

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA

Ing. arch. Ing. Roman Ruhig

Autoreferát dizertačnej práce

Príspevok k integrácii medzipriestorov pri obnove bytového fondu
z 50. - 80. rokov 20. storočia.

na získanie akademického titulu „philosophiae doctor“, v skratke „PhD.“

v doktorandskom študijnom programe:

3659 Teória a konštrukcie pozemných stavieb

v študijnom odbore:

stavebníctvo

Forma štúdia:

denná

Miesto a dátum:

V Bratislave dňa 31.5.2020

Dizertačná práca bola vypracovaná na:

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra architektúry

Predkladateľ:

Ing. arch. Ing. Roman Ruhig
Katedra architektúry
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11
810 05 Bratislava

Školiteľ:

doc. Ing. arch. Jarmila Húsenicová, PhD.
Katedra architektúry
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11
810 05 Bratislava

Oponenti:

prof. Ing. Anton Puškár, PhD.
Katedra konštrukcií pozemných stavieb
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11
810 05 Bratislava

prof. Ing. arch. Hana Urbášková, PhD.
Ústav urbanizmu
Vysoké učení technické v Brně
Poříčí 273
639 00 Brno-střed, Česko

doc. Ing. arch. Jana Gregorová, PhD.
Katedra architektúry
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Radlinského 11
810 05 Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný: 29. júla 2020

Obhajoba dizertačnej práce sa bude konať dňa 26.08.2020 o 09.00 h.
na Katedre architektúry, Stavebnej fakulte, STU v Bratislave (knížnica Katedry ARC).

.....
prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.
Dekan Stavebnej fakulty

ABSTRAKT

Téma sa zameriava na súčasné riešenia medzipriestorov pri obnovách a modernizáciách budov určených na bývanie, ktorých návrh je podmienený princípmi udržateľného rozvoja a výstavby. Reaguje tak na súčasný trend znižovania ekologickej stopy, čo má za následok znižovanie CO₂ v ovzduší. Predmetom dizertačnej práce je integrácia uzatvorených medzipriestorov v obnovovaných budovách z 50. – 80. rokov 20. storočia. V minulosti to boli pareniská, neskôr skleníky, zimné záhrady. V súčasnosti sú to balkóny, loggie, terasy, átriá, predsadené konštrukcie. Tieto prvky môžu byť otvorené, alebo uzatvorené. Komplexná kategorizácia a presné definovanie týchto medzipriestorov neexistuje. Jednou z úloh dizertačnej práce je práve vytvorenie ich kategorizácie s príslušnou terminológiou. Už v minulosti medzipriestory figurovali vo sfére architektonickej, konštrukčnej i energetickej. V dnešnej dobe je aplikácia zimných záhrad ako energetického zdroja na ústupe z dôvodu technickej a technologickej vyspelosti využívania iných alternatívnych zdrojov, no ich aplikácia sa pri obnove budov stále vyskytuje. Jedným z príkladov je neustále zasklievanie loggií / balkónov v pôvodnej panelovej výstavbe. Forma zasklievania loggií a balkónov je ovplyvnená subjektívnym vkusom vlastníkov bytových jednotiek a teda nie je regulovaná. Aj z týchto dôvodov by mala byť integrácia medzipriestorov v obnovovaných budovách podporená výskumom, ktorý by priniesol nové poznatky ich vplyvu na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budov určených na bývanie a ich dopad na architektonický výraz priečelí. V závere by mal výskum slúžiť ako podklad k regulácii zasklievania loggií a balkónov pri komplexnej obnove bytovej panelovej výstavby na Slovensku a v zahraničí.

Kľúčové slová: medzipriestor, udržateľná architektúra, súčasná architektúra, obnovované budovy, obytné budovy, nárazníková zóna, projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budov, obnoviteľné energetické zdroje, pasívna solárna energia, vnútorný komfort, konštrukčné panelové systémy.

ABSTRACT

The topic focuses on the current solutions of interspaces in the renovation and modernization of residential buildings, the design of which is conditioned by the principles of sustainable development and construction. It thus responds to the current trend of reducing the ecological footprint, which results in a reduction in CO₂ in the atmosphere. The subject of the dissertation is the integration of closed interspaces in renovated buildings from the 50s - 80s of the 20th century. In the past, they were steamhouses, later greenhouses, conservatories. At present, these are balconies, loggias, terraces, atriums, hanging structures. These elements can be open or closed. There is no comprehensive categorization and precise definition of these interspaces. One of the tasks of the dissertation is to create their categorization with the appropriate terminology. Already in the past, interspaces figured in the sphere of architecture, construction and energy. Today, the application of conservatories as an energy source is in decline due to the technical and technological sophistication of the use of other alternative sources, but their application still occurs in the renovation of buildings. One example is the constant glazing of loggias / balconies in the original panel construction. The form of glazing of loggias and balconies is influenced by the subjective taste of the owners of housing units and is therefore not regulated. For these reasons as well, the integration of interspaces in renovated buildings should be supported by research that will bring new insights into their impact on the design assessment of the energy performance of residential buildings and their impact on the architectural expression of facades. Finally, the research should serve as a basis for the regulation of glazing of loggias and balconies in the comprehensive renovation of housing panel construction in Slovakia and abroad.

Keywords: interspace, sustainable architecture, contemporary architecture, renovated buildings, residential buildings, buffer zone, project evaluation of energy efficiency of buildings, renewable energy sources, passive solar energy, interior comfort, construction panel systems.

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. PREDMET, ZÁMERY A CIELE PRÁCE	7
2.1 Predmet práce	7
2.2 Zámery a ciele práce	8
2.2.1 Teoretický prínos výskumu	8
2.2.2 Praktický prínos výskumu	8
2.2.3 Vedecký prínos výskumu	8
3. METODIKA VÝSKUMU	9
4. NÁVRH ROZDELENIA MEDZIPRIESTOROV A ICH TERMINOLÓGIA	10
5. VÝSKUM PROSTREDNÍCTVOM PRÍPADOVÝCH ŠTÚDIÍ NA OBNOVOVANÝCH BUDOVÁCH BYTOVÉHO FONDU Z 50. - 80. ROKOV	11
5.1 Vplyv nárazníkového priestoru (zádveria) na energetickú hospodárnosť rodinného domu typu „štvorec“ zo 60. rokov	11
5.1.1 Architektonické riešenie.....	11
5.1.2 Energetický koncept.....	11
5.1.3 Variantné riešenia medzipriestoru.....	12
5.1.4 Vplyv medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie	13
5.1.5 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie.....	14
5.2 Analýza bytových panelových domov s výberom ideálnych adeptov pre výskum vplyvu medzipriestorov na energetickú hospodárnosť budovy	14
5.2.1 Úvod k analýze výberu bytového panelového domu k ďalšiemu výskumu.....	14
5.3 Vplyv zimných záhrad (loggií) na energetickú hospodárnosť bytového panelového domu typu ZTB – 13 B	15
5.3.1 Architektonické riešenie.....	15
5.3.2 Energetický koncept.....	16
5.3.4 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie.....	18
5.3.5 Aplikovanie výskumu z prípadovej štúdie do architektonického návrhu	18
5.4 Vplyv zimných záhrad (loggií) na energetickú hospodárnosť bytového panelového domu typu T 08 B.....	19
5.4.1 Architektonické riešenie.....	19
5.4.2 Energetický koncept.....	20
5.4.4 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie.....	21
5.4.5 Aplikovanie výskumu z prípadovej štúdie pri optimalizovaní tepelno-výmennej obálky budovy	21
5.5 Vplyv zimných záhrad (loggií) na energetickú hospodárnosť bytového domu v Madride z 50. rokov	24
5.5.1 Architektonické riešenie.....	24
5.5.2 Energetický koncept.....	25

5.5.3	Vplyv medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie	26
5.5.4	Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie	27
6.	ZÁVER	27
6.1	Potvrdenie hypotéz	27
6.2	Odpovede na výskumné otázky	28
6.3	Záverečné zhrnutie	30
6.3.1	Teoretický prínos výskumu	30
6.3.2	Praktický prínos výskumu	31
6.3.3	Vedecký prínos výskumu	31
	VYBRANÝ ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	32
	PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ AUTORA SÚVISIACA Z DIZERTAČNOU PRÁCOU .	33

1. ÚVOD

Zvyšovaním populácie sa zvyšuje spotreba energií v domácnostiach a odpad vyprodukovaný v domácnostiach. Tento fakt je logicky priamo úmerný a našou úlohou by malo byť znižovanie využívania primárnych energií a zredukovanie odpadov v budovách. Prevádzkovanie budov ako aj ich výstavba v Európskej únii generuje okolo 25% emisií skleníkových plynov¹. Ekologická záťaž planéty je alarmujúca a ekologická stopa neprimeraná. Už dnes máme ekologický dlh voči biokapacite Zeme na prepočet planét = 1,5 planéty². Ak budeme pokračovať v takomto tempe dlh môže narásť v roku 2050 až na 2-3 planéty³. Presný počet závisí od prijatých opatrení. Aj z tohto dôvodu je potrebné hľadať optimálne riešenia, ktoré znížia spotrebu energií. Jednou z možností je hľadanie nových obnoviteľných zdrojov, alebo efektívnejšie využívanie už poznaných zdrojov energií. Jednou z alternatív na zlepšenie projektového hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy by mohli byť medzipriestory s pridanou funkciou, ako sú balkóny, loggie, terasy, skleníky, zimné záhrady. Obytné budovy z 50. – 80. rokov, tvorili v roku 2001 až 60% stavebného fondu čo znamená obrovské vynaloženie energie na ich obnovu⁴. V súčasnosti si vlastníci bytových jednotiek v bytových domoch svojvoľne zasklievajú loggie / balkóny čo vo väčšine prípadov vedie k stratám architektonických kvalít. Aj z tohto titulu sa vytvoril spoločný determinant problémov, čím sa stávajú energeticky efektívne medzipriestory (skleníky, zimné záhrady). Predmetný výskum by mal priniesť kategorizáciu daných medzipriestorov, overenie ich reálneho vplyvu na energetickú hospodárnosť a v neposlednom rade by mal byť výskum podkladom pri regulácii fasád bytovej panelovej výstavby na Slovensku a v zahraničí.

2. PREDMET, ZÁMERY A CIELE PRÁCE

2.1 Predmet práce

Z naštudovaného je zrejmé, že najväčším potenciálom k udržateľným riešeniam je hľadanie nových obnoviteľných zdrojov, alebo efektívnejšie využívanie už známych riešení. Jedným z riešení, ktoré zlepšujú energetickú hospodárnosť budov sú medzipriestory. Postupnou selekciou výskumov, ktoré sa zaoberajú využívaním týchto medzipriestorov bol vybratý variant medzipriestoru, ktorý je energeticky efektívny a zároveň je ho možné funkčne využiť na pobyt, relax, pestovanie vegetácie. V minulosti pareniská, neskôr skleníky, zimné záhrady. V súčasnosti balkóny, loggie, terasy, átriá, predsadené konštrukcie, či už otvorené, alebo uzatvorené. Zvláštnosťou je, že ich kategorizácia a presné definovanie neexistuje. Aj preto by malo byť jednou z úloh dizertačnej práce vytvoriť kategorizáciu s príslušnou terminológiou, ktorá by bola prínosom pre architektov a stavebným inžinierom pri ich navrhovaní. Už v minulosti medzipriestory figurovali vo sfére architektonickej, konštrukčnej i energetickej. **V dnešných časoch je aplikácia zimných záhrad ako energetického zdroja na ústupe z dôvodu technickej a technologickej vyspelosti využívania iných alternatívnych zdrojov. Ich použitie v moderných stavbách prestalo byť zaujímavé. No ich aplikácia sa pri obnove budov stále vyskytuje. Jedným z príkladov je neregulované zasklievanie loggií / balkónov vlastníckmi bytových jednotiek v pôvodnej panelovej výstavbe. Aj z tohto dôvodu by mala byť ich integrácia v obnovovaných budov podporená výskumom, ktorý by priniesol nové poznatky ich vplyvu na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti bytu / budovy a následne**

¹ Zdroj: Európska environmentálna agentúra, Európska rada, 2019

² Zdroj: Adrián Ondrovič, Slovensko, 2018

³ Zdroj: PIFKO, H. a kol. 2013. Rukoväť udržateľnej architektúry. Bratislava : Archinfo, 2013

⁴ Zdroj: Alexandra Troi, Institute for Renewable Energy, EURAC research, Bolzano/Italy, 2001

slúžiť ako podklad pre reguláciu. Mnoho firiem sa touto problematikou zaoberá a ponúkajú zákazníkom svoje produkty, no bez akejkoľvek architektonickej invencie. Ďalším problémom pri obnove budov z tohto obdobia sú už existujúce medzipriestory rodinných domov v podobe zádverí, vestibulov a rôznych aditívnych hmôt pristavených časom. Nielenže zhoršujú faktor tvaru a zvyšujú mernú potrebu tepla na vykurovanie, no ich úpravou, alebo ďalším pridávaním hmôt k budove sa potláča pôvodná silueta. Preto vyčlenenie existujúcich medzipriestorov z vykurovaného objemu a definovanie ich ako nárazníkové zóny, môžu zlepšiť energetickú hospodárnosť. Rešpektovanie existujúceho využitia súčasnými vlastníckmi by nemalo byť zmenené. **V súčasnosti nie je vedený dostatočný výskum k vplyvu medzipriestorov s pridanou funkciou na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti obnovovaných budov, ktorý môže zároveň ovplyvniť aj architektonický výraz fasády a dispozičné riešenie bytovej jednotky.**

2.2 Zámery a ciele práce

2.2.1 Teoretický prínos výskumu

Z dôvodu stagnujúceho výskumu v oblasti definovania medzipriestorov s pridanou funkciou a ich kategorizácie, bude jednou z úloh dizertačnej práce vytvoriť jednotnú štruktúru ich delenia. Výskum by mal priniesť teoretické poznatky, ktoré preukážu vplyv zasklievania loggií / balkónov na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti obytných budov pri rôznej orientácii na svetové strany a pri rôznej integrácii medzipriestorov do vykurovaného objemu. V záverečnom zhodnotení budú porovnané vybrané konštrukčné panelové systémy, kde prebehne optimalizácia teplo-výmennej obálky vďaka integrácii daných medzipriestorov. V závere by mal výskum odporučiť ďalší postup pri pokračovaní v predmetnej téme.

