažné toky vo výške vloženého kapitálu. V nasledujúcej tabuľke č. 32 sú zobrazené hodnoty

diskontovanej doby návratnosti pre navrhované varianty A, B a C a pre navrhované spôsoby financovania investície.

Tab. č. 32 – Výpočet diskontovanej doby návratnosti DDN (autor)

Zvolený variant zateplenia	Financovanie vlastnými zdrojmi	Financovanie úverom 90 % z IN
	Diskontovaná doba návratnosti počet rokov	Diskontovaná doba návratnosti počet rokov
VARIANT A	27,57	28,30
VARIANT B	<b>25,01</b>	<b>25,69</b>
VARIANT C	25,29	25,98

Podľa zistených hodnôt DDN je možné usúdiť, že najrýchlejšie sa vráti investícia do zateplenia prostredníctvom variantu B a financovaním vlastnými zdrojmi za 25,01 roka a v prípade financovania pomocou úveru od SFRB je návratnosť o niečo dlhšia na úrovni 25,69 roka. Na druhom mieste výhodnosti podľa ukazovateľa DDN je variant B a na poslednom mieste je variant A. Pre záverečné zhodnotenie a výber optimálnej varianty zateplenia však nie je možné použiť výsledky DDN, nakoľko nehodnotia investíciu počas celej jej životnosti.

Podľa výsledkov sa na prvý pohľad môže javiť investícia do zateplenia s návratnosťou cca. 25 až 28 rokov ako pomerne neefektívna. Je dôležité však poukázať na fakt, že pri komplexnom zateplení sa okrem nákladov vynaložených na jednotlivé tepelnotechnické zlepšenia stavebných konštrukcií obnovili tiež balkónové konštrukcie a zhotovila nová povlaková krytina strechy, čo samotnú návratnosť investície do zateplenia oddialilo na základe zvýšených nákladov.

#### 5.7.4 Čistá súčasná hodnota - NPV

Ukazovateľ čistej súčasnej hodnoty NPV je možné označiť za najpreukázateľnejší spôsob hodnotenia ekonomickej efektívnosti investície do zateplenia, nakoľko rešpektuje faktor času vyjadrený stanovenou diskontnou sadzbu na úrovni 1,5 %, rast cien zemného plynu o 4 % ročne a zároveň hodnotí investíciu počas celej jej navrhovanej životnosti.

Na základe spomenutých predpokladov bola NPV stanovená ako hodnota kumulovaného diskontovaného CF v poslednom roku životnosti investície. Pre toto určenie NPV bol využitý výkaz CF priložený v prílohe č. 13, v ktorom je farebne zvýraznená hodnota NPV pre záverečný rok hodnotenej investície. V nasledujúcej tabuľke č. 33 sú zobrazené

zistené hodnoty NPV pre jednotlivé navrhované varianty zateplenia A, B a C a tiež pre navrhované spôsoby financovania.

Tab. č. 33 – Stanovenie čistej súčasnej hodnoty NPV pre jednotlivé varianty zateplenia A, B a C (autor)

Zvolený variant zateplenia	Financovanie vlastnými zdrojmi	Financovanie úverom 90 % z IN
	NPV Kč	NPV Kč
<b>VARIANT A</b>	352 468,26	248 444,11
<b>VARIANT B</b>	874 472,86	761 357,82
<b>VARIANT C</b>	<b>896 290,47</b>	<b>771 877,42</b>

Na základe kladných hodnôt ukazovateľa ekonomickej efektívnosti NPV, ktoré vyšli pre všetky z navrhovaných varianty zateplenia A, B a C a tiež pre všetky navrhované spôsoby financovania je možné investíciu do zateplenia považovať za efektívnu vo všetkých jej navrhovaných formách!

Z výsledkov je ďalej možné usúdiť, že poradie výhodnosti navrhovaných variant oproti diskontovanej dobe návratnosti sa zmenilo. Podľa zistených hodnôt ukazovateľa NPV sa ako najvýhodnejšia investícia javí zateplenie prostredníctvom varianty C, ktoré dokáže počas hodnoteného obdobia vyprodukovať najvyššie zhodnotenie na úrovni NPV = 896 290,47 Kč - v prípade financovania vlastnými zdrojmi. A v prípade potreby financovania úverom od SFRB je situácia rovnaká, najvýhodnejšie opäť vychádza variant C s NPV na úrovni 771 877,42 Kč.

