



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE, STAVEBNÁ  
FAKULTA

**Ing. Jakub Hanzl**

**Autoreferát dizertačnej práce**

Uplatnenie konštrukčných systémov na báze dreva pri obnove pamiatok

**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 29.5.2024



**Dizertačná práca bola vypracovaná na:**

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra architektúry

**Predkladateľ:**

**Ing. Jakub Hanzl**

Katedra architektúry

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

**Školiteľ:**

**prof. Ing. arch. Jana Gregorová, PhD.**

Katedra architektúry

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

**Konzultant:**

**Ing. arch. Peter Krušínský, PhD.**

Katedra pozemného staviteľstva a urbanizmu

Žilinská univerzita v Žiline

Univerzitná 8215, 010 26 Žilina

**Ing. Lucia Majtánová, PhD.**

Katedra betónových konštrukcií a mostov

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný: **29.5.2024**

Obhajoba dizertačnej práce sa bude konať dňa ..... o ..... h.

na Katedre architektúry, Stavebnej fakulte, STU v Bratislave.

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

## Abstrakt

Zastrešenie objektu v určitej fáze deštrukcie si vyžaduje atypické riešenia či z architektonického, konštrukčného, statického alebo technologického hľadiska. Ich hlavným cieľom je ochrana objektu pred poveternostnými účinkami a vytvorenie funkčného priestoru s totožnou alebo adaptovanou funkciou. Pri zastrešovaní historických objektov okrem všeobecne platných determinantov absentuje celkový prehľad kritérií určujúcich ich návrh a realizáciu. Využitie konštrukčných systémov na báze dreva aj pri zastrešení historických objektov je reakciou na novodobú náhradu krovov z masívneho dreva. Ich základné tvarové charakteristiky a konštrukčné schémy zachováva, využíva však výhody nového stvárnenia za účelom efektívnejšieho a flexibilnejšieho riešenia atypických situácií, ktoré sa pri ruinách spravidla vyskytujú. Umožňuje tak kreatívnejšie narábanie so stanovenou metódou pamiatkovej obnovy, staticko-konštrukčného riešenia, či stvárnenia architektonického dizajnu. Práca je preto zameraná na proces hľadania optimálneho spôsobu obnovy zastrešenia narušených pamiatok v určitej fáze ruinácie s použitím ľahkých reverzibilných drevených konštrukcií v etape predprojektovej prípravy. Vytvára systematiku variability strešných konštrukcií pri objektoch so zachovaním pôvodnej substancie muriva po jeho korunu s rôznou mierou celistvosti a nosnosti. Variantne navrhuje nové ľahké konštrukcie zastrešenia na báze dreva za predpokladu zachovania charakteru pôvodnej nosnej konštrukcie pri možných modifikáciách jednotlivých variantov. Interdisciplinárne pracuje s jednotlivými odbormi na základe ktorých jednotlivé varianty posudzuje z pamiatkových, architektonicko-urbanistických a hlavne statických ukazovateľov. Ako nástroj pre kvantifikáciu miery zaťaženia novej konštrukcie práca využíva počítačové záťažové situácie.

## Abstract

Roofing a building in a certain stage of destruction requires atypical solutions from an architectural, structural, static or technological point of view. Their main goal is to protect the building from weather effects and create a functional space with the same or adapted function. In the roofing of historical buildings, in addition to the generally applicable determinants, there is an overall overview of the criteria determining their design and implementation. The use of wood-based structural systems even in the roofing of historic buildings is a reaction to the modern replacement of trusses made of solid wood. It preserves their basic shape characteristics and construction schemes, but uses the advantages of the new rendering for the purpose of a more efficient and flexible solution to atypical situations that usually occur in ruins. It thus enables a more creative handling of the established method of monument restoration, static-structural solution, or rendering of architectural design. The work is therefore focused on the process of finding the optimal way to restore the roofing of disturbed monuments in a certain stage of ruination using light reversible wooden structures in the stage of pre-project preparation. It creates a system of variability of roof constructions for buildings with the preservation of the original substance of the masonry up to its crown with varying degrees of integrity and load-bearing capacity. Variantly, he designs new light roof constructions based on wood, provided that the character of the original supporting structure is preserved during possible modifications of individual variants. He works interdisciplinary with individual departments, on the basis of which he assesses individual variants from monument, architectural-urbanistic and mainly static indicators. As a tool for quantifying the load level of the new structure, the work uses computerized load situations.

## Obsah

Abstrakt .....	3
Abstract .....	3
1. Úvod .....	6
2. Zhrnutie teoretických východísk a súčasného stavu problematiky .....	7
3. Predmet práce a formulácia výskumnej otázky .....	7
4. Ciele dizertačnej práce .....	8
5. Metodika výskumu .....	9
6. Zadefinovanie parametrov .....	10
6.1 Mapovanie a výber reprezentanta .....	10
6.2 Analýza reprezentanta .....	12
6.3 Vyhotovenie analógie možných konštrukčných schém pôvodných krovových sústav.....	13
6.4 Miera únosnosti murív vybraného reprezentanta.....	14
6.5 Stav čiastočne nosných múrov .....	15
6.6 Stav čiastočne nosných múrov .....	15
6.7 Spôsob posudzovania únosnosti zachovanej pôvodnej substancie pri rôznej miere účinnej šírky nosného jadra .....	17
6.8 Spôsob posudzovania konštrukcie zastrešenia voči pôvodnej substancii murív historického objektu .....	18
6.9 Spôsob vyhodnocovania.....	18
6.10 Ukazovatele vyhodnocovania .....	19
7. Posúdenie, vyhodnotenie jednotlivých variantov riešení .....	20
7.1 Numerické posúdenie únosnosti pôvodného zachovaného muriva pri rôznej miere účinnej šírky nosného jadra .....	20
7.2 Digitálne vyhodnotenie jednotlivých krovových systémov (pôvodných, navrhovaných) vzhľadom na hmotnosť pri stanovených modifikáciách staticko-konštrukčných systémov a vzhľadom na použitú triedu reziva .....	21
7.3 Digitálne vyhodnotenie jednotlivých navrhovaných staticko-konštrukčných schém vzhľadom na hodnotu zaťaženia vplývajúci na pôvodnú murovanú substanciu.....	23