2.2.2 Praktický prínos výskumu

Hlavným praktickým prínosom dizertačnej práce bude podklad pre reguláciu obnovy fasád bytovej panelovej výstavby s dôrazom na zasklievanie loggií / balkónov a ich architektonické prevedenie. Výskum bude spracovaný vo forme metodiky, ktorá bude slúžiť pre architektov a projektantov ako manuál pri optimalizácii návrhu uzatvorených medzipriestorov, pri obnovovanej konkrétnej bytovej výstavbe. V neposlednom rade bude výstup dizertačnej práce slúžiť k vylepšeniu programov ISOVER Fragment 5.0 a ISOVER Projektové hodnotenie 1.0 (PEHA), ktoré sa zaoberajú projektovým hodnotením energetickej hospodárnosti. Základný cieľom týchto vylepšení je zjednodušenie celého projektového hodnotenia energetickej hospodárnosti, aby aj pracovníci na stavebných úradoch a projektanti v praxi vedeli jednoducho a prehľadne pozrieť a potvrdiť, či daný projekt vyhovuje, alebo nevyhovuje z hľadiska potreby tepla na vykurovanie a zatriedenia do energetických tried.

2.2.3 Vedecký prínos výskumu

Vedeckou súčasťou dizertačnej práce bude metodická snaha a všeobecné poznanie vo vymedzenej oblasti, ktorej sú medzipriestory a ich vplyv na energetickú hospodárnosť, architektonický výraz a dispozičné riešenie v obnovovanej bytovej výstavbe. Vedeckým prínosom dizertačnej práce bude aplikácia (aplikovaná veda) vyskúmaných teoretických poznatkov na prípadových štúdiách. Aplikácia by mala byť preukázaná na architektonickom prevedení a dispozičnom riešení vybraných typov budov, ktorej základom budú výpočty energetickej hospodárnosti spracované v teoretickej časti

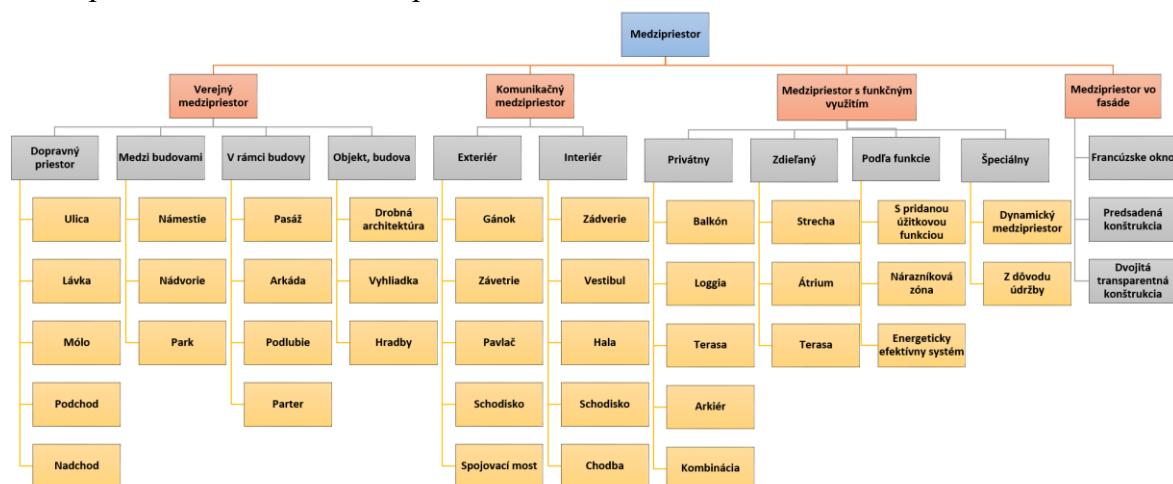
3. METODIKA VÝSKUMU

Metodika výskumu reaguje na predmet dizertačnej práce a jej snahou bude zodpovedať na sformulované výskumné otázky, buď čiastočne, alebo komplexne. Na začiatok treba poznamenať, že nemusí dôjsť k zodpovedaniu všetkých otázok. Nezodpovedané otázky môžu vytvoriť pôdu pre ďalší výskum. Na začiatku by sa mal výskum zamerať na návrh vytvorenia kategorizácie a ich terminológiu, nakoľko sa ku komplexnému zatriedeniu medzipriestorov dlho nikto nevenoval. Podkladmi ku kategorizácii medzipriestorom budú ukončené, alebo prebiehajúce výskumy, články, periodiká a monografie. Ich zatriedenie by malo spočívať v rozdelení podľa polohy, funkčného využitia, dostupnosti verejnosti a pod. Po kategorizácii budú nasledovať prípadové štúdie, ktoré overia vplyv uzatvorených medzipriestorov na projektové hodnotenie energetickej efektívnosti, dispozičné a architektonické riešenie. Overovanie bude spracované na obnovovaných budovách s obytnou funkciou z 50. – 80. rokov 20. storočia. Metodika skúmania by mala byť rovnaká pri všetkých prípadových štúdiách: 1. úvod do problematiky, 2. lokalita a okrajové podmienky, 3. architektonické riešenie, 4. energetický koncept, 5. návrh dispozície, 6. skladba konštrukcií a materiálové riešenie, 7. variantné riešenie medzipriestoru, 8. vplyv medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie, 9. záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie, 10. prípadná aplikácia pri architektonickom návrhu, alebo aplikácia pri optimalizácii tepelných izolácií. Výpočet bude prebiehať iba v hraniciach existujúcich substancií danej výstavby z dôvodu lepšieho zovšeobecnenia a porovnávania. Prístavby, nadstavby a iné predsadené konštrukcie, by nemali vychádzať z existujúcej zastavanej plochy, v ktorej boli pôvodné budovy postavené. Výnimkou je tepelná izolácia, ktorá mierne navýši objem budovy no nezhorší jej faktor tvaru. Daný limit má výhodu aj v zachovávaní existujúcich štruktúr ako súčasť kultúrnej udržateľnosti. Vzhľadom na potrebu porovnania jednotlivých výstupov medzi rozličnými budovami v rámci danej klimateckej oblasti pri rovnakej alebo aspoň podobnej činnosti bol vybraný variant spôsobu energetického hodnotenia: **výpočtové energetické hodnotenie**. Tento typ hodnotenia bude aplikovaný na vybrané typy budov. Sľubnou metódou, ktorá by riešila parametre vnútorného prostredia pre výpočet energie je metóda na hodinovom základe (dynamická simulácia). Jej simulácia by mohla byť spochybnená ľudským faktorom, ktorý by bol vo výpočte ťažko uchopiteľný. Aj z toho dôvodu sa predmet práce zameriaval na posudzovanie energetického hodnotenia, ktoré je založené na výpočte energetického hodnotenia, pretože táto metóda pracuje s normalizovanými vstupnými údajmi, ktoré môžu výsledky viac zovšeobecniť. V závere dizertačnej práce sa odporúča ďalšie možnosti energetického hodnotenia, alebo sa odporúči metóda, ktorá bude zohľadňovať aj parametre vnútorného prostredia pre výpočet energie. Prvým zvoleným objektom skúmania by mal byť rodinný dom menších rozmerov, ktorý má významné zastúpenie na celom Slovensku a jeho výstavba prebiehala v požadovanom časovom rozptyle. Adekvátnym adeptom sa javí rodinný dom „štvorec“, ktorý bol najrozšírenejším a najstavanejším rodinným domom, v danom období na Slovensku. Posudzovaným medzipriestorom v tomto prípade bude existujúci vestibul, ktorého modernizácia prebehne v min. 4 rôznych variantoch. Varianty budú posudzované v programe Therm, kde sa zistí najoptimálnejší súčiniteľ prechodu tepla fasády a na základe svojej rôznej konštrukčnej schémy budú posudzované aj pasívne solárne zisky a prehrievanie priestoru. Vo výsledku bude najpriaznivejší stav s medzipriestorom a bez neho posúdený aj na celkovú mernú potrebu tepla na vykurovanie v programe MCH Designer. Výber výpočtových programov je zvolený na základe jednoduchšieho výpočtového modelu, ktorý nepotrebuje prílišnú detailnosť výpočtu. V prvej prípadovej štúdii sa očakáva menší vplyv medzipriestoru na energetickú hospodárnosť domu. Z toho dôvodu je potrebné vytipovať bytovú výstavbu s väčšou stavebnou hmotou. Obdobie 50. – 80. roky 20. storočia prinieslo mnohé nové konštrukčné systémy panelovej bytovej výstavby. Na základe analýzy podielu

plôch medzipriestorov k zastavanej ploche podlažia bude potrebné vybrať dva typy konštrukčných systémov pre ďalšie výpočty. Prvý by mal zastúpiť čo možno najväčšie množstvo panelových sústav. Výber bude podliehať aritmetickému priemeru všetkých spomínaných podielov plôch konštrukčných systémov. Druhý výber bude závisieť od extrémneho podielu spomínaných plôch, kde plocha medzipriestorov bude mať na jednom priečelí významné zastúpenie. Obi dva vybrané konštrukčné systémy budú spracované rovnakým postupom, aby mohli byť výsledky porovnané. Dôležitým vstupom do výpočtov bude poloha medzipriestoru voči vykurovanému objemu (bez medzipriestoru, s medzipriestorom ako nárazníkovou zónou, s medzipriestorom v rámci vykurovaného objemu), orientácia na svetové strany, stav bez zateplenia a stav so zateplením. Následne bude načrtnutá možná aplikácia do architektonického návrhu, alebo budú v návrhu optimalizované hrúbky tepelných izolácií, čo môže mať za následok odporúčanie do normy STN 73 0540-2. Výpočet projektového hodnotenia energetickej hospodárnosti prebehne v programe ISOVER Fragment 5.0 a v programe ISOVER Projektové hodnotenie 1.0 (PEHA). Výber programov je z dôvodu zložitejšieho a komplexnejšieho výpočtu. Výpočty by mali zároveň slúžiť k vylepšeniu týchto programov. Posledná prípadová štúdia by mala overiť získané poznatky na medzinárodnej úrovni. Jednou z možností je výskum vplyvu uzatvorených medzipriestorov na bytovom dome postavanom v podobnom období ako v predošlých prípadových štúdiách, no v suchšom a teplejšom klimatickom podnebí. Daná prípadová štúdia by mohla potvrdiť, alebo vyvrátiť zmyslupnosť dizertačnej témy v zahraničí. Výpočet celkovej mernej potreby tepla na vykurovanie bude spracované v programe MCH Designer, z dôvodu jednoduchšieho výpočtového modelu, ktorý nepotrebuje detailnejší výstup. V závere budú úplne, alebo čiastočne zodpovedané výskumné otázky a stanovené odporúčania pre ďalší výskum v danej téme.

4. NÁVRH ROZDELENIA MEDZIPRIESTOROV A ICH TERMINOLÓGIA

Z naštudovaných podkladov sa vytvoril zoznam medzipriestorov, ktoré sa jednotlivo zatriedili do už známych a nových kategórii (tab. 1). Výnimočnosťou tohto komplexného zatriedenia je, že sa takéto zatriedenie nenachádza zatiaľ v žiadnom výskume a nie je ani v takejto miere publikované. Grafické (autorské) znázornenie jednotlivých príkladov medzipriestorov sa nachádza v prílohe A.



Tabuľka 1 Komplexná kategorizácia medzipriestorov (Zdroj: Ruhig)

5. VÝSKUM PROSTREDNÍCTVOM PRÍPADOVÝCH ŠTÚDIÍ NA OBNOVOVANÝCH BUDOVÁCH BYTOVÉHO FONDU Z 50. - 80. ROKOV

5.1 Vplyv nárazníkového priestoru (zádveria) na energetickú hospodárnosť rodinného domu typu „štvorec“ zo 60. rokov

5.1.1 Architektonické riešenie

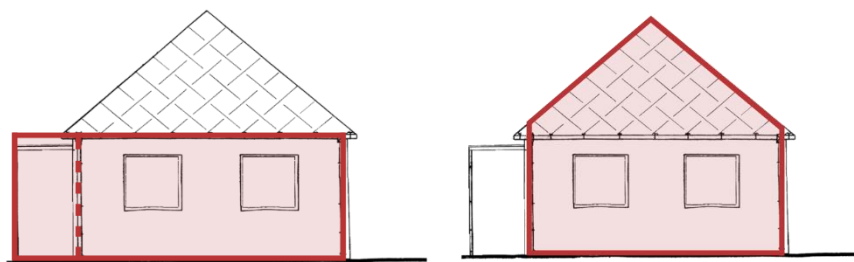
V súčasnosti sa predmetný typ rodinného domu neprimerane pristavuje, nadstavuje, ničí jeho pôvodný charakter, silueta. Náš koncept preto volí pokornejší prístup. Prvým krokom pri obnove je odstraňovanie, alebo očistenie pôvodnej figúry od nánosov. Základná silueta budovy je vo svojej podstate „dobrá“ a treba sa jej ďalej venovať. Pôdorysná plocha sa javí byť symetrická so štvorcovým usporiadaním. Po odstránení strechy nad verandou, prístavby pri kuchyni, komínov nad úrovňou strešnej roviny a zastrešenia terasy dostávame základnú hmotu. Hlavnou ideou je nepotláčať racionálny charakter objektu, ale zdôrazňovať ho (obr.1).