Z výsledkov je tiež možné vyčítať že variant C, ktorý mal najvyšší investičný náklad vyšiel po 30 rokoch najvýhodnejšie, čo znamená že obetovanie vyššej finančnej čiastky v prospech budúceho zhodnotenia oproti variantu A a B má zmysel.

## 6 ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo navrhnutie variantného riešenia komplexného zateplenia referenčného panelového bytového domu v Bytča a následné posúdenie ekonomickej efektívnosti tejto investície.

Úvodná časť diplomovej práce sa venuje problematike a možnostiam dodatočného zateplenia stavebných objektov so zameraním na vonkajší tepelno izolačný kompozitný systém ETICS. Nasleduje časť, ktorá popisuje základné tepelnotechnické parametre stavebných konštrukcií a normou vyžadované hodnoty a limity. Táto oblasť následne pokračuje rozborom energetickej náročnosti budovy. Zateplenie referenčného objektu je možné chápať ako určitú formu investície, ktorú treba dôkladne naplánovať a zhodnotiť. Práve pre tento dôvod sa ďalšia časť teórie venovala možnostiam hodnotenia ekonomickej efektívnosti investícií a možnostiam finančného zaistenia s dôrazom na využitie úveru od Štátneho fondu rozvoja a bývania Českej republiky.

Variantné navrhnutie zateplenia bolo vymodelované na referenčnom objekte, ktorým je nezateplený panelový bytový dom v Bytči (SR). Podkladom pre návrh zateplenia bolo posúdenie tepelnotechnických parametrov jednotlivých existujúcich stavebných konštrukcií v programe TEPLLO 2014 a následné stanovenie energetickej náročnosti vo forme ukazovateľa mernej ročnej potreby tepla na vykurovanie  $E_A$  v programe ENERGIE 2015. Na zateplenie objektu boli navrhnuté 3 varianty zateplenia A, B a C, ktoré sa medzi sebou v prípade varianty A a B líšia rozdielnou hrúbkou izolantu a v prípade variantu C bol použitý kvalitnejší izolačný materiál vo forme šedého polystyrénu. Návrh jednotlivých variant sa zameriava na zateplenie vonkajších obvodových stien, strešnej konštrukcie a stropu nad nevykurovaným prízemím. Takto navrhnuté varianty boli opäť posúdené v programe ENERGIE 2015, kde bola zistená úspora tepla oproti pôvodnému stavu: pri variante A o 33,94 %, B o 43,37 % a v prípade varianty C je táto úspora na úrovni 46,99 %.

Ďalším krokom bolo stanovenie investičných nákladov v prípade realizácie jednotlivých navrhovaných variant zateplenie A, B a C v rozpočtárskom programe KROS 4. Okrem nákladov potrebných na realizáciu samotného zateplenia boli stanovené aj náklady potrebné na vypracovanie projektovej dokumentácie a inžinierskej činnosti. Tieto náklady boli určené pomocou sadzovníka UNIKA na úrovni 110 000 Kč. Po vyčíslení celkových nákladov investície do zateplenia v prípade jednotlivých variant sa pristúpilo k určeniu možnosti finančného zaistenia. Navrhli sa dve základné možnosti: prvou možnosťou je financovanie celej



výšky investície z vlastných zdrojov a druhou možnosťou je využitie úveru od SFRB vo výške 90 % z investičných nákladov s fixnou úrokovou sadzbou na úrovni 2,45 % a so splatnosťou v období 10 rokov. Ďalším krokom bolo vyčíslenie nákladov potrebných na vykurovanie pre existujúci stav a navrhované varianty zateplenia. Na základe týchto nákladov bolo možné určiť ročnú úsporu nákladov na vykurovaní, ktorá sa pohybuje v prípade variantu: A na úrovni 74 183,16 Kč, B 92 089,43 Kč a v prípade variantu C 99 763,55 Kč.