7.4 Posúdenie vplyvu zaťaženia navrhovaných modifikovaných staticko-konštrukčných schém vzhľadom na hodnotu únosnosti pôvodnej murovanej konštrukcie .....	24
7.5 Vyhodnotenie sledovaných ukazovateľov navrhovaných modifikovaných variantov zastrešenia kostola sv. Damiána a Kozmu formou konštrukcií na báze dreva.....	25
7.6 Zhrnutie výsledkov práce .....	26
8. Záver .....	27
8.1 Vyhodnotenie cieľov práce .....	27
8.2 Zhrnutie prínosov práce .....	30
8.3 Odporúčanie pre ďalší výskum .....	31
9. Vybrané referencie.....	32
10. Tvorivá činnosť autora.....	33
10.1 Publikačná činnosť .....	33
10.2 Publikačná činnosť pripravovaná .....	35
10.3 Umelecká činnosť .....	35

## 1. Úvod

Diverzita architektonického dedičstva a jej ochrana je predmetom záujmu kultúrnej verejnosti na celom svete, tvorí predpoklad kultúrnej udržateľnosti. Miera jeho zachovania je rôzna, preto sa pri jeho ochrane a obnove aplikuje diferencovaný spôsob ochrany. Pomerne vysoká miera narušenia tradičných štruktúr na našom území je jedným z dôvodov, prečo sa aj na Slovensku uplatňujú princípy diferencovanej pamiatkovej ochrany, zohľadňujúce nielen mieru zachovania fyzickej štruktúry, ale najmä jej zapojenie do nového chápania pojmu tradícia. Vzhľadom na spomínané pretrhnutie kultúrnej kontinuity na našom území bude hľadanie optimálnej miery revitalizácie a rehabilitácie územia Slovenska v období environmentálnej krízy zohľadňovať aj možnosti takého využitia dreva, ktoré si nebude vyžadovať výrazné výruby existujúcich vzrastlých stromov. Preto je potrebné pri uplatňovaní diferencovanej ochrany dostatočne poznať všetky zachované aj nezachované prejavy tradičného spôsobu stavania, ktorých znalosť umožní pri navrhovaní nových zastrešení pracovať s ich charakteristickými znakmi.

Rôzna miera zachovania historických konštrukcií objektov priamo vplyva na voľbu spôsobu ich zastrešovania. Zachovanie murív objektu iba v jeho lokálnych nadzemných stopách alebo v malej nadzemnej substancii, by umožnil uplatniť zastrešenie v novej situácii, ktorá by nemala ambíciu napodobniť charakter pôvodného objektu, bola by vnímaná iba ako krycia stavba ruiny. Existuje množstvo dôvodov zastrešenia objektu. V prípade požiadavky na prezentáciu pôvodného charakteru pamiatkového objektu je dostupnosť presného poznania a informácie o pôvodnej konštrukcii zastrešenia v určitých fázach objektu nutná. Toto presné poznanie objektu rozhoduje o parametroch nového zastrešenia. V prípadoch kde tieto informácie o objekte absentujú, je možné pristúpiť za určitých predpokladov k ich analogickej rekonštrukcii pri zohľadňovaní mier, pomerových vzťahov či geometrie pôvodného objektu.

Ak zastrešujeme objekt s cieľom jeho opätovného začlenenia do každodenného života, vytvorením funkčného priestoru s rovnakým, podobným alebo úplne novým účelom a tým aj dodržaním či vytváraním miestnych alebo regionálnych hodnôt, je dôležité, aby výsledok bol v súlade s významom a hodnotami ruiny. To isté platí ak ide o obnovu a následnú prezentáciu pôvodného stavu ako exponátu.

Pri použití moderných ľahkých konštrukčných systémov na báze dreva v oblasti pamiatkovej obnovy je kľúčová autenticita materiálu. To znamená, že tradičný materiál použiť s ohľadom na súčasný architektonický a technologický vývoj. Z hľadiska environmentálnej záťaže je takéto systémové riešenie reakciou na náročnosť prístupu k návrhu konštrukcie. V kontexte statiky je dôležité efektívne pracovať s prierezom, zohľadňovať jeho hmotnosť a rôzne statické schémy podľa nosnosti pôvodného muriva.

Práca sa bližšie zaoberá prezentáciou exteriérového pôvodného tvaru, siluety objektu zatiaľ čo v interiéri je vzhľadom na nové vlastnosti konštrukcií na báze dreva zaobchádzanie s prezentáciou voľnejšie. Dbá na efektívnosť navrhovaných variantov strešných konštrukcií a zároveň sa snaží zohľadňovať či nenarušovať pôvodný charakter nosnej krovovej konštrukcie. Pre ilustrovanie zohľadnenia pôvodnej zachovanej murovanej substancie sú sledované jej zmeny (v rámci rôznej miery nosnosti), vyvolané konkrétnym návrhom zastrešenia pomocou novodobých ľahkých konštrukcií na báze dreva určitého tvaru, v určitej polohe ale s rôznou statickou schémou uloženia. Jednotlivé navrhované varianty budú posudzované k miere nosnosti zachovanej murovanej substancie či porovnávané s pôvodným tradičným masívnym zastrešením. Ako vyhodnocovací nástroj sú využité počítačové statické situácie.