Obrázok 1 Vizualizácia navrhovanej obnovy, (Zdroj: Ruhig, Kiabová, 2017)

5.1.2 Energetický koncept

V prvom rade bol potrebný návrh novej tepelno-výmennej obálky so zachovaním pôvodného muriva. Eliminovaním časti strechy nad verandou a oddelením zádveria od priestorov izoláciou sme dostali kompaktnejší tvar budovy, kde sa zlepšili aj faktor tvaru objektu (Obr. 2). Pôvodný tvar do ktorého ho v rámci obnovy vraciame má priaznivejší dopad na energetickú efektivitu, laicky povedané: lepšie uchováva energiu. V súčasnosti je pridaný vestibul vykurovaný. Brizolitová stena verandy by mohla ostať v dnešnej podobe, bez prídavných tepelných izolácií. Izolácia by bola aplikovaná iba v plochej streche a v podlahe z dôvodu eliminácii tepelných mostov. Zádverie je zároveň nárazníkovou zónou nie len z energetického hľadiska, ale aj pociťového. Teplota v zádverí v zime nedosahuje mínusové hodnoty a prechod medzi exteriérom a interiérom je príjemnejší. V interiéri bolo zachované nosné murivo s minimálnou perforáciou. Orientácia skúmaného medzipriestoru je na juh, nakoľko je táto svetová strana s najväčšími solárnymi ziskami a väčšina týchto objektov mala vestibul typologicky orientovaný tiež na juh.



Obrázok 2 Rozdiel medzi faktorom tvaru dnešného stavu ($A/V = 1,07$) a pôvodného stavu do ktorého objekt vraciame ($A/V = 0,88$), (Zdroj: Ruhig, Kiabová, 2018)

5.1.3 Variantné riešenia medzipriestoru

Ďalší krokom bola simulácia vstupnému priestoru – nárazníkovej zóny vo viacerých variantoch, ktorá by deklarovala zlepšenie súčiniteľa prechodu tepla obvodového muriva a vďaka transparentným plochám zvyšovať solárne zisky s ich možnosťou využitia pri vykurovaní v interiéri. Pôvodný objekt disponuje so vstupným priestorom – vestibulom, no ten je riešený v rámci teplo-výmennej obálky. Náš návrh spočíva v oddelení tohto priestoru, čím vzniká nárazníková zóna (obr. 3, 4, 5, 6).

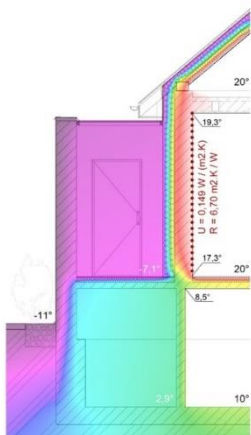


Variant A
Full roof, non-transparent
vertical constructions



Variant B
Full roof, transparent vertical
constructions

Obrázok 3 Variant A – zachovanie čelnej steny a stropu (Zdroj: Ruhig, Kiabová 2017)
Obrázok 4 Variant B – transparentné steny, plný strop (Zdroj: Ruhig, Kiabová 2017)



Variant C
Transparent roof, non-transparent
vertical constructions



Variant D
Transparent roofs, transparent
vertical constructions

Obrázok 5 Variant C – zachovanie čelnej steny, transparentný strop (Zdroj: Ruhig, Kiabová 2017)
Obrázok 6 Variant D – transparentné steny, transparentný strop (Zdroj: Ruhig, Kiabová 2017)

5.1.4 Vplyv medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie

Jedným z hodnotiacich parametrov pri výbere presného typu medzipriestoru je vplyv zvoleného medzipriestoru na celkovú energetickú náročnosť celého objektu. Medzipriestor ovplyvňuje výpočet mernej potreby tepla na vykurovanie v dvoch úrovniach. Prvým je vplyv na súčiniteľ prechodu tepla a tepelný odpor fragmentu fasády daného teplo-výmenného obalu budovy s ktorou je medzipriestor v styku. Druhým prípadom sú solárne zisky, ktoré sú vďaka transparentným konštrukciám získavané aj v zimných mesiacoch. Dôležitým faktorom pri výbere konštrukčného riešenia vstupného medzipriestoru môže byť aj prehrievanie, ktoré závisí od miery transparentných plôch. Od prehrievania zas závisí výmena vzduchu. Všetky vypočítané hodnoty sú vstupnými údajmi pre výpočet mernej potreby tepla na vykurovanie celého objektu (tab. 2).

	Variant 0	Variant A	Variant B	Variant C	Variant D
Tepelný odpor - R (m ² .K)/W	6,18	7,20	6,31	6,70	6,60
Súčiniteľ prechodu tepla - U kW/(m ² .a)	0,162	0,139	0,158	0,149	0,152
Solárne zisky kW/(m ² .a)	-	96,08	273,48	91,44	313,83
Frekvencia prehrievania (%)	-	32,36	66,40	8,83	66,30

Tabuľka 2 Výsledné porovnanie výpočtu fragmentov, (Zdroj: Ruhig)

Najoptimálnejším variantom je variant B a variant C, ktoré spĺňajú požiadavky aj na cieľovú odporúčanú hodnotu, nie iba na odporúčanú hodnotu.

Architektúra je vo väčšine prípadov posudzovaná subjektívne. K objektívnemu zhodnoteniu môže prísť vďaka sociálnemu výskumu. Prieskum vznikol priamo a medzinárodnej konferencii ATF 2018, kde po prezentácii všetkých 4 variantov prišlo k hlasovaniu odbornej verejnosti sediacej v hľadisku. Počet hlasujúcich bolo 30, z toho 5 nehlasovalo. Porovnanie a následný výber je zdokumentovaný v tabuľke 3.

	Nevolilo	Variant A	Variant B	Variant C	Variant D
Počet hlasov	5	3	9	13	0

Tabuľka 3 Sociálny prieskum, hlasovanie za najviac atraktívnu variantu medzipriestoru z architektonického hľadiska, (Zdroj: Ruhig)

Najväčší počet hlasov získal variant C. Ak porovnáme prvé a druhé najoptimálnejšie riešenie z hľadiska tepelno-technického, môžeme povedať, že hodnota je približne rovnaká. Na základe tohto zhodnotenia a sociálneho výskumu prišlo k výberu varianty C, s ktorým uvažujeme aj pri ďalšom výpočte – vplyvu medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie.

Po výbere typu medzipriestoru a výpočte súčiniteľa prechodu tepla cez daný fragment bolo ďalším krokom vypočítať mernú potrebu tepla na vykurovanie (tab. 4) v pôvodnom stave – variant 1a, v pôvodnom stave s integrovaním medzipriestoru – variant ab, v stave so zateplením bez medzipriestoru – variant 2, v stave so zateplením s integrovaním medzipriestoru – variant 2b, v stave so zateplením s použitím rekuperácie a bez medzipriestoru – variant 3a a v stave so zateplením s použitím rekuperácie a s integrovaním medzipriestoru – variant 3b.

	Variant 1a	Variant 1b	Variant 2a	Variant 2b	Variant 3a	Variant 3b
Merná potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a)	234,42	223,99	83,84	83,43	34,46	34,05
Percentuálne zlepšenie (%)	4,7		0,5		1,1	

Tabuľka 4 Výsledné porovnanie mernej potreby tepla na vykurovanie bez a s medzipriestorom , (Zdroj: Ruhig)

Z tabuľky č. 4 je zrejmé, že vplyv medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie je minimálny vo všetkých troch variantoch (pôvodný stav, nový stav bez rekuperácie, nový stav s rekuperáciou). Integráciou medzipriestoru sa energetická hospodárnosť zlepšila od 0,49 do 4,44 %, čo je zanedbateľné.

5.1.5 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie

Z predmetného výskumu prípadovej štúdie môžeme vysloviť záver, že nárazníková zóna zlepšila fragment obvodovej steny z hľadiska tepelno-technického. Zároveň bolo zistené, že použitím rôznych konštrukčných riešení medzipriestorov majú riešenia rozdielne výsledné hodnoty súčiniteľa prechodu tepla a tepelného odporu. Ich rozdiel je však minimálny ako aj vplyv na celkovú mernú potrebu tepla na vykurovanie. Dôvodom môže byť menší vykurovaný objem. Preto by sa mal výskum uberať riešením väčších substancií ako sú bytové domy. Hlavným porovnávacím faktorom bolo skôr architektonické prevedenie. Prípadová štúdia bola prihlásená do dvojkoľovej súťaže RENOVACTIVE VELUX 2017 a v celoštátnom kole sa umiestnil na 2.mieste.

5.2 Analýza bytových panelových domov s výberom ideálnych adeptov pre výskum vplyvu medzipriestorov na energetickú hospodárnosť budovy

5.2.1 Úvod k analýze výberu bytového panelového domu k ďalšiemu výskumu

Vzhľadom na potrebu výskumu na bytových domoch, ktorý vzišiel zo záveru z predošlej prípadovej štúdie bolo potrebné zanalyzovať známe konštrukčné systémy bytového fondu z obdobia 50. – 80. rokov 20. storočia. Analýza posluží k ďalšiemu výberu bytových panelových domov, ktoré budú predmetom skúmania v ďalších prípadových štúdiách, kde budú uvažované medzipriestory ako nárazníkové zóny, alebo budú integrované do vykurovaného objemu. Graficky zanalyzované jednotlivé príklady konštrukčných systémov sa nachádzajú v prílohe B. V nasledujúcich tabuľkách je možné vidieť porovnanie percentuálneho zastúpenia plôch medzipriestorov k zastavanej ploche podlažia aj s výslednou priemernou hodnotou všetkých konštrukčných systémov. Hodnotiaci parameter plochy podlahy bol vybraný, nakoľko je priamo úmerný k percentuálnemu zastúpeniu obostavanému objemu medzipriestorov k obostavanému objemu podlažia. Konštrukčné systémy boli rozdelené do piatich kategórií, podľa polohy medzipriestoru voči budove (predsadené, zapustené, kombinácie predsadených a zapustených, žiadne a celoplošné). Oranžovou sú vyznačené konštrukčné systémy, ktoré boli vybrané pre ďalší výpočet (tab. 5, 6).

KONŠTRUKČNÉ SYSTÉMY S KOMBINÁCIOU PREDSEDENÝCH A ZAPUSTENÝCH LOGGIÍ / BALKÓNOV	Vykurovaná plocha podlažia	Plocha loggií / balkónov	Pomer plochy loggií / balkónov k budove
BA BC (sekciový)	386,95	31,64	8,17
LB (MB) (bodový)	216,66	21,2	9,79
LB (MB) (radový)	280,2	18,6	6,64
P 1.14, P1.15 (sekciový)	484,29	14,04	2,9
T 06 B ZA – Žilina (sekciový)	207,01	13,96	6,74
U 65 (vežový)	524,04	24,15	4,61
ZTB – Bratislava (zjednotený, vežový)	440,34	19,44	4,41
ZTB – Bratislava (zjednotený, sekciový)	361,15	21,6	5,98
Priemerná hodnota			6,16

Tabuľka 5 Konštrukčné systémy s kombináciou predsadených loggií / balkónov a zapustených loggií. Porovnanie %-neho zastúpenia plôch medzipriestorov k zastavanej ploche podlažia, (Zdroj: Ruhig)

KONŠTRUKČNÉ SYSTÉMY S CELOPLOŠNE PREDSEDENÝMI LOGGIAMI	Vykurovaná plocha podlažia	Plocha loggií / balkónov	Pomer plochy loggií / balkónov k budove
T 08 B (sekciový)	485,75	43,44	9,47
ZT (zjednotený, sekciový)	490,42	46,05	9,39
Priemerná hodnota			9,43

Tabuľka 6 Konštrukčné systémy s celoplošne predsadenými loggiami. Porovnanie %-neho zastúpenia plôch medzipriestorov k zastavanej ploche podlažia, (Zdroj: Ruhig)

5.3 Vplyv zimných záhrad (loggií) na energetickú hospodárnosť bytového panelového domu typu ZTB – 13 B

5.3.1 Architektonické riešenie

Architektonické riešenie danej prípadovej štúdie tkvie najmä v práci s výrazom loggií a s tým súvisiacou zmenou dispozície. Monotónne priečelie objektu je na zadnej strane (strana pri schodisku) narušené schodiskom, ktoré je vysunuté do exteriéru. Na prednej strane je raster zachovaný po celej ploche. Tektonika plochy je narušená loggiami, ktoré v týchto miestach čiastočne odhmotňujú celkovú hmotu, čo má priaznivý efekt na plasticitu budovy (obr. 7).



Obrázok 7 Pohľady na bytový dom ZTB – 13 B - existujúci stav (Zdroj: Ruhig, 2019)

Samotné riešenie loggií v návrhu je do veľkej miere ovplyvnené energetickým konceptom. Návrh s nárazníkovými zónami dovoľuje presklenie loggie na celú výšku (obr. 8). Loggia v tomto prípade nie je v rámci vykurovaného objemu a netvorí súčasť požiarneho úseku. Z toho dôvodu sú požiarne pásy medzi oknami uvažované mimo zasklenia loggie. Pôvodná tektonika fasády je mierne narušená. Pri zatvorení zimnej záhrady v zimných mesiacoch loggie strácajú hĺbku a pôvodná plasticita budovy je potlačená. V letných mesiacoch však môže byť vrchná časť zasklenia otvorená na 100 % vďaka koľajníčkovému, harmonikovému systému.



Obrázok 8 Pohľady na bytový dom ZTB – 13 B – návrh s nárazníkovými zónami v polohe loggií (Zdroj: Ruhig, 2019)

Návrh so zimnými záhradami rešpektuje pôvodnú tektoniku priečelia, vďaka pevnej vymurovanej (zateplenej) časti zimnej záhrady, ktorá cituje pôvodné zábradlie (obr. 9). Pridaním loggie do vykurovaného objemu sa stala loggia súčasťou požiarneho úseku. Vymurované pásy majú z tohto dôvodu opodstatnenie aj z hľadiska požiarnej bezpečnosti, kde musí byť medzi oknami aspoň 900 mm odstup. Ostatná časť je zasklená a vzniká tu podobný nepriaznivý efekt ako pri variante s nárazníkovou zónou a to, že je v zimných mesiacoch zasklenie väčšinou uzatvorené a fasáda stráca na plasticite. V letných mesiacoch je možné otvorenie presklenej časti, no je otázne v akej miere, nakoľko je tu uvažované trosjklo s profilom používaným do pasívnych resp. nízkoenergetických budov.