Po získaní údajov o úspore a možnostiach financovania investície do zateplenia sa pristúpilo k záverečnému ekonomickému zhodnoteniu navrhovaných variant A, B a C. Hodnotenie bolo založené na stanovení základných faktorov, ktorými sú: diskontná sadzba na úrovni 1,5 %, očakávaný rast cien zemného plynu 4,0 % a dĺžka životnosti hodnotenej investície 30 rokov. Pri rešpektovaní takto nastavených parametrov bol zostavený výkaz Cash flow (CF), pomocou ktorého boli stanovené ukazovatele ekonomickej efektívnosti investície.

Na základe výsledkov ukazovateľov ekonomickej efektívnosti investície, sa v závere diplomovej práce pristúpilo k výberu optimálnej možnosti zateplenia. V prípade diskontovanej doby návratnosti vyšiel ako najvýhodnejší variant B s financovaním prostredníctvom vlastných zdrojov a návratnosťou na úrovni 25,01 roka. Pre záverečné rozhodnutie bol však použitý ukazovateľ čistej súčasnej hodnoty NPV, ktorý zhodnotil jednotlivé navrhované varianty zateplenia počas celej dĺžky ich životnosti. V tomto prípade sa poradie zmenilo a za najvýhodnejšiu investíciu do zateplenia je možné označiť variant C. Tento variant dokázal za hodnotené obdobie 30 rokov vyprodukovať najvyššie zhodnotenie v prípade financovania vlastnými zdrojmi na úrovni  $NPV = 896\,290,47$  Kč a pri financovaní pomocou úveru od SFRB je zhodnotenie o niečo nižšie  $NPV = 771\,877,42$  Kč.

Podľa zistených ukazovateľov ekonomickej efektívnosti by som odporúčal majiteľom bytových jednotiek referenčného panelového bytového domu v Bytči zatepliť svoj objekt prostredníctvom variantu C. Čo znamená zatepliť obvodové steny šedým fasádnym polystyrénom EPS 70 F o hrúbke 160 mm, strešnú konštrukciu polystyrénom EPS 150 S s hrúbkou na úrovni 140 mm a strop nad nevykurovaným prvým podlažím polystyrénom EPS 70 F s hrúbkou 100 mm.

V úplnom závere by som rád podotkol, že na návratnosť investície do zateplenia referenčného panelového bytového domu, sa nie je možné pozeráť len z ekonomickej stránky veci, alebo z ročnej výšky úspory nákladov na vykurovaní. Prostredníctvom zateplenia vznikajú aj subjektívne benefity, ktoré nie je možné zahrnúť do ekonomických výpočtov. Jedná sa predovšetkým o zvýšenie komfortu bývania prostredníctvom zlepšenia tepelnej pohody, ďalej

k obmedzeniu vzniku plesni a sporov, k zlepšenia estetickej stránky danej nehnuteľnosť a v neposlednom rade dochádza aj k zvýšeniu hodnoty a k predĺženiu životnosti panelového bytového domu. Na základe zistených poznatkov hodnotím investíciu do zateplenia referenčného panelového bytového domu vo všetkých navrhovaných variantoch za jednoznačne efektívnu.

## 7 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

### 7.1 KNIŽNÉ ZDROJE

- (2) ŠÁLA, Jiří. *Zateplování budov*. Praha: Grada, 2000. Profi & hobby. ISBN 8071698334.
- (3) LINHART, L. *Zateplování budov*. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby, 115 s. ISBN 978-80-247-3361-6.
- (5) *Fasádní zateplovací systém PCI MultiTherm*. [Technologický předpis 2015], 55 s.
- (7) ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. Stavitelství. ISBN 8073001594.
- (10) Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 9788087093306.
- (11) SOTNICOVÁ, I. *Stavební tepelná technika I*. Ostrava: Studijní texty pro cvičení, VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. 2011.
- (15) KUDA, František, Eva BERÁNKOVÁ a Petr SOUKUP. *Facility management v kostce: pro profesionály i laiky*. Olomouc: Form Solution, 2012. ISBN 9788090525702.
- (17) TYWONIAK, J., a kol. 2008. *Nízkoenergetické domy 2 principy a příklady*. Praha : GradaPublishing a.s., 2008. 189s. ISBN 978-80-247-2061-6.
- (18) ŠUBRT, Roman. *Tepelné mosty: pro nízkoenergetické a pasivní domy : 85 prověřených a spočítaných stavebních detailů*. Praha: Grada, 2011. Stavitel. ISBN 978-80-247-4059-1.
- (19) PROSTĚJOVSKÁ, Z. a Václav LIŠKA. *Investování pro stavaře*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 84 s. ISBN 978-80-86946-35-1.
- (20) KORYTÁROVÁ, J., 2009. *CV05 INVESTOVÁNÍ MODUL M01*. Brno: studijní opora VUT FAST. 2009. 126s.
- (21) KORYTÁROVÁ, J., 2006. *Ekonomika investic*. Brno: studijní opora VUT FAST. 2006. 171s.
- (32) *Sazebník pro navrhování orientačních nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností : 2016 a I. čtvrtletí 2017*. Kolín: UNIKA, 2016. 136s.