S potrebou obnovy veľkého počtu historických objektov či národných kultúrnych pamiatok na Slovensku vznikajú rôzne subjekty využívajúce finančnú podporu dotačných schém. Obnova atypických, tradičným spôsobom vytvorených objektov si vyžaduje špecifický profesionálny prístup, ktorý zohľadní tak potrebu pravdivej prezentácie exponátu, ako aj plnohodnotné a efektívne zabránenie jeho ďalšej devastácie použitím vhodných technicko-konštrukčných riešení. Vzhľadom na špecifickosť situácie je dôležité určiť vhodné metodiky pre správny návrh či samotnú realizáciu obnovy už v predprojektovej príprave. Až dobre pripravená obnova v predprojektovej etape zabezpečí efektívne preinvestovanie financií.

## 2. Zhrnutie teoretických východísk a súčasného stavu problematiky

Zastrešovanie historických objektov dnes vychádza z komplexného interdisciplinárneho výskumu, zahŕňajúceho architektonicko-urbanistické a pamiatkové roviny, doplnené o technické disciplíny. Táto kombinácia vytvára komplikované koncepčné situácie, kde exaktný výskum a analógie určujú typ, tvar, a konštrukčné schémy pôvodných konštrukcií. Zároveň sa riešia otázky týkajúce sa materiálov a interpretácie v dnešnej podobe.

Unifikované architektonické trendy globalizácie často ignorujú miestne špecifiká a regionálne charakteristiky. Preto je nevyhnutné hľadať objektívne kritériá pre optimálne riešenie návrhu zastrešenia, integrujúce tradičné stavebné postupy, metódy pamiatkovej obnovy a nové technologické postupy. Tento prístup umožňuje nájsť kompromis medzi konzervatívnymi a inovatívnymi riešeniami, čo je kľúčové pre zachovanie autenticity a funkčnosti historických objektov.

Z teoretických podkladov vyplýva, že obnova zaniknutého zastrešenia historických objektov závisí od mnohých determinantov. Informácie o pôvodných stavoch sú často nedostatočné, čo robí obnovu diskutabilnou. Pri obnove je nevyhnutné definovať rámcovú metódu pamiatkovej obnovy, ktorá určí spôsob a prístup k návrhu. Exaktné výskumy a analogické riešenia pomáhajú predísť dezinterpretáciám pôvodného stavu. Miera odlišenia nových prvkov by mala byť podriadená originálu, pričom vhodné technicko-konštrukčné riešenie chráni pôvodné murivo a umožňuje transformáciu ruiny na funkčný priestor.

Reverzibilné konštrukcie sú kľúčové pre monitorovanie spolupôsobenia nových zásahov s pôvodnými štruktúrami, umožňujúc odstránenie nevhodných zásahov bez poškodenia originálu. Typ a materiál krovových konštrukcií, ktoré boli v minulosti archetypálne, sú dnes predmetom skúmania pre ich prispôsobenie modernej obnove. Dizertačná práca sa zameriava na návrh typov zastrešení z nových materiálov na báze dreva, ktoré zachovávajú tradičný charakter a ponúkajú flexibilné riešenia, spĺňajúce požiadavky na pamiatkovú obnovu. Tento systém posudzovania má zásadný vplyv na výber zastrešenia ruín s rôznou únosnosťou murív, čo je kľúčové pre správny návrh konštrukcie a dizajnu zastrešenia v predprojektovej príprave obnovy historických objektov.

## 3. Predmet práce a formulácia výskumnej otázky

Predmetom práce bude skúmanie synergického efektu interdisciplinárneho prístupu pri návrhu nového zásahu narušeného objektu (ruiny) aplikovaného na pozostatkoch historických objektov a národných kultúrnych pamiatkach (ďalej NKP). Za nový zásah budeme považovať návrh novej strechy na báze dreva, aplikovaný na obmedzenú únosnosť zachovaného nosného muriva narušeného objektu, zachovaného po korunu. Náročnosť tejto úlohy tkvie v otázke

spôsobu interdisciplinárne a komplexne spracovať princípy prístupu k objektom s mierou zachovania po korunu muriva, tak aby spĺňal parametre či požiadavky:

- pamiatkovej starostlivosti a ochrany,
- prezentoval pôvodný tvar strešnej konštrukcie,
- zachoval charakter nosnej konštrukcie strechy,
- prinavrátil alebo zlepšil kvalitu vnútorného priestoru a jeho využitia,
- pracoval s bázou pôvodného materiálu teda dreva,
- v rámci miery nosnosti pôvodnej substancie bola konštrukcia navrhnutá, resp. modifikovaná tak, aby zachovaný originál nebol ňou deštruovaný.

Aby bol dosiahnutý synergický efekt interdisciplinárneho procesu obnovy, budú navrhované variantné riešenia zastrešenia pamiatkovo chránených ruín metodickým projektovaním, pri ktorom jednotlivé profesie definujú vstupné podmienky riešenia. Tieto sa kombinujú a vytvárajú spomínané varianty možných riešení. Do procesu navrhovania tak vstupujú nasledovné vstupné podmienky (údaje) ako determinanty riešenia :

- pamiatkové výskumy, ktoré definujú pôvodnosť objektu, jeho hodnotu či metódu obnovy a prezentácie,
- geodetické zameranie pre presné vykreslenie pôvodného stavu objektu,
- stavebno-technické prieskumy pre upresnenie údajov o stave zachovanej substancie,
- konštrukčné či statické údaje o novodobých zastrešeniach na báze dreva.