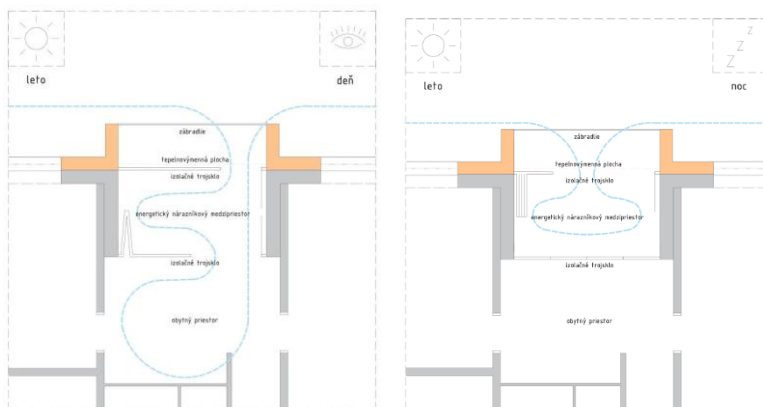


Obrázok 9 Pohľady na bytový dom ZTB – 13 B – návrh so zimnými záhradami v polohe loggií (Zdroj: Ruhig, 2019)

5.3.2 Energetický koncept

Energetický koncept zimných záhrad integrovaných do vykurovaného objemu má z hľadiska funkčného využitia výhody počas celoročného fungovania. Zóna zimnej záhrady je modifikovateľná otváratelným dvoma preskleniami, ktoré nám umožňujú variabilné využitie počas celého roka. V lete cez deň dokážeme prevetrať celý byt otvorením obidvoch

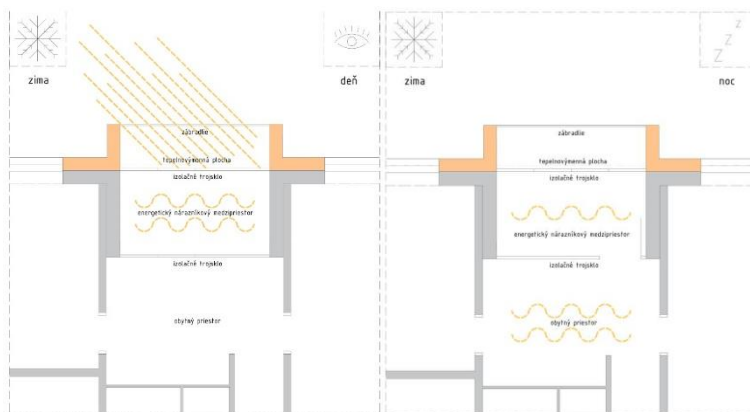
presklení (obr. 10). V lete v noci sa nechá uzatvorené druhé zasklenie na interiérovej strane a otvorením prvého zasklenia na exteriérovej strane sa nám čiastočne ochladia steny obytných miestností v dotyku s loggiou (obr. 11). V zime cez deň necháme uzatvorené obe zasklenia, čím vzniká energeticky efektívny medzipriestor a vďaka skleníkovému efektu sa v loggii zhromažďuje energia, ktorú v noci otvorením druhého zasklenia čiastočne vykúri interiér.



Obrázok 10 Zimná záhrada v letnej prevádzke cez deň (Zdroj: Ruhig, Húdoková, Hanzl, Provazník 2019)

Obrázok 11 Zimná záhrada v letnej prevádzke cez noc (Zdroj: Ruhig, Húdoková, Hanzl, Provazník 2019)

V zime cez deň necháme uzatvorené obe zasklenia, čím vzniká energeticky efektívny medzipriestor a vďaka skleníkovému efektu sa v loggii zhromažďuje energia (obr. 12). Tá je v noci, vďaka otvoreniu zasklenia na interiérovej strane vypustená, čo má za následok ohriatie interiérového vzduchu a zlepšenie vnútornej klímy (obr. 13).



Obrázok 12 Zimná záhrada v zimnej prevádzke cez deň (Zdroj: Ruhig, Húdoková, Hanzl, Provazník 2019)

Obrázok 13 Zimná záhrada v zimnej prevádzke cez noc (Zdroj: Ruhig, Húdoková, Hanzl, Provazník 2019)

5.3.3 Variantné riešenia medzipriestoru

V predmetnej prípadovej štúdii bolo uvažované s tromi variantmi prístupu k loggiám. Prvý variant akceptuje pôvodný stav, kde sú v loggiách ponechané zábradlia a nie je pridané žiadne zasklenie. V druhom variante sú loggie zasklené, čím sa vytvárajú nárazníkové zóny, v ktorých by teplota v zime nemala klesnúť pod 0°C. Zasklenie môže byť v týchto priestoroch podľa tepelno-technickej normy STN 73 0540-2 buď ako jednoduché, dvojité, alebo s tepelnoizolačným dvojsklo $U_g \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. V našom výpočte sme uvažovali s dvojsklo $U_g \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, kde redukčný faktor b_x v závislosti od deliacej konštrukcie je 0,50, čo má za následok zníženie tepelných strát H_T cez tepelno-výmennú obálku budovy. V tretej variante sú loggie uvažované ako vykurované a sú integrované do vykurovaného

objemu budovy. Vďaka tomu sa na scelila substancie bytového domu do kvádra, kde sa zlepšil aj faktor tvaru budovy. Faktor tvaru budovy v existujúcom stave = 0,342 (1/m), faktor tvaru budovy s integrovaním loggií do vykurovaného objemu = 0,308 (1/m), čo je zlepšenie o 9%.

5.3.4 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie

V predkladanej prípadovej štúdii bola riešená energetická hospodárnosť obnovy bytového domu systému ZTB - 13 B, dispozičné riešenie bytovej jednotky, architektonické riešenie daného zasklenia loggie a vplyv energeticky efektívneho medzipriestoru na celkovú energetickú hospodárnosť budovy. Výskum bol spracovaný ako podklad pre výber typu medzipriestoru, ktorého výsledok závisel od miery použitia tepelných izolácií, od miery integrovania loggie do vykurovaného objemu a od orientácie na svetové strany. Z tabuliek a grafov je zrejmé, že medzipriestor a jeho zvolená orientácia má významný vplyv na energetickú hospodárnosť budovy. Zaujímavým poznatkom je vplyv medzipriestorov bez zateplenia a po zateplení, kde bez zateplenia (pri orientácii na všetky svetové strany) je vhodnejším variantom integrovanie medzipriestoru do vykurovaného objemu – zlepšenie 15,08% - 18,86%. Po zateplení je však najvhodnejším variantom medzipriestor, ktorý je definovaný ako nárazníková zóna – zlepšenie 15,51% – 18,66%. Ďalším dôležitým poznatkom je, že juhozápadná a južná strana majú približne rovnaké výsledky, no západná strana vykazuje lepšie hodnoty približne o 3% ako ostatné svetové strany. V závere predmetnej prípadovej štúdie bol vyhodnotený aj percentuálny rozdiel medzi jednotlivými variantmi integrovania medzipriestoru po zateplení. Výsledkom je, že na západnej strane nie je dôležité, či je integrovaný medzipriestor do vykurovaného objemu, alebo je uvažovaný ako nárazníková zóna, nakoľko je pri nárazníkovej zóne oproti integrovaniu loggie do vykurovaného objemu zlepšenie iba o 1,12%. Avšak pri ostatných svetových stranách je dobré zvážiť aký systém bude použitý. Dôvodom je zlepšenie energetickej hospodárnosti nárazníkovými priestormi oproti medzipriestorom vo vykurovanom objeme od 4,35% - 4,38% čo dokazuje aj výpočet na svetové strany juhozápad a juh. Porovnanie jednotlivých alternatív nabáda k jednoznačnému výberu zasklenej loggie ako nárazníkového priestoru (iba v prípade komplexnej obnovy so zateplením), no netreba zabúdať na architektonicko-výtvarné aspekty, ktorých regulácia by vychádzala z predkladaného výskumu. **Najpriaznivejší stavom je teda alternatíva, ktorá pracuje s medzipriestorom ako nárazníkovou zónou, objekt je zateplený a exponovaná fasáda s najväčším počtom loggií je orientovaná na juh. Potreba energie na vykurovanie za sezónu je v tejto alternatíve 19,346 (kWh/(m².a)). Výpočet je zdokumentovaný v prílohe D.**

5.3.5 Aplikovanie výskumu z prípadovej štúdie do architektonického návrhu

Hlavným dôvodom výskumu rôznych prístupov integrácie loggií na fasáde bolo vyhotoveniu podkladu na základe ktorého by mohlo prísť k ďalšej regulácii z architektonického hľadiska. Predmetný výskum bol preto použitý pri študentských architektonických návrhoch na „workshope Panel LUCK“, kde sa hľadali rôzne modely obnov panelového bytového domu ZTB – 13 B. Návrhy komplexne neriešia iba tepelno-technické vlastnosti obálky budovy, ale aj základné požiadavky na vnútorné prostredie, ktoré bolo docielené väčšími transparentnými plochami, tieniacimi konštrukciami, vegetačnými strechami, výmenou vzduchu prirodzenou, ale i nútenou formou v podobe rekuperácie a pod.. Všetky opatrenia sú navrhované za účelom zlepšenia kvality bývania pri znížení budúcich finančných nákladov na prevádzku. Všetky práce, ako aj ich porovnanie vzhľadom na energetickú hospodárnosť, sú zdokumentované v prílohe I. Architektonická a výpočtová časť prípadovej štúdie bola prezentovaná a publikovaná na konferencii **Architektura v perspektíve v Ostrave 2019. Publikácia sa dostala do Web of Science.**

5.4 Vplyv zimných záhrad (loggií) na energetickú hospodárnosť bytového panelového domu typu T 08 B

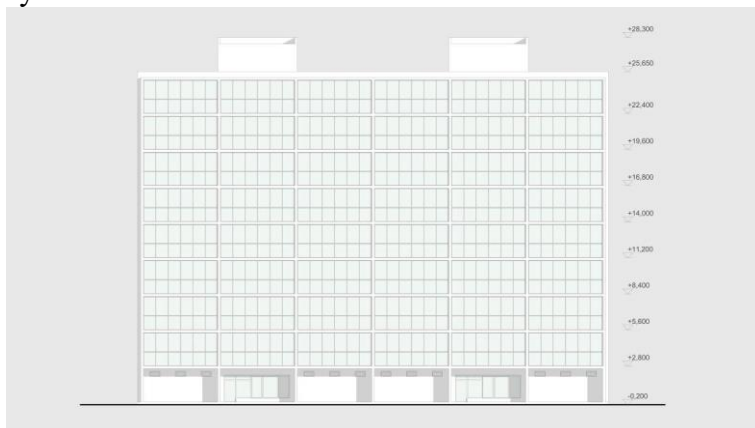
5.4.1 Architektonické riešenie

Architektonické riešenie danej prípadovej štúdie tkvie najmä v práci s výrazom loggií a s tým súvisiacou zmenou dispozície. Zadná strana bytového domu (severná strana pri schodisku) je výrazne monotónna v jednotnom rastrí. Narušená monotónnosť sa odohráva iba v podnoží, kde sú vstupy do jednotlivých sekcií. Na prednej strane je raster tiež zachovaný po celej ploche. Tektonika plochy je narušená loggiami, ktoré sú vnímané ako aditívne pridané k celkovej substancii vďaka čomu je celkový výraz odhmotnený. Loggie tvoria určitú zónu medzi exteriérom a interiérom, ktorá vytvára optický filter medzi týmito priestormi (obr. 14).



Obrázok 14 Čelný pohľad na bytový dom T 08 B - existujúci stav (Zdroj: Ruhig, 2020)

Samotné riešenie loggií v návrhu je do veľkej miery ovplyvnené energetickým konceptom. Návrh s nárazníkovými zónami dovoľuje presklenie loggie na celú výšku (obr. 15). Loggia v tomto prípade nie je v rámci vykurovaného objemu a netvorí súčasť požiarneho úseku. Z toho dôvodu sú požiarne pásy medzi oknami uvažované mimo zasklenia loggie. Pôvodná tektonika fasády je mierne narušená. Pri zatvorení zimnej záhrady v zimných mesiacoch loggie strácajú hĺbku a pôvodná plasticita budovy je potlačená. V letných mesiacoch však môže byť vrchná časť zasklenia otvorená na 100 % vďaka koľajničkovému, harmonikovému systému.



Obrázok 15 Čelný na bytový dom T 08 B – návrh s nárazníkovými zónami v polohe loggií (Zdroj: Ruhig, 2020)

Návrh so zimnými záhradami rešpektuje pôvodnú tektoniku priečelia, vďaka pevnej vymurovanej (zateplenej) časti zimnej záhrady, ktorá cituje pôvodné zábradlie (obr. 16). Pridaním loggie do vykurovaného objemu sa stala loggia súčasťou požiarneho úseku. Vymurované pásy majú z tohto

dôvodu opodstatnenie aj z hľadiska požiarnej bezpečnosti, kde musí byť medzi oknami aspoň 900 mm odstup. Ostatná časť je zasklená a vzniká tu podobný nepriaznivý efekt ako pri variante s nárazníkovou zónou a to, že je v zimných mesiacoch zasklenie väčšinou uzatvorené a fasáda stráca na plasticite. V letných mesiacoch je možné otvorenie presklenej časti, no je otázne v akej miere, nakoľko je tu uvažované trosjklo s profilom používaným do pasívnych resp. nízkoenergetických budov.