### 7.2 NORMY A LEGISLATIVA

- (12) ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov : Část 2 požadavky*. Praha: ÚNMZ, 2011, 53 s.
- (13) ČSN 73 0540-3, *Tepelná ochrana budov : Část 3 Návrhové hodnoty veličin*. Praha: ÚNMZ, 2005, 54 s.
- (14) ČSN 73 0540-4, *Tepelná ochrana budov : Část 4 Výpočtové metody*. Praha: ÚNMZ, 2005, 58 s.

- (25) Predpis č. 468/2012 Sb. *Narřízení vlády o použití prostředků Státního fondu rozvoje bydlení formou úvěrů poskytnutých právníkům a fyzickým osobám na opravy a modernizace domů zo dňa 27.12.2012*, v znení neskorších predpisov.

### 7.3 INTERNETOVÉ ODKAZY

- (1) VRATISLAV, J. *Historie a současnost zateplovacích systémů* [online]. 2013 [cit. 2017-20-3]. Dostupné z: <http://www.panelplus.cz/cz/988.historie-a-soucasnost-zateplovacich-systemu?page=id%2Canketa-revitalizace&survey=anketa-revitalizace&vote=3>
- (4) *Fasádní zateplovací systémy* [online]. 2017 [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: <http://www.izomat.cz/cs/fasadni-zateplovaci-systemy/>
- (6) *EPS Expandovaný polystyrén* [online]. 2017 [cit. 2017-10-4]. Dostupné z: <http://www.isover.sk/eps-expandovany-polystyren>
- (8) *XPS Extrudovaný polystyrén* [online]. 2017 [cit. 2017-11-4]. Dostupné z: <http://www.isover.sk/xps-extrudovany-polystyren>
- (9) *Kamenná vlna* [online]. 2017 [cit. 2017-11-4]. Dostupné z: <http://www.isover.sk/kamenna-vlna>
- (16) SVOBODA, Z. *Výpočet energetické náročnosti budov* [online]. [cit. 2017-23-3] Dostupné z: [kps.fsv.cvut.cz/file\\_download.php?fid=4033](http://kps.fsv.cvut.cz/file_download.php?fid=4033)
- (22) *Základní informace o Státním fondu rozvoje bydlení* [online]. 2017 [cit. 2017-10-5]. Dostupné z: <http://www.sfrb.cz/o-sfrb/sfrb/>
- (23) *Programy a podpory* [online]. 2017 [cit. 2017-10-5]. Dostupné z: <http://www.sfrb.cz/programy-a-podpory/programy/>
- (24) *Program Panel 2013+* [online]. 2017 [cit. 2017-10-5]. Dostupné z: <http://www.sfrb.cz/programy-a-podpory/program-panel-2013/>
- (26) *Google maps* [online]. 2017 [cit. 2017-20-5]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Javorov%C3%A1,+014+01+Byt%C4%8Da,+Slovensko/@49.2211908,18.5508335,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4714610f3983731f:0x62045e9272c44a8f!8m2!3d49.2211908!4d18.5530222?hl=sk>
- (27) *Teplo 2017* [online]. 2017 [cit. 2017-15-5]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/teplo/>
- (28) *Vlastnosti obalových konstrukcí* [online]. 2017 [cit. 2017-15-5]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/stavebni-opatreni/64-vlastnosti-obalovych-konstrukci.html>
- (29) *Energie 2016* [online]. 2017 [cit. 2017-15-5]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/energie/>
- (30) *KROS 4* [online]. 2017 [cit. 2017-16-5]. Dostupné z: <https://www.pro-rozpocety.cz/software-a-data/kros-4-ocenovani-a-rizeni-stavebni-vyroby/>