Hlavnými výskumnými otázkami práce sú :

- 1.) Ako vplýva návrh ľahkých novodobých konštrukcií na báze dreva na rôznu mieru únosnosti pôvodnej zachovanej substancie?
- 2.) Ako možno modifikovať jednotlivé konštrukčné schémy strešných rovín vzhľadom na rôznu mieru únosnosti v rámci plnohodnotnej pamiatkovej prezentácie?
- 3.) Ako možno modifikovať jednotlivé konštrukčné schémy strešných rovín vzhľadom na zachovanie charakteru ich statickej/konštrukčnej schémy?
- 4.) Aký vplyv bude mať miera únosnosti originálu pri navrhovaní ľahkej drevenej strešnej konštrukcie na jej statické či materiálové riešenie?
- 5.) Je možné stanovenú metodiku definovať ako vhodnú pre odborné metodické navrhovanie v architektonickej činnosti?

V prípade úspechu bude možné stanovenú metodiku využívať, odporúčať ako nástroj k metodicky správne navrhovaniu zastrešenia historických objektov alebo národných kultúrnych pamiatok.

## 4. Ciele dizertačnej práce

Hlavnými cieľmi práce sú:

**Cieľ práce č.1:** Sledovanie úpravy konštrukčnej / statickej schémy zastrešenia (a jej zaťaženia) objektu zachovaného po korunu muriva, pomocou ľahkých konštrukcií na báze dreva na určitú mieru nosnosti zachovaného originálu pri pozorovaní dopadu variant zastrešenia na súbor pamiatkových, architektonických a architektonicko–urbanistických ukazovateľov.



**Cieľ práce č.2:** Ilustrácia danej metodiky na sledovaní dopadu vybraného typu zastrešenia na rôznorodú únosnosť pôvodnej murovanej substancie ako jedného z významných parametrov limitujúcich pri navrhovaní nového zastrešenia objektu.

**Cieľ práce č.3:** Kvantifikácia vplyvu pôvodnej krovovej masívnej konštrukcie a novej strešnej konštrukcie z lepeného lamelového dreva vzhľadom na ich 1.) zaťaženie pôvodnej substancie muriva na vybranom reprezentantovi 2.) na efektivitu prierezu resp. hmotnosť 3.) kategorizácia rozdielov medzi jednotlivými sledovanými typmi konštrukcií.

**Cieľ práce č.4:** Definovanie stanovenej metodiky ako vhodného systému odborného interdisciplinárneho metodického navrhovania v architektonickej činnosti.

**Vedľajším cieľom práce je:**

**Cieľ práce č.5:** Diskusia nad výsledkami kvantifikácie zmien konštrukčnej či statickej schémy nového zastrešenia v snahe identifikovať najoptimálnejšiu alternatívu zastrešenia.

## 5. Metodika výskumu

Pre výskum bola zvolená typológia budúceho reprezentanta ako sakrálna stavba-kostol. Následne bol zvolený reprezentant ako ruina jednoloďového kostolíka so zaniknutou strešnou konštrukciou a zachovanými múrmi po svoju korunu. K danému reprezentantovi bola k dispozícii skupina vyhotovených elaborátov obsahujúcich geodetické zameranie, architektonicko-historický či reštaurátorský výskum. Pri zhotovení hypotetickej rekonštrukcie pôvodného zastrešenia objektu boli využité výsledky výskumnej úlohy mapujúcej „*Historické krovky regiónov Oravy a Kysúc*“, z ktorej výsledkom sú tri pravdepodobné pôvodné krovové konštrukcie z masívneho dreva pre prácu zadefinované ako archetypy. Tieto archetypy boli zdrojom pre navrhovanie modifikovaných konštrukcií na báze dreva, ktoré boli vo výpočtovom programe modelované pre získanie potrebných údajov a hodnôt na posúdenie vzhľadom na zníženú mieru nosnosti pôvodného muriva. Záverom, mimo posúdenia strešných konštrukcií a pôvodnej murovanej substancie, vznikla vzájomná komparácia pôvodných a modifikovaných konštrukčných systémov. **Výsledok úloh spočíva v simulovaní jednotlivých informácií a hodnôt absentujúcich z dostupných výskumov o vybranom reprezentantovi.**

Metodikou a postupom riešenia výskumných otázok je možné definovať bodovo:

- definovanie typológie objektu budúceho reprezentanta výskumu,
- vypracovanie mapovania s cieľom identifikovať potenciálnych reprezentantov pre aplikovaný výskum,
- definovanie vstupných parametrov pamiatkovej obnovy,
- vyhodnotenie mapovania ruín kostolov – výber reprezentanta ,
- analýza poznatkov o vybranom reprezentantovi:
  - výskumy o objekte (AHV, STP, SP a iné),
  - zameranie existujúceho stavu ruiny objektu,
  - získanie údajov o pôvodnom zastrešení objektu,
- vytvorenie hypotetickej rekonštrukcie pôvodného stavu objektu,
  - v prípade neúplnosti poznatkov z predchádzajúceho bodu, vyhotoviť komplexnú analógiu možností zastrešenia daného typu objektov,
- definovanie vstupných parametrov strešnej konštrukcie,

- zdefinovanie situácie miery nosnosti pôvodného muriva na vybranom reprezentantovi,
- definovanie determinantov statiky,
- variantné navrhovanie nových strešných ľahkých konštrukcií na báze dreva podľa vyhotovenej hypotetickej rekonštrukcie objektu,
  - definovanie determinantov určujúcich parametre navrhovaných strešných konštrukcií,
  - modifikácia jednotlivých statických schém s prihliadaním na charakter nosnej konštrukcie,
  - aplikácia návrhov na narušenú originálnu substanciu murív objektu,
- definovanie vstupných parametrov pre numerické posúdenie zachovanej murovanej substance či výpočtové posúdenie navrhovaných modifikovaných staticko-konštrukčných schém,
- posúdenie navrhovanej ľahkej drevenej konštrukcie (alebo jej modifikovanej verzie so zachovaním charakteru) vzhľadom na mieru nosnosti pôvodnej murovanej substance zachovanej (doplnenej) po korunu muriva,
  - numerické riešenie (murovaná konštrukcia) a simulačné riešenie (navrhované strešné konštrukcie),
- zhodnotenie výsledkov, výber optimálneho návrhu strešnej (stropnej) konštrukcie historického objektu, pamiatkovo chráneného objektu, tvorba odporúčaní pre ďalší výskum / prax.