Obrázok 16 Čelný pohľad na bytový dom T 08 B – návrh so zimnými záhradami v polohe loggií (Zdroj: Ruhig, 2020)

5.4.2 Energetický koncept

Výpočet bude prebiehať obdobne ako pri konštrukčnom systéme ZTB – 13 B v troch variantoch: existujúci stav, s návrhom nárazníkových zón v polohe loggií a s návrhom so zimnými záhradami v polohe loggií. Všetky 3 varianty budú posudzované aj so zateplením a bez neho. Návrh novej tepelno-výmennej obálky je riešený so zachovaním obvodových konštrukcií. Odstránilo sa iba zábradlie a čiastočne obvodové murivo pri loggiách, ktoré je výplňové a nemá nosnú funkciu. 1. nadzemné podlažie, v ktorom sú komunikačné a technické priestory, nie je uvažované ako vykurované. Jeden z vplyvov na celkovú energetickú efektívnosť budovy je aj umiestnenie na pozemku a orientácia na svetové strany. Vzhľadom na to, že rovnaký typ panelového bytového domu nemusí byť orientovaný iba na jednu stranu, bolo potrebné vybrať svetové strany, kde by prebehla rovnaká kalkulácia. Severná, severovýchodná a severozápadná strana sa nebrala do úvahy, nakoľko budovy tohto typu neboli na tieto strany nikdy orientované. Solárne zisky na juhozápadnej strane a na juhovýchodnej sú totožné, ako aj solárne zisky na východnej a západnej strane. Na bočných fasádach sa okná nenachádzajú. Dôležité boli iba čelné fasády, pre ktoré sa nakoniec zvolili tri svetové strany: juhozápad, juh a západ.

5.4.3 Variantné riešenia medzipriestoru

V predmetnej prípadovej štúdii bolo uvažované s troma variantmi prístupu k loggiám. Prvý variant akceptuje pôvodný stav, kde sú v loggiách ponechané zábradlia a nie je pridané žiadne zasklenie. V druhom variante sú loggie zasklené, čím sa vytvárajú nárazníkové zóny, v ktorých by teplota v zime nemala klesnúť pod 0°C. Zasklenie môže byť v týchto priestoroch podľa tepelno-technickej normy STN 73 0540-2 buď ako jednoduché, dvojité, alebo s tepelnoizolačným dvojsklo $U_g \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. V našom výpočte sme uvažovali s dvojsklo $U_g \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, kde redukčný faktor b_x v závislosti od deliacej konštrukcie je 0,50, čo má za následok zníženie tepelných strát H_T cez tepelno-výmennú obálku budovy. V tretej variante sú loggie uvažované ako vykurované a sú integrované do vykurovaného objemu budovy. Vďaka tomu sa na scelila substancie bytového domu do kvádra, kde sa zlepšil aj faktor tvaru budovy. Faktor tvaru budovy v existujúcom stave = 0,315 (1/m), faktor

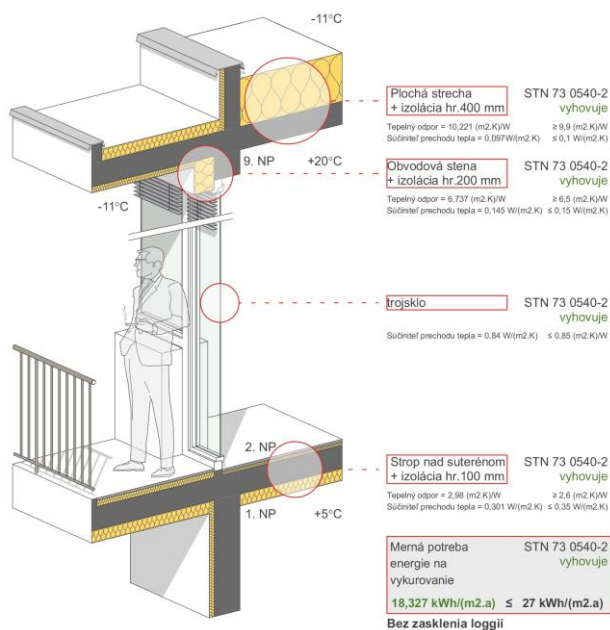
tvaru budovy s integrovaním loggií do vykurovaného objemu = 0,292 (1/m), čo je zlepšenie o 7,3%.

5.4.4 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie

V druhej predkladanej prípadovej štúdii bola riešená energetická hospodárnosť obnovy bytového domu systému T 08 B, dispozičné riešenie bytovej jednotky, architektonické riešenie daného zasklenia loggie a vplyv energeticky efektívneho medzipriestoru na celkovú energetickú hospodárnosť budovy. Výskum bol spracovaný ako podklad pre výber typu medzipriestoru, ktorého výsledok závisel od miery použitia tepelných izolácií, od miery integrovania loggií do vykurovaného objemu a od orientácie na svetové strany. Z tabuliek a grafov je zrejmé, že medzipriestor a jeho zvolená orientácia má aj v tomto konštrukčnom systéme významný vplyv na energetickú hospodárnosť budovy. Opakuje sa tu rovnaký scenár ako pri predošlej prípadovej štúdii, kde pred zateplením vychádza energetická hospodárnosť lepšie o 23,87% - 26,72 % integrovaním medzipriestoru do vykurovaného objemu a kde po zateplení vychádza lepšie energetická hospodárnosť o 28,86 – 33,44 %. Výnimkou je orientácia na južnú stranu, kde nastal výnimočný stav, ktorý v predošlej štúdii nebol zaznamenaný. Po zateplení sa nejaví najlepší variant s použitím nárazníkovej zóny, ale s použitím zimných záhrad vo vykurovanom objeme, vďaka čomu sa zlepšila energetická hospodárnosť o 35,53 %. Je to najradikálnejšie zlepšenie oproti ostatným 35 kombináciám z oboch prípadových štúdií zaoberajúcich sa obnovou panelovej výstavby. Aj preto by mal byť tento variant použitý pri aplikovaní pri optimalizovaní tepelných izolácií. **Najpriaznivejším stavom je alternatíva, ktorá pracuje s medzipriestorom v rámci vykurovaného objemu, objekt je zateplený a exponovaná fasáda s loggiami je orientovaná na juh. Potreba energie na vykurovanie za sezónu je v tejto alternatíve 11,816 (kWh/(m².a)). Výpočet je zdokumentovaný v prílohe F.** V závere predmetnej prípadovej štúdie bol vyhodnotený percentuálny rozdiel medzi jednotlivými variantmi integrovania medzipriestoru po zateplení. Paradoxne je najväčší rozdiel v zlepšení energetickej hospodárnosti so západnou orientáciou, kde pri konštrukčnom systéme ZTB – 13 B bol na západnej strane tento rozdiel najmenší. To poukazuje na fakt, že rôzne konštrukčné systémy môžu mať na rovnakú svetovú stranu rôzne požiadavky na zasklenie loggie.

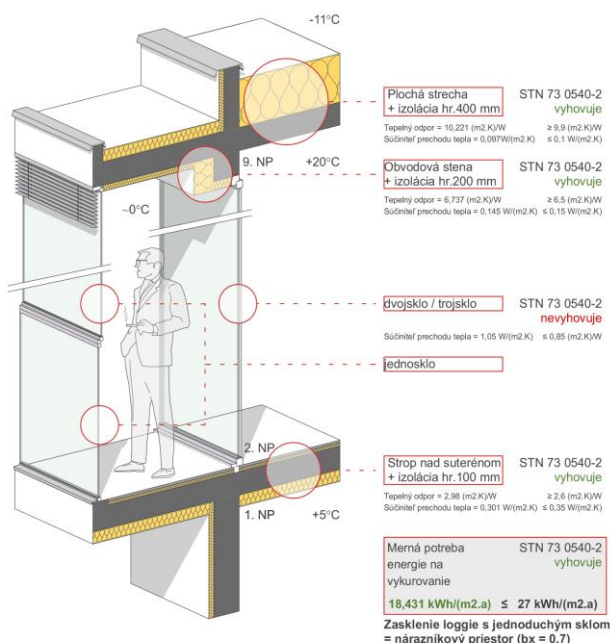
5.4.5 Aplikovanie výskumu z prípadovej štúdie pri optimalizovaní tepelno-výmennej obálky budovy

V záverečnom vyhodnotení prípadovej štúdií mal najväčší vplyv na zlepšenie energetickej hospodárnosti variant, ktorý bol zateplený, mal orientáciu loggií na juh a loggie boli integrované do vykurovaného objemu. Merná potreba energie na vykurovanie je v tejto variante 11,816 (kWh/(m².a)). Ak porovnáme tento variant s variantom, ktorý je taktiež zateplený a orientovaný na južnú stranu, no nepracuje s loggiami a nepresklieva ich dostaneme mernú potrebu energie na vykurovanie 18,327 (kWh/(m².a)), čo je o 35,53% horšie ako pri variante so zimnými záhradami v rámci vykurovaného objemu. Po zvolenom variante boli vypočítané varianty, ktoré upúšťajú z energeticky a ekonomicky náročnejších požiadaviek na okná a hrúbky fragmentov, čo má síce za následok zhoršenie energetickej hospodárnosti budovy, no zároveň sa dané varianty približujú k hodnotám kde by sa zrealizovalo iba zateplenie bez zasklenia loggií. Na obrázku 17 je vypočítaný variant so zateplením bez zasklenia loggií s použitím izolácií a okien, ktoré spĺňajú normu STN 73 0540-2 na hodnotu cieľovú odporúčanú.



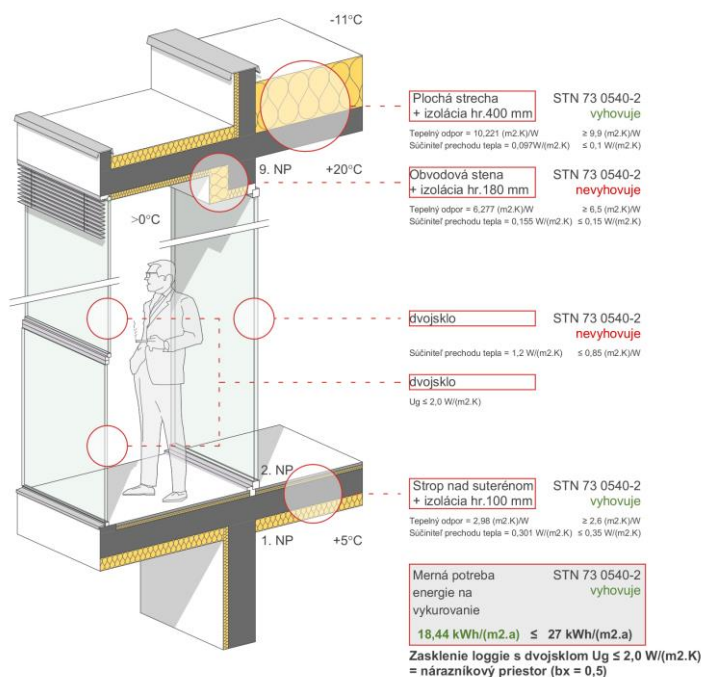
Obrázok 17 Optimalizácia tepelných izolácia znázornená na detaile v 3D - bez zasklenia loggií, (Zdroj: Ruhig, 2020)

Pre porovnanie s predošlou variantou je vypočítaný variant (loggie ako nárazníkový priestor) so zasklením loggií jednoduchým sklom a s použitím izolácií, ktoré spĺňajú normu STN 73 0540-2 na hodnotu cieľovú odporúčanú. Vďaka zaskleniu loggií a použitiu redukčného faktoru $b_x = 0,7$, môžeme znížiť nároky na transparentné konštrukcie a použiť miesto okien s trojsklom a súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 0,84$, dvojsklá (príp. trojsklá) so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,05$. Transparentné konštrukcie v tomto prípade nespĺňajú cieľové odporúčané hodnoty podľa normy STN 73 0540-2 (obr. 18).



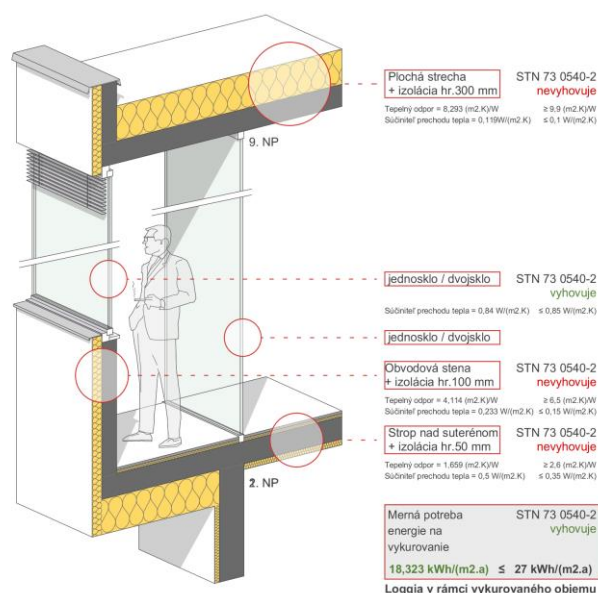
Obrázok 18 Optimalizácia tepelných izolácia znázornená na detaile v 3D - zasklenie loggie s jednoduchým sklom = nárazníkový priestor ($b_x = 0,7$), (Zdroj: Ruhig, 2020)

V tretej variante je výpočet uvažovaný (loggie ako nárazníkový priestor) so zasklením loggií dvojsklom kde je $U_g \leq 2,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Vďaka zaskleniu loggií a použitím redukčného faktoru $b_x = 0,5$, môžeme znížiť nároky na transparentné konštrukcie a použiť miesto okien s trojsklom a súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 0,84$, dvojsklá so súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 1,20$ a zároveň môžeme znížiť hrúbku tepelných izolácií na obvodovej stene z 200 mm na 180 mm. Transparentné konštrukcie a tepelné izolácie v tomto prípade nespĺňajú cieľové odporúčané hodnoty STN 73 0540-2 (obr. 19).