- (31) *Cenová soustava ÚRS (CS ÚRS)* [online]. 2017 [cit. 2017-16-5]. Dostupné z: <https://www.pro-rozpocety.cz/software-a-data/cenova-soustava-urs-cs-urs/>
- (33) *Dodávka zemního plynu - porovnání nabídek* [online]. 2017 [cit. 2017-22-5]. Dostupné z: <http://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-porovnani-nabidek>

## 8 ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

### 8.1 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. č. 1 – Obvyklý podiel tepelných strát pri nezateplených stavebných objektoch (2, s. 13) .....	15
Obr. č. 2 – Technologické možnosti vonkajšieho zateplenia (2, s.80) .....	16
Obr. č. 3 – Schéma vrstiev a súčastí ETICS (4).....	18
Obr. č. 4 – izolačný pás nad oknami z MW (5, s. 36).....	21
Obr. č. 5 - Použitie izolačných materiálov s ohľadom na požiaru bezpečnosť stavieb (5, s. 35) .....	22
Obr. č. 6 – Správne založenie systému ETICS pri požiarnej výške nad 12 m (5, s. 36) .....	22
Obr. č. 7 – Príklad bieleho EPS (6).....	24
Obr. č. 8 – Príklad sivého EPS (6) .....	24
Obr. č. 9 – Príklad extrudovaného polystyrénu XPS (8) .....	25
Obr. č. 10 – Príklad izolácie na báze sklenených vlákien (9) .....	26
Obr. č. 11 – Príklad kombinovanej izolačnej dosky MW + EPS šedý (9).....	27
Obr. č. 12 – Grafické znázornenie rozdelenia budov podľa potreby tepla na vykurovanie (17, s. 39) .....	41
Obr. č. 13 – Grafické znázornenie výskytu tepelných mostov (17, s. 25) .....	43
Obr. č. 14 – Referenčný panelový bytový dom (autor) .....	54
Obr. č. 15 – Lokalizácia referenčného panelového bytového domu (26) .....	54
Obr. č. 16 – Rez typickým sendvičovým panelom obvodového plášťa (28).....	56
Obr. č. 17 – Grafické znázornenie merných tepelných tokov referenčného BD - Bytča (autor) .....	62
Obr. č. 18 – Grafické porovnanie spotreby tepla na vykurovanie (autor) .....	66

### 8.2 ZOZNAM TABULIEK

Tab. č. 1 – Hodnoty tepelného odporu pri prestupe na vnútornú/vonkajšiu stranu konštrukcie (13, s.83) .....	31
Tab. č. 2 – Požadované a doporučené hodnoty súčiniteľa prestupu tepla vybraných konštrukcií podľa ČSN 73 0540-2 (2011) (12, s.16) .....	32
Tab. č. 3 – Požadované hodnoty $U_{em}$ v závislosti na A/V pre budovy s návrhovou teplotou v intervale 18 – 22 °C (12, s.18) .....	34
Tab. č. 4 – Hodnoty kritického teplotného faktora vnútorného povrchu konštrukcií (12, s. 10) .....	35
Tab. č. 5 - Rozdelenie budov, podľa mernej ročnej potreby tepla na vykurovanie $E_A$ (15, s. 40) .....	39
Tab. č. 6 - Základné vlastnosti pasívnych budov (12, s. 41).....	40