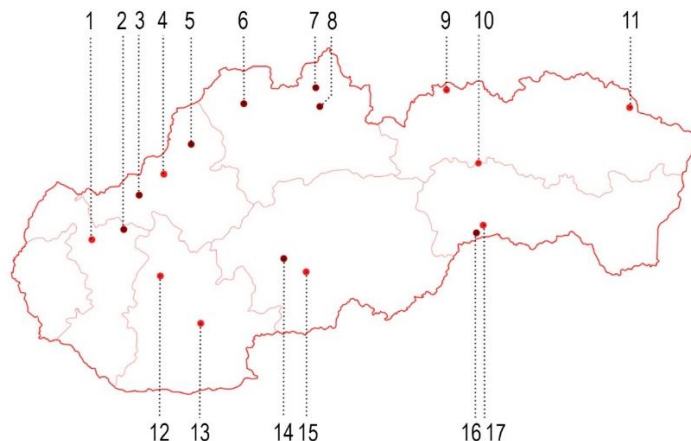
## 6. Zedefinovanie parametrov

### 6.1 Mapovanie a výber reprezentanta

Vzhľadom na stanovený cieľ projektu je potrebné pre aplikovaný výskum vybrať taký typ narušeného objektu, ktorého ruina bude mať čo najjednoduchší (najjednoduchší) tvar a bude možné získať relevantné údaje na vyhotovenie hypotetickej rekonštrukcie jeho pôvodného stavu. Preto bol za reprezentanta zvolený jednolodový sakrálny objekt, ktorý má jednoduchú dispozíciu, v rámci interiéru sa bude jednať o jednoduchý otvorený, disponibilný priestor s jednoduchými pôdorysnými väzbami.

Pri výbere reprezentanta bol vyhotovený prieskum zachovaných ruín kostolov na Slovensku za účelom vytipovania najvhodnejšieho objektu pre aplikovaný výskum. Na Slovensku sa nachádza viac ako 17 500 pamiatkových objektov, z toho 10 100 národných nehnuteľných kultúrnych pamiatok. V práci, je pozornosť venovaná sakrálnym objektom patriacich do NNKP. V evidencií pamiatkového úradu Slovenskej republiky sa nachádza 2 372 objektov patriacich do tejto skupiny objektov, ktorá je následne rozdelená podľa funkcie na kláštory (284), kostoly (1661), kaplnky (217), fary (167), synagógy (44).

Zo zachovaných objektov je väčšina objektov využívaných alebo vo vyhovujúcom stavebno-technickom stave. Ostatné objekty sú evidované v databáze pamiatkového úradu ako ruiny v rôznom stave narušenia.



Obr. 6. 1-Mapa sakrálnych objektov v ruinálnom stave: 1.) františkánsky klášť. Katarínka, 2.) ruina býv. johanitského kostola–Piešťany, 3.) ruina románskeho kostola–Haluzice, 4.) benediktínsky, jezuitský klášť.–Opatová, 5.) Schreiberov kaštieľ, 6.) Radoľa kostol zaniknutý, 7.) kostol sv. Kozmu a Damiána, 8.) Zaniknutý kostol sv. Anny, 9.) kartuziánsky kláštor–Červený Kláštor, 10.) veža kostola sv. Stanislav–Spišský Hrušov 11.) Monastier–Krásny Brod, 12.) Kláštor kamaldulov– Dražovce, 13.) Kláštor paulínov–Veľké Lovce, 14.) ruina opevneného kostol –Žibritov, 15.) Hrad Bzovík, zaniknutý kostol–Veľká Čalomija, 16.) paulínsky kláštor–Slavec, 17.) Husitský kostol–Lúčka (autor)

Z evidovaných ruín podľa **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** zodpovedá p ožiadavkám pre hľadaného reprezentanta šesť<sup>1</sup> objektov. Ide o sakrálne objekty so zachovanými originálnymi murivami po korunu, čo znamená, že je k dispozícii pôvodný rozsah disponibilného objemu objektu. Výrazným limitom obnovy ruín je ich vzdialenosť od súčasného sídla a rozloha, ktoré spoločne dopadajú na záujem a možnosti na ich obnovu.

Z hľadiska pamiatkovej starostlivosti sa definovala rámcová metóda pamiatkovej obnovy, miera zachovania originálneho muriva, pohľadová exponovanosť, silueta zastrešenia, charakter interiéru prestrešeného objektu a materialita. Pre pamiatkovú starostlivosť boli zadefinované vstupy práce nasledovne:

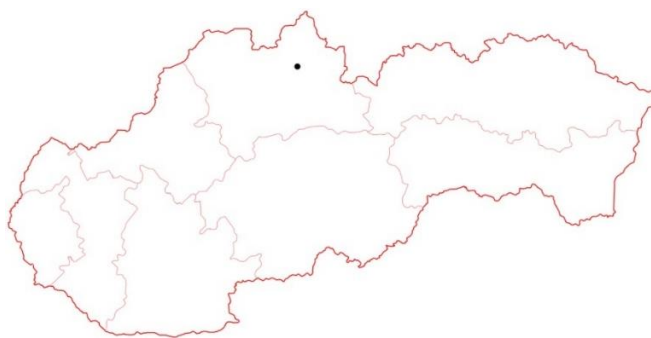
- typ ruiny bol zvolený ako ruina so zachovaním svojej originálnej murovanej substancie po korunu muriva,
- rámcová metóda obnovy strešnej konštrukcie pre predpoklad splnenia urbanistických hodnôt a vstupov ako pohľadová exponovanosť či osadení objektu<sup>2</sup> bola zvolená ako synteticko-rekonštrukčná. Ako čiastková metóda obnovy je zvolená slohová rekonštrukcia, ktorá umožní prinavrátiť objektu pôvodnú siluetu a pôvodný tvar,
- bude aplikovaná ako kópia v masívnom dreve, aj v exteriéri aj v interiéri na porovnanie s náznakom z konštrukcií na báze dreva,
- bude aplikovaná aj ako náznak z konštrukcií na báze dreva .V exteriéri bude naznačovať pôvodný tvar, ale v interiéri nebude použitá slohová rekonštrukcia, ale v snahe využiť benefity ľahkých konštrukčných systémov zastrešenia na báze dreva je možné pri návrhu využiť metódu náznaku so snahou zachovania charakteru interiéru objektu,

<sup>1</sup> kostol sv.Kozmu a Damiána, františkánsky klášť.Katarínka, ruina románskeho kostola–Haluzice, Monastier–Krásny Brod, Husitský kostol–Lúčka, veža kostola sv.Stanislav–Spišský Hrušov,

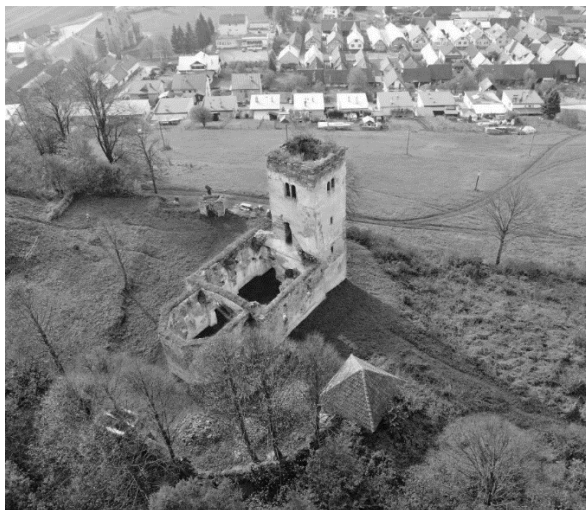
<sup>2</sup> v sídle alebo v krajine.

- interiér objektu bude voľný, bez vnútorných nosných alebo nenosných pôvodných murív,
- predpokladá sa výrazná pohľadová exponovanosť objektu v kontexte,
- pre zachovanie autenticity materiálu a vzhľadom na hlavný predmet skúmania dizertačnej práce môžeme zadefinovať ľahké konštrukcie na báze dreva ako materiál totožný, nanajvýš podobný pôvodnému (masívne drevo, doplnené detailmi kovových doplnkových spojovacích alebo stabilizujúcich prvkov).

Z mapovania vybraného typologického typu, ktorému sa práca venuje<sup>3</sup>, (predovšetkým podľa mapy sakrálnych objektov v ruinálnom stave) a taktiež na základe zvolených parametrov je možné konštatovať, že najvhodnejšou voľbou reprezentanta pre aplikovaný výskum bude sakrálny objekt, kostol sv. Damiána a Kozmu v obci Sedliacka Dubová v Žilinskom kraji.



Obr. 6. 2–Vybraný reprezentant – poloha kostola sv. Damiána a Kozmu v obci Sedliacka Dubová (autor)



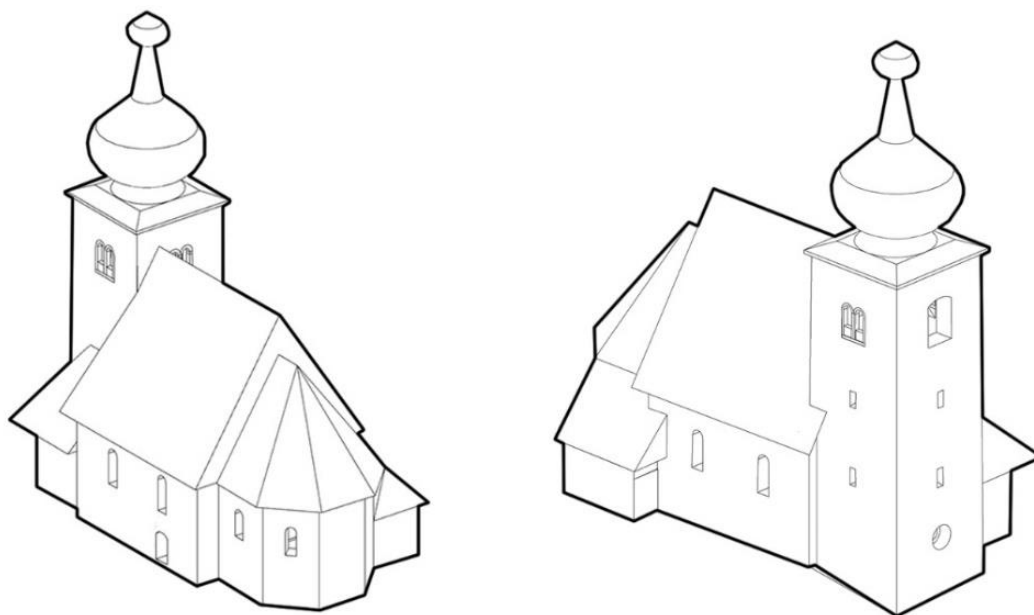
Obr. 6. 3–Vybraný reprezentant – kostol sv. Damiána a Kozmu v obci Sedliacka Dubová (zdroj Patrik Bukna)