Obrázok 19 Optimalizácia tepelných izolácia znázornená na detaile v 3D – zasklenie loggie s dvojsklom $U_g \leq 2,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ = nárazníkový priestor ($b_x = 0,5$) (Zdroj: Ruhig, 2020)

V poslednej porovnávacej alternatíve je výpočet uvažovaný s integrovaním loggií do vykurovaného objemu, čo bol aj najlepšie vychádzajúci variant pri výpočte energetickej hospodárnosti. Transparentné konštrukcie s trojsklom a súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 0,84$ ostal nezmenený. Transparentné konštrukcie spĺňajú normu STN 73 0540-2 na cieľové odporúčané hodnoty. Boli však ponížené hrúbky tepelných izolácií na obvodovej stene o 50% z 200 mm na 100, na zateplení stropnej dosky medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom tiež o 50% zo 100 mm na 50 mm a pri streche prišlo k zníženiu tepelnej izolácie o 25% z 400 mm na 300 mm. Tepelné izolácie v tomto prípade nespĺňajú cieľové odporúčané hodnoty STN 73 0540-2 (obr. 20).



Obrázok 20 Optimalizácia tepelných izolácií znázornená na detaile v 3D - zasklenie loggie, ktorá je v rámci vykurovaného objemu = zimná záhrada (Zdroj: Ruhig, 2020)

Z výsledkov je zrejmé, že vďaka zaskleniu loggií môžeme znížiť požiadavky na tepelné izolácie a transparentné konštrukcie pri rovnakých výsledných hodnotách energetickej hospodárnosti budovy ako pri stave bez zasklenia loggie. Je však potrebné poznamenať, že v tomto prípade konštrukcie a fragmenty nespĺňajú cieľové odporúčané hodnoty podľa normy STN 73 0540-2. Výskum týmto dokázal reálny dopad na energetickú hospodárnosť budov zasklením loggií, no zároveň poukázal na nedostatky v tepelno-technickej norme STN 73 0540-2. V tej sa podceňuje vplyv zaskliavania loggií na celkovú energetickú hospodárnosť budovy. Norma nedovoľuje zhoršenie tepelnoizolačných vlastností tepelno-výmennej obálky aj keď spĺňame požiadavky na EHB z nižším tepelným odporom a s vyšším súčiniteľom prechodu tepla ako sú cieľové odporúčané hodnoty.

5.5 Vplyv zimných záhrad (loggií) na energetickú hospodárnosť bytového domu v Madride z 50. rokov

5.5.1 Architektonické riešenie

Cieľom obnovy bolo navrhnuť udržateľné riešenie začlenené do mestského priestoru, ktoré by zároveň rešpektovalo kritéria programu MAD-RE. Dôležitými aspektami boli klimatické podmienky, regionálny kontext Madridu, sociálne a ekonomické aspekty. V prvom rade si bolo potrebné uvedomiť existujúce kvality a problémy. Na základe týchto analýz bolo navrhnuté riešenie, ktoré splnilo požadované parametre obnovy. Po bokoch objektu boli navrhnuté prístavby, ktoré zväčšili kapacitu budovy a priniesli nové funkcie (obr. 21). Tie vznikli z idey rešpektovania skutkového tvaru budovy – siluety. Pri nadstavbe, alebo pri iných stavebných napojeniach by mohla byť silueta stratená. Pokorný prístup bola cesta, ktorou sa návrh uberal. Nadstavba by taktiež tienila spodným bytom v bytovom dome na severe. Medzi južným a severným domom sa nachádza nádvorie, ktoré je zastavané exteriérovými pivnicami. Po stavebných úpravách by sa mohli čiastočne presunúť do suterénu a uvoľniť tým verejný priestor medzi bytovými domami (obr. 199). Do budovy bol nutný zásah v podobe prerazenia fasády a vloženia dvoch nových peších komunikácií z dôvodu prepojenia bytových domov s verejnými parkmi. Existujúca fasáda a jej výraz bol čo možno najviac zachovaný. Ornament na loggiách, ktorý zároveň prezentuje časť nosného

systemu (rebový strop) nebol potlačený zateplením, alebo bol priznaný vďaka zaskleniu loggií.



Obrázok 21 Vizualizácia navrhovanej obnovy bytového domu, (Zdroj: Ruhig, Kiabová, 2017)

5.5.2 Energetický koncept

Faktor tvaru skutkového stavu obnovovanej budovy je 0,478 . Aplikované zimné záhrady dopĺňajú priestory, ktoré sa nachádzajú po obvodě medzi výstupkami z hlavnej fasády. Ak by bolo uvažované, že ich plocha je započítaná do teplo-výmennej obálky budovy, faktor tvaru by sa znížil na 0,426 čo je zlepšenie skoro o 11%. Teoreticky by záhrady mohli slúžiť aj k zvýšeniu solárnych ziskov, no v tomto prípade by bol nevyhnutný optimálny návrh tieniaceho systému pre letné obdobie, alebo možnosť 100%-ného otvorenia. V južnejších krajinách, ako je Madrid, je potrebné myslieť aj na chladenie priestorov a ich priečne vetranie. Zimné záhrady sú navrhnuté tak, aby mohli byť v letných mesiacoch celoplošne otvorené. Čerstvý vzduch sa dostáva cez loggiu do interiéru a vďaka dispozičným zmenám je možné dosiahnuť priečne vetranie celého bytu (obr. 23). V zimných mesiacoch môžu byť zatvorené, vďaka čomu vzniká nárazníková zóna, ktorá zlepšuje energetickú hospodárnosť budovy (obr. 24). Na obrázkoch 23 a 24 je vidieť aplikovanie zimnej záhrady v mieste, kde sa existujúca loggia nenachádza. Zámerom je vniesť nové kvality aj ďalším bytovým jednotkám, ktoré tieto priestory nemajú. Zvolená je ľahká konštrukcia, ktorá je vyplnená polykarbonátovými doskami s integrovanými fotovoltickými článkami znižujúce spotrebu elektrickej energie.



Obrázok 22 Využitie navrhovaných zimných záhrad v letnom období, (Zdroj: Ruhig, Kiabová, 2017)



Obrázok 23 Využitie navrhovaných zimných záhrad v zimnom období, (Zdroj: Ruhig, Kiabová, 2017)

5.5.3 Vplyv medzipriestoru na mernú potrebu tepla na vykurovanie

Aby sme zvolili najefektívnejšiu cestu bolo potrebné spraviť mnoho variácií výpočtov. Zároveň bolo nutné overiť energetickú hospodárnosť v existujúcom stave, s použitím vybranej izolácie a na záver s použitím rekuperačnej jednotky, ktorá bola požadovaná z projektu MAD-RE. Orientácia budovy je vo výpočte uvažovaná iba na južnú stranu. Dôvodom je, že tento typ objektov je orientovaných na južnú stranu z dôvodu presvetlenia spoločenských miestností, ktoré majú južnú orientáciu. Dôvodom je aj ochladenie spální, ktoré majú takto orientované izby na sever. Prvá alternatíva uvažuje so stavom bez zasklenia loggií (obr.24), druhá varianta so stavom kedy sú loggie ako nárazníkové priestory (obr.25) a tretia varianta keď sú loggie integrované do vykurovaného objemu (obr.26). Z dôvodu teplejšej klímy a orientácii loggií na juh bol vyhotovený aj výpočet prehrievania (obr.27).

Existing condition		+ insulation		+ heat recovery	
Specific Heat Demand		Specific Heat Demand		Specific Heat Demand	
Transmission Heat Losses:	297959.26 kWh/a	Transmission Heat Losses:	32591.54 kWh/a	Transmission Heat Losses:	32591.54 kWh/a
Ventilation Heat Losses:	223467.76 kWh/a	Ventilation Heat Losses:	171778.70 kWh/a	Ventilation Heat Losses:	47414.03 kWh/a
Total Heat Losses:	521427.02 kWh/a	Total Heat Losses:	204370.23 kWh/a	Total Heat Losses:	80005.57 kWh/a
Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a	Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a	Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a
Solar Heat Gains:	14733.70 kWh/a	Solar Heat Gains:	11007.93 kWh/a	Solar Heat Gains:	11007.93 kWh/a
Total Heat Gains:	32511.35 kWh/a	Total Heat Gains:	28784.25 kWh/a	Total Heat Gains:	28674.26 kWh/a
Annual Heat Demand:	488915.67 kWh/a	Annual Heat Demand:	175585.99 kWh/a	Annual Heat Demand:	51331.30 kWh/a
Specific Heat Demand:	219.00 kWh/(m ² a)	Specific Heat Demand:	78.65 kWh/(m ² a)	Specific Heat Demand:	22.99 kWh/(m ² a)
 < 250		 < 100		 < 25	

Obrázok 24 Simulácia bez zimných záhrad, (Zdroj: Ruhig, 2017)

Existing condition		+ insulation		+ heat recovery	
Specific Heat Demand		Specific Heat Demand		Specific Heat Demand	
Transmission Heat Losses:	297959.26 kWh/a	Transmission Heat Losses:	30570.90 kWh/a	Transmission Heat Losses:	30570.90 kWh/a
Ventilation Heat Losses:	223467.76 kWh/a	Ventilation Heat Losses:	171778.70 kWh/a	Ventilation Heat Losses:	47414.03 kWh/a
Total Heat Losses:	521427.02 kWh/a	Total Heat Losses:	202349.59 kWh/a	Total Heat Losses:	77984.93 kWh/a
Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a	Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a	Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a
Solar Heat Gains:	14733.70 kWh/a	Solar Heat Gains:	11007.93 kWh/a	Solar Heat Gains:	11007.93 kWh/a
Total Heat Gains:	32511.35 kWh/a	Total Heat Gains:	28784.18 kWh/a	Total Heat Gains:	28660.87 kWh/a
Annual Heat Demand:	488915.67 kWh/a	Annual Heat Demand:	173565.41 kWh/a	Annual Heat Demand:	49323.06 kWh/a
Specific Heat Demand:	219.00 kWh/(m ² a)	Specific Heat Demand:	77.75 kWh/(m ² a)	Specific Heat Demand:	22.09 kWh/(m ² a)
 < 250		 < 100		 < 25	

Obrázok 25 Simulácia so zimnými záhradami – zimné záhrady nie sú súčasťou teplo-výmennej obálky budovy, (Zdroj: Ruhig, 2017)

Existing condition		+ insulation		+ heat recovery	
Specific Heat Demand		Specific Heat Demand		Specific Heat Demand	
Transmission Heat Losses:	297959.26 kWh/a	Transmission Heat Losses:	73817.43 kWh/a	Transmission Heat Losses:	73817.43 kWh/a
Ventilation Heat Losses:	223467.76 kWh/a	Ventilation Heat Losses:	160219.86 kWh/a	Ventilation Heat Losses:	44223.58 kWh/a
Total Heat Losses:	521427.02 kWh/a	Total Heat Losses:	234037.29 kWh/a	Total Heat Losses:	118041.01 kWh/a
Internal Heat Gains:	17777.68 kWh/a	Internal Heat Gains:	21000.11 kWh/a	Internal Heat Gains:	21000.11 kWh/a
Solar Heat Gains:	14733.70 kWh/a	Solar Heat Gains:	46352.72 kWh/a	Solar Heat Gains:	46352.72 kWh/a
Total Heat Gains:	32511.35 kWh/a	Total Heat Gains:	67258.08 kWh/a	Total Heat Gains:	65419.08 kWh/a
Annual Heat Demand:	488915.67 kWh/a	Annual Heat Demand:	166779.21 kWh/a	Annual Heat Demand:	52499.93 kWh/a
Specific Heat Demand:	219.00 kWh/(m ² a)	Specific Heat Demand:	63.24 kWh/(m ² a)	Specific Heat Demand:	19.91 kWh/(m ² a)
 < 250		 < 100		 < 25	

Obrázok 26 Simulácia so zimnými záhradami – zimné záhrady sú uvažované v rámci vykurovaného objemu budovy, (Zdroj: Ruhig, 2017)

Overheating		Overheating		Overheating	
Exterior Thermal Transmittance:	671.28 W/K	Exterior Thermal Transmittance:	627.36 W/K	Exterior Thermal Transmittance:	1557.80 W/K
Ground Thermal Transmittance:	47.44 W/K	Ground Thermal Transmittance:	47.44 W/K	Ground Thermal Transmittance:	58.26 W/K
Ventilation Transmission Ambient:	428.27 W/K	Ventilation Transmission Ambient:	445.80 W/K	Ventilation Transmission Ambient:	1334.66 W/K
Ventilation Transmission Ground:	0.00 W/K	Ventilation Transmission Ground:	0.00 W/K	Ventilation Transmission Ground:	0.00 W/K
Solar Aperture:	96.73 m ²	Solar Aperture:	96.73 m ²	Solar Aperture:	433.10 m ²
Frequency of Overheating:	35.91 %	Frequency of Overheating:	36.40 %	Frequency of Overheating:	56.81 %

Obrázok 27 Výpočet prehrievania vo všetkých variantoch, (Zdroj: Ruhig, 2017)

5.5.4 Záverečné vyhodnotenie prípadovej štúdie

Predmetné riešenie komplexnej obnovy bytového domu by mohlo byť vzorovým riešením pre ďalšie obnovy v krajinách s polosuchým a teplým podnebím, čo potvrdzuje aj špeciálne ocenenie mesta Madrid. Vo výsledku každej posudzovanej varianty je zrejmé, že po zateplení a pridaním rekuperačnej jednotky je možné dosiahnuť relatívne dobré hodnoty energetickej hospodárnosti budovy. Po zasklení loggií, ktoré uvažujeme ako nárazníkové zóny sa energetická hospodárnosť zlepši iba o 3,9 % oproti stavu bez zasklenia loggií. Ak však integrujeme loggie do vykurovaného objemu zlepšenie oproti stavu bez zasklenia loggií je 13,4%. Aj keď toto zlepšenie nie je markantné, k zlepšeniu energetickej hospodárnosti dochádza a medzinárodné uplatnenie témy medzipriestorov je preto adekvátne. Zároveň treba poznamenať, že regulácia je potrebná a táto prípadová štúdia môže slúžiť ako podklad pre nastavenie podmienok ako aj výber vhodného riešenia zasklenia loggií.