Tab. č. 7 - Základné požiadavky na energeticky nulové budovy (12, s. 43).....	41
Tab. č. 8 – Špecifikácia referenčného objektu (autor).....	53
Tab. č. 9 – Okrajové podmienky výpočtu – lokalita Žilina (autor).....	56
Tab. č. 10 – Tepelnotechnické parametre zvislých obvodových konštrukcií (autor).....	57
Tab. č. 11 – Tepelnotechnické parametre vnútornej nosnej steny (autor).....	57
Tab. č. 12 – Tepelnotechnické parametre vnútornej stropnej konštrukcie (autor).....	58
Tab. č. 13 – Tepelnotechnické parametre strešnej konštrukcie (autor).....	58
Tab. č. 14 – Tepelnotechnické parametre podlahy na teréne (autor).....	59
Tab. č. 15 – Vstupné návrhové parametre pre výpočet energetickej náročnosti BD (autor)....	60
Tab. č. 16 – Energetická náročnosť existujúceho stavu BD – Bytča (autor).....	61
Tab. č. 17 – Porovnanie zistených hodnôt súčiniteľa prestupu tepla s normovými (autor).....	61
Tab. č. 18 – Návrh zateplenia stavebných konštrukcií pre variant A, B a C (autor).....	63
Tab. č. 19 – Vybrané ukazovatele energetickej náročnosti bytového domu v prípade realizácie navrhovaných variant A, B a C (autor).....	66
Tab. č. 20 – Porovnanie dosiahnutých hodnôt s normovými podľa ČSN 73 0540-2 (2011) (autor).....	67
Tab. č. 21 – Prehľad investičných nákladov v prípade realizácie jednotlivých variantov (autor).....	68
Tab. č. 22 – Rozpätie nákladov pre pásmo III., podľa zborníku UNIKA (32, s. 95).....	69
Tab. č. 23 – Stanovenie celkových investičných nákladov zateplenia (autor).....	70
Tab. č. 24 – Financovanie prostredníctvom vlastných zdrojov (autor).....	71
Tab. č. 25 – Špecifikácia úverových podmienok pre variant A, B a C (autor).....	72
Tab. č. 26 – Vypočítané parametre úveru pre jednotlivé varianty A, B a C (autor).....	72
Tab. č. 27 – Výpočet ročnej potreby tepla na vykurovanie pre celý objekt (autor).....	73
Tab. č. 28 – Výpočet skutočnej ročnej potreby tepla na vykurovanie (autor).....	73
Tab. č. 29 - Stanovenie jednotkovej ceny plynu (autor).....	74
Tab. č. 30 – Výpočet ročných nákladov potrebných na vykurovanie referenčného objektu (autor).....	74
Tab. č. 31- Stanovenie úspory na nákladoch vykurovania (autor).....	75
Tab. č. 32 – Výpočet diskontovanej doby návratnosti DDN (autor).....	78
Tab. č. 33 – Stanovenie čistej súčasnej hodnoty NPV pre jednotlivé varianty zateplenia A, B a C (autor).....	79

## 9 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

A/V	Pomerový ukazovateľ geometrickej charakteristiky budovy
BD	Bytový dom
CF	Cash flow – peňažné toky
ČR	Česká republika
ČSN	České štátne normy
DDN	Diskontovaná doba návratností
DPH	Daň z pridanej hodnoty
EPS	Expandovaný polystyrén
ETICS	Vonkajší tepelno izolačný kompozitný systém
EU	Európska únia
mil.	milión
MW	Minerálna vlna
NPV	Čistá súčasná hodnota
Obr.	Obrázok
PV	Súčasná hodnota (Present Value)
Tab.	Tabuľka
U	Súčiniteľ prestupu tepla
VRN	Vedľajšie rozpočtové náklady
XPS	Extrudovaný polystyrén
$\lambda$	Súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu



## **10 ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha č. 1: Fotodokumentácia referenčného objektu

Príloha č. 2: Protokol energetickej náročnosti existujúceho stavu referenčného BD

Príloha č. 3: Protokol energetickej náročnosti varianty A

Príloha č. 4: Protokol energetickej náročnosti varianty B

Príloha č. 5: Protokol energetickej náročnosti varianty C

Príloha č. 6: Krycí list + položkový rozpočet zateplenia VARIANT A

Príloha č. 7: Krycí list + položkový rozpočet zateplenia VARIANT B

Príloha č. 8: Krycí list + položkový rozpočet zateplenia VARIANT C

Príloha č. 9: Výpočet BÚ pre VARIANT A

Príloha č. 10: Výpočet BÚ pre VARIANT B

Príloha č. 11: Výpočet BÚ pre VARIANT C

Príloha č. 12: Výpočet príjmov = úspor na vykurovaní pre jednotlivé navrhované varianty A, B a C

Príloha č. 13: Zostavenie peňažných tokov CF + DDN + NPV

Príloha č. 14: Schematické zakreslenie existujúceho stavu BD - Bytča