## 6.2 Analýza reprezentanta

Stručným opisom vyhotoveného architektonicko-historického výskumu je možné konštatovať, že dnešné pozostatky kostola sv. Damiána a Kozmu pochádzajú z obdobia baroka (hlavná loď, presbytérium a sakristia), resp. z obdobia renesancie (veža kostola) s určitými zásahmi medzi rokmi 1998-2022 (prevažne práce spojené s doplnením koruny muriva do jednotnej výšky a stabilizačných zásahov). Predpokladá sa, že barokový kostol nahradil starší – drevený, ktorého odtláčok strechy sa zachoval na stene renesančnej veže. Z jednodŕového priestoru barokového kostola sa zachovali pozostatky pilierov, na ktorých bola valená klenba. Do

<sup>3</sup> sakrálne objekty – kostoly

výšky koruny boli zachované murivá veže, lode a presbytéria. Murivá sakristie sa zachovali iba do polovičnej výšky. Pre vyhotovenie predpokladaného tvaru a sklonu strechy poslúžila metóda vzťahov, proporcií a dokonalej geometrie počas práce študentov<sup>4</sup> na Fakulte architektúry a dizajnu a doc. Krušínskeho zo Žilinskej univerzity, ktorí formou spomenutej metódy vytvorili predpoklad správnej proporcie zastrešenia hlavnej lode, apsidy, sakristie a predsieni. Barokové zastrešenie renesančnej veže kostola je zobrazené na starých archívnych dokumentoch<sup>5</sup>, ktoré zobrazujú cibulovité zastrešenie veže. Na základe dostupných informácií, ktoré boli k dispozícii pri vyhotovení barokovej podoby kostola je možné rozprávať o **analogicko-hypotetickej rekonštrukcii**. Bolo možné obnoviť vzhľad a štruktúru strechy na základe dostupných údajov a podobnosti s inými historickými stavbami alebo architektonickými štýlmi.



Obr. 6. 4-Analogicko-hypotetická rekonštrukcia strechy nad hlavnou loďou objektu kostola sv. Damiána a Kozmu v Sedliackej Dubovej (autor)

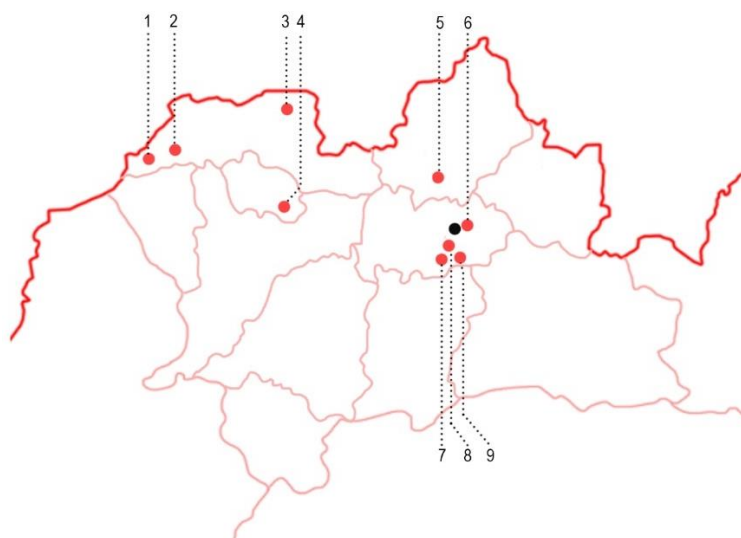
*Poznámka: Napriek tomu, že analogicko-hypotetická rekonštrukcia je vyhotovená na celý objekt, vo výskume sa zameriame na zastrešenie hlavnej lode, ktorej obnova udáva charakter celému objektu.*

### 6.3 Vyhotovenie analógie možných konštrukčných schém pôvodných krovových sústav

Pre ďalší postup výskumu je potrebné získanie informácií o pôvodnej krovovej sústave nad loďou. Z dôsledku nezachovania žiadnej písomnej či grafickej informácie o pôvodnom zastrešení bolo nutné k zisťovaniu pristupovať analogicky. Analógia jednotlivých možných strešných konštrukcií bola zameraná výhradne na sakrálne objekty s prihliadaním na regionálne vzťahy Oravy a Kysúc. Analógia je spracovaná na základe výstupov mapovania krovov sakrálnych stavieb na Orave a Kysuciach (Suchý, 2010). Systém pracoval s mierou zachovania tamojších krovových konštrukcií, ktoré boli následne porovnávané a vyhodnocované vzhľadom na rozpon a konštrukčný systém.

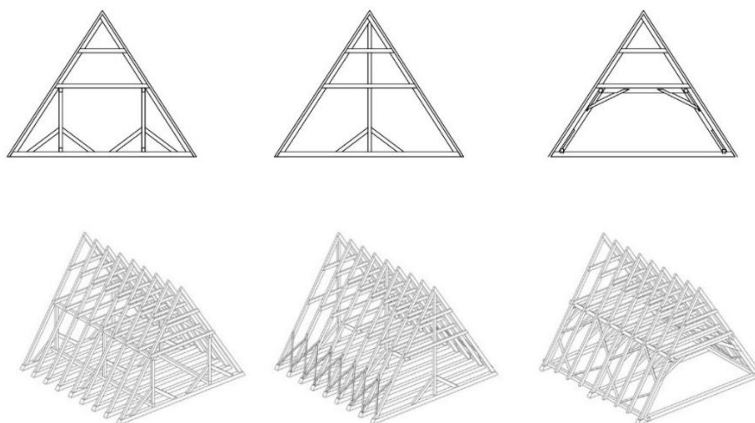
<sup>4</sup> konkrétne študentky Andrei Lorkovej