Prípadová štúdia získal 2.miesto v národnom kole v súťaži Multi-Comfort House Students Contest 2017 v Bratislave (obr. 216). Témou vypísanej súťaže bola renovácia bytovej budovy a humanizácia okolitého prostredia v meste Madrid, v Španielsku. Projekt postúpil do medzinárodného kola konaného v Madride a reprezentoval Stavebnú fakultu STU v Bratislave ako aj Slovenskú republiku. **V medzinárodnom kole získal špeciálnu cenu Madridu (obr. 217)** z 53 postupujúcich tímov z celkovo 90 krajín za súlad s kritériami plánu MAD-RE. Spolu bolo v súťaži prihlásených 1800 študentov.

6. ZÁVER

6.1 Potvrdenie hypotéz

1. Integráciou medzipriestorov bez navýšenia hmoty existujúceho objektu má pri menších substanciách medzipriestor menší vplyv na projektové hodnotenie ako pri väčších hmotách. Dôvodom je faktor tvaru, ktorý má na energetickú hospodárnosť pri väčších hmotových rozdieloch významnejší vplyv ako má vplyv na hospodárnosť daný medzipriestor. –

Hypotéza potvrdená

2. Energeticky efektívny medzipriestor v podobe nárazníkovej zóny zlepšuje projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti obnovovanej budovy. – **Hypotéza potvrdená**

3. Začlenenie medzipriestoru do vykurovaného objemu zvyšuje energetickú efektívnosť obnovovanej budovy vďaka zlepšenému faktoru tvaru a vďaka vyšším solárnym ziskom, ktoré dosiahneme navýšením transparentných plôch. – **Hypotéza potvrdená**

4. Zasklievané loggie orientované na južnú stranu majú najlepší vplyv na energetickú hospodárnosť budovy. – **Hypotéza potvrdená**

5. Zasklievaním medzipriestorov sa zväčší pobytová plocha bytovej jednotky, čo zvyšuje kvalitu bývania. – **Hypotéza potvrdená**

6. Rôzne začlenenie preskleného medzipriestoru do vykurovaného objemu (v rámci vykurovaného objemu, mimo vykurovaného objemu), môže mať odlišný vplyv na architektonický výraz existujúceho priečelia objektu. – **Hypotéza potvrdená**

6.2 Odpovede na výskumné otázky

1. Aký má medzipriestor s pridanou funkciou (napr. zádverie) vplyv na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti rodinného domu, ak sa uvažuje iba s existujúcou substanciou objektu? Môže byť vplyv na energetickú hospodárnosť rodinného domu rôzny pri zvolení alternatívnych konštrukčných riešení daného medzipriestoru?

Odpoveď:

Z výskumu na rodinnom dome „štvorec“ je možné vysloviť záver, že nárazníková zóna zlepšila fragment obvodovej steny tepelno-technického hľadiska pri zachovaní existujúcej substancie objektu. Zároveň bolo zistené, že použitím rôznych konštrukčných riešení medzipriestorov majú tieto riešenia rozdielne výsledné hodnoty súčiniteľa prechodu tepla a tepelného odporu. Ich rozdiel je však minimálny ako aj vplyv na celkovú mernú potrebu tepla na vykurovanie. Dôvodom môže byť menší vykurovaný objem budovy. Preto sa výskum uberal riešením väčších hmôt ako sú bytové domy pri zachovaní existujúcej substancie objektu. Hlavným porovnávacím faktorom pri predmetnej prípadovej štúdii bolo skôr architektonické prevedenie.

2. Aký má medzipriestor s pridanou funkciou (napr. loggia) vplyv na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti pri väčších hmotách ako sú bytové domy, ak sa uvažuje iba s existujúcou substanciou objektu?

Odpoveď:

Výskum potvrdil, že na energetickú hospodárnosť majú medzipriestory pri väčších hmotách a zachovaní existujúcej substancie objektu násobne väčší vplyv.

3. Aký je najvýhodnejší spôsob umiestňovania medzipriestoru? Je výhodnejšie ho umiestňovať do vykurovaného objemu, alebo mimo neho a uvažovať s ním ako s nárazníkovým priestorom?

Odpoveď:

Zaujímavým poznatkom je porovnanie vplyvu medzipriestorov bez zateplenia a po zateplení. Bez zateplenia (pri orientácii na všetky svetové strany) je vo všetkých prípadoch, pri obidvoch skúmaných konštrukčných systémoch, vhodnejším variantom ak integrujeme medzipriestor do vykurovaného objemu. Po zateplení je však najvhodnejším variantom medzipriestor, ktorý je definovaný ako nárazníková zóna. Výnimkou bol variant, kde boli loggie konštrukčného systému T 08 B orientované na južnú stranu. Po zateplení sa nejavil ako najlepší variant s loggiami aplikovanými ako nárazníkové zóny, ale integrovaním loggií do vykurovaného objemu, vďaka čomu sa zlepšila energetická hospodárnosť oproti zateplenému variantu (bez zasklenia loggií) až o 35,53 %. Je to najradikálnejšie zlepšenie oproti ostatným 35 kombináciám z obidvoch prípadových štúdií, zaoberajúcich sa obnovou panelovej výstavby. Daná alternatíva poukazuje fakt, že konštrukčné systémy a polohy medzipriestorov voči ich vykurovanému objemu a voči svetovým stranám, môžu mať vo finálnom výpočte rôzne výsledky. Preto jedným z odporúčaní je zrealizovať obdobné výpočty pri ďalších konštrukčných systémoch a porovnať ich medzi sebou.

4. Aký vplyv má na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy poloha a orientácia medzipriestorov na svetové strany?

Odpoveď:

V obidvoch prípadových štúdiách (zaoberajúcich sa panelovou výstavbou na Slovensku) najlepšie vychádzala energetická hospodárnosť pri orientovaní medzipriestorov na južnú stranu. Výsledky vychádzali lepšie na južnú stranu aj pri integrovaní loggií do vykurovaného objemu a aj pri využití loggií ako nárazníkových zón. Výpočtami bolo zistené, že pri niektorých orientáciách nie je veľký rozdiel medzi integrovaním loggií do vykurovaného objemu, alebo ich využitím ako nárazníkových zón. Najmenší rozdiel bol pri orientácii na západnú/východnú stranu (bytový dom ZTB-13B) a pri orientácii na juhozápadnú/juhovýchodnú stranu (bytový dom T 08 B). Pri ostatných orientáciách má zmysel výberu typu medzipriestoru svoje opodstatnenie.

5. Sú výsledky vplyvu medzipriestoru na energetickú hospodárnosť odlišné pri rôznych typoch panelových konštrukčných systémoch s rovnakými vstupnými údajmi?

Odpoveď:

Výsledky energetickej hospodárnosti, pri rovnakých vstupných údajoch sú pri alternatívnych konštrukčných systémoch rôzne. Výsledky záviseli od polohy loggií voči vykurovanému objemu, od orientácii loggií na svetové strany, od stavu či bude budova zateplená, alebo nebude.

6. Reagujú súčasné slovenské technické normy na stav, kedy by sme vďaka zasklianiu zlepšili celkovú energetickú hospodárnosť na odporúčané hodnoty, no použili menšie hrúbky izolácií, ktoré by však cieľové odporúčané hodnoty nespĺňali podľa normy STN 73 0540-2?

Odpoveď:

V prípadovej štúdii konštrukčného systému T 08 B bol výskum aplikovaný pri optimalizovaní teplo-výmennej obálky budovy. Boli porovnané štyri varianty so zateplením: 1. variant: bez zasklenia loggie, 2. variant: so zasklením loggie jednoduchým sklom (loggia ako nárazníkový priestor), 3. variant: so zasklením loggie dvojsklom, kde je $U_g \leq 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, 4. variant: loggia v rámci vykurovaného objemu. V poslednej variante, pri orientácii na južnú stranu vychádzal výpočet energetickej hospodárnosti najlepšie, preto bol vybratý ako hlavný adept pri optimalizovaní tepelných izolácií. Transparentné konštrukcie s trojsklom a súčiniteľom prechodu tepla $U_w = 0,84$ ostali nezmenené. Transparentné konštrukcie spĺňali normu STN 73 0540-2 na cieľové odporúčané hodnoty. Boli však ponížené hrúbky tepelných izolácií pri obvodovej stene o 50% z 200 mm na 100, pri zateplení stropnej dosky medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom tiež o 50% zo 100 mm na 50 mm a pri streche prišlo k zníženiu tepelnej izolácie o 25% z 400 mm na 300 mm. Tepelné izolácie v tomto prípade nespĺňali cieľové odporúčané hodnoty STN 73 0540-2. Preto by mohol mať predmetný výskum odporúčací charakter do normy STN 73 0540-2, kde by sa zaviedli zohľadňujúce faktory pri posudzovaní fragmentov na cieľové odporúčané hodnoty, pri zaskliavaní loggií.

7. Má pridávanie medzipriestorov vplyv na celkovú energetickú hospodárnosť budov aj v teplejšom klimatickom podnebí ako je Slovensko? Má téma uplatnenie aj v zahraničí?

Odpoveď:

Reprezentantom pre výskum v zahraničí sa stal bytový dom v Madride z 50. rokov (orientovaný na južnú stranu) z dôvodu teplejšej a suchšej klímy ako je na Slovensku. Po zasklení loggií, ktoré uvažujeme ako nárazníkové zóny sa energetická hospodárnosť bytového domu zlepšila iba o 3,9 % oproti stavu bez zasklenia loggií. Ak však

integrujeme loggie do vykurovaného objemu zlepšenie oproti stavu bez zasklenia loggií je 13,4%. Aj keď toto zlepšenie nie je markantné, k zlepšeniu energetickej hospodárnosti dochádza a medzinárodné uplatnenie témy medzipriestorov je preto na mieste. Zároveň treba poznamenať, že regulácia fasád je potrebná aj v zahraničí a táto prípadová štúdia môže slúžiť ako podklad pre nastavenie parametrov výberu presného typu zasklenia medzipriestorov.

8. Ako môžu uzavreté medzipriestory ovplyvniť architektonické riešenie vzhľadu priečelia a dispozičné riešenie bytu?

Odpoveď:

Architektonické riešenie daných prípadových štúdií tkvie najmä v práci s výrazom medzipriestoru a s tým súvisiacou zmenou dispozície. Pre priečelia objektov obytnej výstavby z 50. – 80. rokov 20. storočia je príznačná monotónnosť. Tektonika plochy fasád je narušená loggiami, ktoré v týchto miestach čiastočne odhmotňujú celkovú substanciou, čo má priaznivý efekt na plasticitu budovy. Samotný návrh zasklievania loggií bol vo veľkej miere ovplyvnený energetickým konceptom, ktorý vychádzal z najpriaznivejšieho stavu polohy medzipriestoru voči vykurovanému objemu. Návrh s nárazníkovými zónami dovoľuje presklenie loggie na celú výšku. Loggia v tomto prípade nie je v rámci vykurovaného objemu a netvorí súčasť požiarneho úseku. Z toho dôvodu sú požiarne pásy medzi oknami uvažované mimo zasklenia loggie. Pôvodná tektonika fasády je mierne narušená. Pri zatvorení zimnej záhrady v zimných mesiacoch loggie strácajú hĺbku a pôvodná plasticita budovy je potlačená. V letných mesiacoch však môže byť vrchná časť zasklenia otvorená na 100 % vďaka kolajničkovému, harmonikovému systému. Loggie, ktoré sú v rámci vykurovaného objemu rešpektujú pôvodnú tektoniku priečelia, vďaka pevnej vymurovanej (zateplenej) časti zimnej záhrady, ktorá cituje pôvodné zábradlie. Pridaním loggie do vykurovaného objemu sa stala loggia súčasťou požiarneho úseku. Vymurované pásy majú z tohto dôvodu opodstatnenie aj z hľadiska požiarnej bezpečnosti. Ostatná časť je zasklená a vzniká tu podobný nepriaznivý efekt ako pri variante s nárazníkovou zónou a to, že je v zimných mesiacoch zasklenie väčšinou uzatvorené a fasáda stráca na plasticite. V letných mesiacoch je možné otvorenie presklennej časti, no je otázne v akej miere, nakoľko je tu uvažované trosjklo s profilom používaným do pasívnych resp. nízkoenergetických budov. Zo spomenutých dôvodov je potrebné vo výskume pokračovať a zamerať sa na konštrukčné riešenia vo väčšom detaile. Tie by mohli priniesť riešenia nepotláčajúce existujúci výraz panelovej výstavby. Jednou z možností je aj predsadenie nových medzipriestorov pred existujúce priečelie objektu, ktoré by priniesli nové kultúrne vrstvy priznávajúce svoju identitu na fasádach bytových domov. Aplikácia takýchto a iných riešení je zdokumentovaná na prípadových štúdiách z workshopu PANEL_LUCK v prílohe I a v skratke je sumarizácia aplikácie riešená v kapitole 9.3.10.

6.3 Záverečné zhrnutie

6.3.1 Teoretický prínos výskumu

V rámci témy bola spracovaná komplexná kategorizácia medzipriestorov s pridanou funkciou. Výskum priniesol teoretické poznatky, ktoré preukázali reálny vplyv zasklievania loggií / balkónov na projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti obytných budov. Zároveň bolo preukázané, že poloha uzatvoreného medzipriestoru voči vykurovanému objemu môže mať markantný vplyv na energetickú hospodárnosť. Vplyv závisel od orientácie, konštrukčného systému a stavu, či bolo uvažované so zateplením, alebo nie. Pri najradikálnejšej alternatíve bolo zlepšenie energetickej hospodárnosti oproti stavu bez zasklievania loggií až 35 %, čo malo za následok možnosť znižovania nárokov teplo-výmennej obálky z cieľových odporúčaných hodnôt na nižšie požadované hodnoty. Preto je jedným z odporúčaní výskumu zaviesť do normy STN 73 0540-2 možnosť zohľadňovania

zasklení loggií vo výpočte energetickej hospodárnosti, kde by fragmenty a transparentné konštrukcie nemuseli spĺňať cieľové odporúčané hodnoty. Podmienkou by bola detailná regulácia fasády, výber alternatívy loggie a výber presného typu zasklenia, ktorý by bol použitý pri komplexnej obnove bytového domu. **Vo výskume by sa malo pokračovať a aplikovať nastavenú metodiku na viacero konštrukčných panelových systémov, vďaka čomu by sa zovšeobecnil daný výstup. Ďalším odporúčaným výskumom je výskum zameraný na konštrukčný detail a architektonické prevedenie prezentovaných polôh loggií, ktorý by viedol k regulácii zameranej na estetické a dizajnové kvality medzipriestorov. Jedným z odporúčaní v pokračovaní v téme je riešenie parametra vnútorného prostredia. Pre výpočet energie tohto parametra je metóda na hodinovom základe (dynamická simulácia). Je však potrebné čiastočne zohľadniť, alebo úplne vynechať ľudským faktor, ktorý by mohol byť vo výpočte ťažko uchopiteľný.**

6.3.2 Praktický prínos výskumu

Hlavným praktickým prínosom dizertačnej práce je podklad pre reguláciu obnovy fasád bytovej panelovej výstavby s dôrazom na zasklievanie loggií a ich architektonické prevedenie. Výskum je spracovaný vo forme metodiky a má slúžiť pre architektov a projektantov ako manuál pri optimalizácii návrhu uzatvorených medzipriestorov, pri obnovovanej panelovej výstavbe. **Výstup dizertačnej práce zároveň slúžil k vylepšeniu programov ISOVER Fragment 5.0 a ISOVER Projektové hodnotenie 1.0 (PEHA), ktoré sa zaoberajú projektovým hodnotením energetickej hospodárnosti (príloha č. G).** Základným cieľom týchto vylepšení bolo zjednodušenie celého projektového hodnotenia energetickej hospodárnosti, aby aj pracovníci na stavebných úradoch a projektanti v praxi vedeli jednoducho a prehľadne pozrieť a potvrdiť, či daný projekt vyhovuje, alebo nevyhovuje z hľadiska potreby tepla na vykurovanie a zatriedenia do energetických tried.

6.3.3 Vedecký prínos výskumu

Vedeckou súčasťou dizertačnej práce bola metodická snaha a zovšeobecnenie poznania vo vymedzenej oblasti, ktorej boli medzipriestory a ich vplyv na energetickú hospodárnosť, architektonický výraz a dispozičné riešenie v obnovovanej bytovej výstavbe. **Vedeckým prínosom dizertačnej práce bola aplikácia (aplikovaná veda) vyskúmaných teoretických poznatkov na prípadových štúdiách. Aplikácia bola preukázaná na architektonickom prevedení a dispozičnom riešení vybraných typov budov, ktorej základom boli výpočty energetickej hospodárnosti spracované v teoretickej časti.** Výsledky dizertačnej práce boli z hľadiska vedeckého a architektonického viackrát ocenené (príloha č. H), čo potvrdilo správne nastavenie a smerovanie odprezentovaného výskumu v predkladanej dizertačnej práci.

V Bratislave dňa 29.5.2020

.....
Ing. arch. et. Ing. Roman Ruhig

VYBRANÝ ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

GREGOROVÁ, J. a ŠPAČEK, R. 2010. Kultúrna udržateľnosť ako podmienka. *Solárne mestá, uplatnenie stratégie solárnych.* Bratislava : Fakulta architektúry STU, 2010. s. 33-42. ISBN 978-80-227-3333-5.

HUTTMANOVÁ, E. 2011. Vybrané aspekty a problémy hodnotenia udržateľného rozvoja. Prešov : s.n., 2011.

CHMÚRNY, I. 2007. Energetická certifikácia budov v zmysle zákona č. 555/2007 Z.z. *Komplexná obnova bytového fondu.* s.l. : Vydavateľstvo STU, 2007.

CHMÚRNY, I. 2003. *Tepelná ochrana budov.* Bratislava : Jaga group, 2003. ISBN 80-88905-27-3.

Jandačka, J., a iní. 2015. *Emisné zaťaženie životného prostredia.* Žilina : EDIS, 2015.

LORANT, K. 2016. Udržateľná architektúra vyžaduje kvalitnejšieho investora a zručnejšieho architekta. www.abs.sk. [Online] 3. November 2016. [Dátum: 5. Máj 2020.] <https://www.asb.sk/architektura/rodinne-domy-architektura/pasivne-domy/udrzatelna-architektura-vyzaduje-kvalitnejšieho-investora-a-zrucnejšieho-architekta>. ASB 8-9/2016.

MEADOWS, D. H., a iní. 1972. *The limits to growth.* New York : Universe Books, 1972. ISBN 0-87663-165-0.

OFFERTÁLEROVÁ, M. 2017. Trvalo udržateľný rozvoj ako kľúčový nástroj na zabezpečenie ochrany a vysokej kvality života a životného prostredia. www.enviro.sk. [Online] 28. August 2017. [Dátum: 27. Máj 2020.] https://www.enviro.sk/33/trvalo-udrzatelny-rozvoj-ako-klucovy-nastroj-na-zabezpecenie-ochrany-a-vysokej-kvality-zivota-a-zivotneho-prostredia-uniqueiduchxzASYZNbdCMBzlaYfeJDoly23THTI_frG6ZKvSQ4/.

OMIDIANI, A. 2016. Double skin facade system. www.civilenggseminar.blogspot.com. [Online] 21. Jún 2016. [Dátum: 18. August 2018.] <http://civilenggseminar.blogspot.com/2016/06/double-skin-facade-system.html>.

PAGÁČOVÁ, P. 2015. *Aspekty udržateľnosti pri obnove pamiatkovo.* Bratislava : Dizertačná práca, 2015. FA-10804-39982.

PIFKO, H. a kol. 2013. *Rukoväť udržateľnej architektúry.* Bratislava : Archinfo, 2013. ISBN 978-80-971205-1-1.

PITTS, A. 2013. Thermal Comfort in Transition Spaces. *Buildings.* 2013, s. 122-142.

STERNOVA, Z a kol. 2006. *Atlas tepelných mostov.* Bratislava : Jaga group, s.r.o., 2006. ISBN 80-8076-034-9.

STERNOVÁ, Z. 2013. Požiadavky na tepelnú ochranu zabezpečujúce minimálne požiadavky na energetickú hospodárnosť budov. *Tepelná ochrana budov.* 2013.

Vplyv architektonickej formy obytných súborov. **BERGEROVÁ, K. 2016.** Bratislava : s.n., 2016. 6thACAU. s. 73-79.

PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ AUTORA SÚVISIACA Z DIZERTAČNOU PRÁCOU

Knižné publikácie

Odborné knižné publikácie v iných zahraničných vydavateľstvách a domácich vydavateľstvách

RUHIG, R. -- BRÁNICKÝ, F. -- KIABOVÁ, E. -- PILAŘ, P. -- KUBIŠOVÁ, M. -- NÁDASKÁ, Z. *Rodinný dom 2021*. Bratislava : Pre-um, 2017. 90 s. ISBN 978-80-972192-9-1.

Odborné práce publikované v recenzovaných odborných časopisoch

Články v domácich nekarentovaných časopisoch

RUHIG, R. Definovať nedefinovateľné ... "náš" priestor. *Kultúrny kyslík*, 4. s. 16--17.

Vedecké, odborné a umelecké práce publikované v recenzovaných zborníkoch z konferencií alebo seminárov

Článok z medzinárodného kongresu/konferencie v zborníku evidovanom v medzinárodnej profesijnej databáze (Current Contents, Web of Science alebo SCOPUS)

RUHIG, R. Konzervácia historických prvkov aplikáciou zimných záhrad na fasáde bytového domu v Madride. In PEŘINKOVÁ, M. -- NEDVĚD, M. *Architecture in Perspective 2017*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2017, s. 254--255. ISBN 978-80-248-4058-1.

KASALA, V. -- DUBINY, M. -- RUHIGOVÁ, E. -- RUHIG, R. "Panel_Luck", complex alternative solutions for the renovation of the panel house ZTB-13B in Petržalka. In PEŘINKOVÁ, M. -- JÜTTNEROVÁ SANDRA, -- VIDECKÁ LUCIE. *Architecture in Perspective 2019. Proceedings of the International Conference / Sborník příspěvků z mezinárodní konference*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2019, s. 229--233. ISBN 978-80-248-4331-5.

Články v zahraničí

RUHIG, R. -- KIABOVÁ, E. Metodika obnovy typizovaných rodinných domov zo 60. rokov - KOCKA. In JÜTTNEROVÁ SANDRA. *Architecture in Perspective 2018*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2018, s. 213--215. ISBN 978-80-248-4236-3.

RUHIG, R. Determination of research objectives for designing a contemporary and sustainable architecture in Slovakia. In KALOUSEK, M. -- MAŇKOVÁ, L. -- PAVČEKOVÁ, M. *MABD 2017*. Brno: Brno University of Technology, 2017, s. 383--388. ISBN 978-80-214-5566-5.

RUHIG, R. Examples of locations and orientations of winter gardens in the past and innovative pavilions of winter gardens. In KALOUSEK, M. -- MAŇKOVÁ, L. -- PAVČEKOVÁ, M. *MABD 2017: [elektronický zdroj] / book of selected peer-reviewed papers from International Conference Modern Aspects of Building Design. June 16-18, 2017, Mutěnice, Czech Republic*. 1. vyd. Brno : Brno University of Technology, 2017, s. 377--382. ISBN 978-80-214-5566-5.

RUHIG, R. Historical development of winter gardens 1st - 19th century. In KALOUSEK, M. -- MAŇKOVÁ, L. -- PAVČEKOVÁ, M. *MABD 2017: [elektronický zdroj] / book of selected peer-reviewed papers from International Conference Modern Aspects of Building Design. June 16-18, 2017, Mutěnice, Czech Republic*. 1. vyd. Brno : Brno University of Technology, 2017, s. 372--376. ISBN 978-80-214-5566-5.

RUHIG, R. Research procedures of implementing the principles of contemporary and sustainable architecture into the final proposal. In KALOUSEK, M. -- MAŇKOVÁ, L. -- PAVČEKOVÁ, M. *MABD 2017: [elektronický zdroj] / book of selected peer-reviewed papers from International Conference Modern Aspects of Building Design. June 16-18, 2017, Mutěnice, Czech Republic*. 1. vyd. Brno : Brno University of Technology, 2017, s. 367--371. ISBN 978-80-214-5566-5.

RUHIG, R. Calculation and optimization of the required heat demand for heating a restored apartment building in Madrid. In CHMELÍK, V. -- JAMBROŠÍČ, K. *ATF 2017: book of proceedings from 5th International Conference on Building Physics and Applied Technology in Architecture and Building Structures. 14-16 September 2017, Zagreb, Croatia [elektronický zdroj]*. 1. vyd. Zagreb : The University of Zagreb, 2017, s. 197--202. ISBN 978-953-184-229-7

RUHIG, R. Impact of the buffer zone (entrance space) on the energy efficiency of a typical family house "CUBE". In CHMELÍK, V. -- RYCHTÁŘIKOVÁ, M. *ATF 2018*. Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, Október 2018, s. 151--158. ISBN 978-909-031-441-9.

RUHIG, R. Impact of bumper zones (winter gardens) on the project assessment of the ZTB-13B residential panel house. In ŠUHAJDOVÁ, E. -- BIOLEK, V. -- MRŇOVÁ, Z. *Juniorstav 2020*. Brno: ECON publishing, 2020, s. 858--863. ISBN 978-80-86433-73-8.

Články doma

RUHIG, R. Energy efficiency of the entrance area – the buffer zone of the renovated 60-year old family house. In PLATKO, P. *Young Scientist 2018*. Košice: Technical University of Košice, April 2018, ISBN 978-80-553-2952-9.

RUHIG, R. Integrácia medzipriestorov v architektúre: minulosť vs. prítomnosť. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering*. Bratislava: Spektrum STU, November 2017, s. 446--451. ISBN 978-80-227-4751-6.

RUHIG, R. Vplyv nárazníkovej zóny (vstupného priestoru) na energetickú efektivitu rodinného domu "ŠTVOREC". In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering*. Bratislava: Spektrum STU, Október 2018, s. 393--400. ISBN 978-80-227-4864-3.

RUHIG, R. Alternatívne integrovanie energeticky efektívneho medzipriestoru v konštrukčnom systéme panelového domu ZTB-13B. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering*. Bratislava: Spektrum STU, 2019, s. 325--332. ISBN 978-80-227-4972-5.

Prezentácia na vedeckých a umeleckých konferenciách a prednášky na pozvanie
Poster v zahraničí s abstraktom, článkom v zborníku

RUHIG, R. Calculation and optimization of the required heat demand for heating a restored apartment building in Madrid. In CHMELÍK, V. -- JAMBROŠIĆ, K. *ATF 2017: book of posters from 5th International Conference on Building Physics and Applied Technology in Architecture and Building Structures. 14-16 September 2017, Zagreb, Croatia [elektronický zdroj]*. 1. vyd. Zagreb : The University of Zagreb, 2017, s. 18. ISBN 978-953-184-231-0.

Zverejnené výstupy v oblasti umeleckej a architektonickej činnosti
Závažné umelecké a architektonické diela, výkony a podujatia

Názov: SILHOUETTE - Urban regeneration of community in Madrid, **Inštitúcia:** Saint-Gobain

Umiestnenie: Courbevoie, Francúzsko, **Dátum zverejnenia umeleckého výstupu:** 5. 4. 2017, **Kategória:** ZYX, **Percentuálny podiel** 50%

Názov: Obnova typizovaného rodinného domu "Štvorec" - RenovActive,

Umiestnenie: Bratislava, Slovensko, **Inštitúcia:** Velux Slovensko, **Dátum zverejnenia umeleckého výstupu:** 9.2.2018, **Kategória:** ZYV, **Percentuálny podiel** 50%