<sup>5</sup> dokumenty občianskeho združenia OZ Dubova Colonorum



Obr. 6. 5-Polohy objektov kostolov, ktorých krovové konštrukcie sú výsledkom analógie (1-Makov, 2-Vysoká nad Kysucou, 3-Skalité, 4-Horný Vadičov, 5-Krušetnica, 6-Dlhá nad Oravou, 7-Leštiny, 8-Pucov, 9-Malatiná (autor)

Z analógie pôvodných krovových sústav kostolov z oblasti Oravy a Kysúc pri zohľadnení podobností s riešeným reprezentantom možno predpokladať, že nižšie zobrazené typy budú považované za tri východiskové archetypy novej pôvodnej masívnej krovovej konštrukcie kostola. Bude sa jednať o archetyp stojatej stolice, archetyp vešadla a archetyp ležatej stolice.

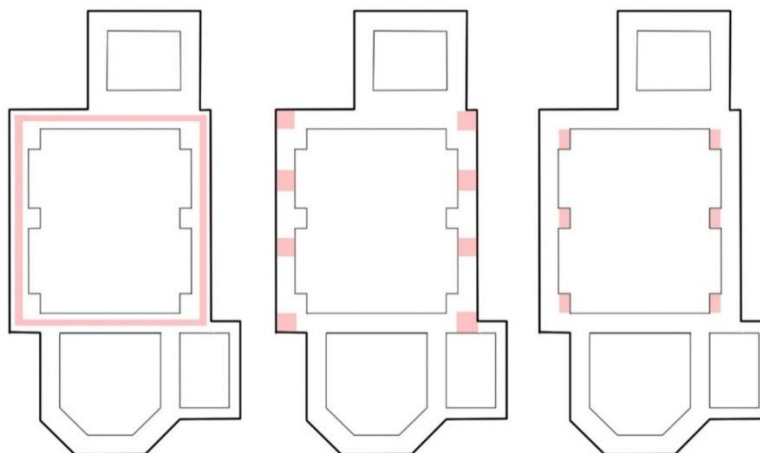


Obr. 6. 6-Pravdepodobné typy pôvodnej krovovej konštrukcie riešeného kostola sv. Damiána a Kozmu v Sedliackej Dubovej, ako výsledok analýz zachovaných krovových konštrukcií v oblasti Oravy a Kysúc s prihliadnutím na obdobie vzniku krovu a jeho rozpon. Varianty sú zobrazené v 2D schéme svojich plných väzieb a následne v 3D axonometrickom zobrazení. (zľava : TYP A – stojatá stolica, TYP B – Stredové vešadlo, TYP C – Ležatá stolica) (autor)

#### 6.4 Miera únosnosti murív vybraného reprezentanta

Čiastočne nosné murivo (ktoré je v práci predmetom riešenia) v možných troch prípadoch nosnosti prezentujú schémy na Obr. 6. 7. Prvá schéma symbolizuje líniovo čiastočne nosné murivo, ktorého účinne jadro sa zredukovalo vplyvom poveternostných javov, spôsobujúcich zvetrávanie murovacieho prvku či jeho spojiva. Druhý typ čiastočne nosného muriva uvažuje o možnosti niekoľkých únosných bodov, pravidelne v rámci pôvodnej konštrukcie obvodových múrov, či v treťom prípade o možnosti skupiny nosných bodov, pravidelne v rámci pôvodnej konštrukcie vnútorných pilierov. Na stav konštrukcie v takomto stave únosnosti možno aplikovať

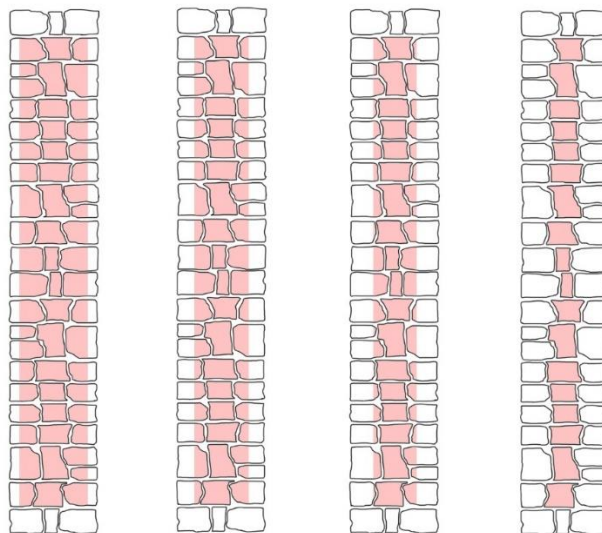
takú novú konštrukciu zastrešenia, ktorá už svojim materiálovým či konštrukčným riešením reaguje na zníženú schopnosť prenášania zaťaženia zo strešnej konštrukcie.



Obr. 6. 7-Schéma únosnosti muriva – čiastočne nosné, (zľava) líniovo po obvode, bodovo pravidelne na múroch, pravidelne bodovo na pilieroch (autor)

## 6.5 Stav čiastočne nosných múrov

V rámci vybraného stavu sa postup bude uberať spôsobom hľadania kritickej hrúbky súdržného jadra, resp. limitnej hrúbky, kedy je takto degradované murivo ešte schopné prenášať zaťaženie novej strešnej konštrukcie. Toto overenie podlieha výpočtu pre rôzne hrúbky muriva(aktívneho jadra), tak ako na nižšie zobrazenej zjednodušenej schéme.



Rôzna hrúbka aktívneho súdržného nosného jadra

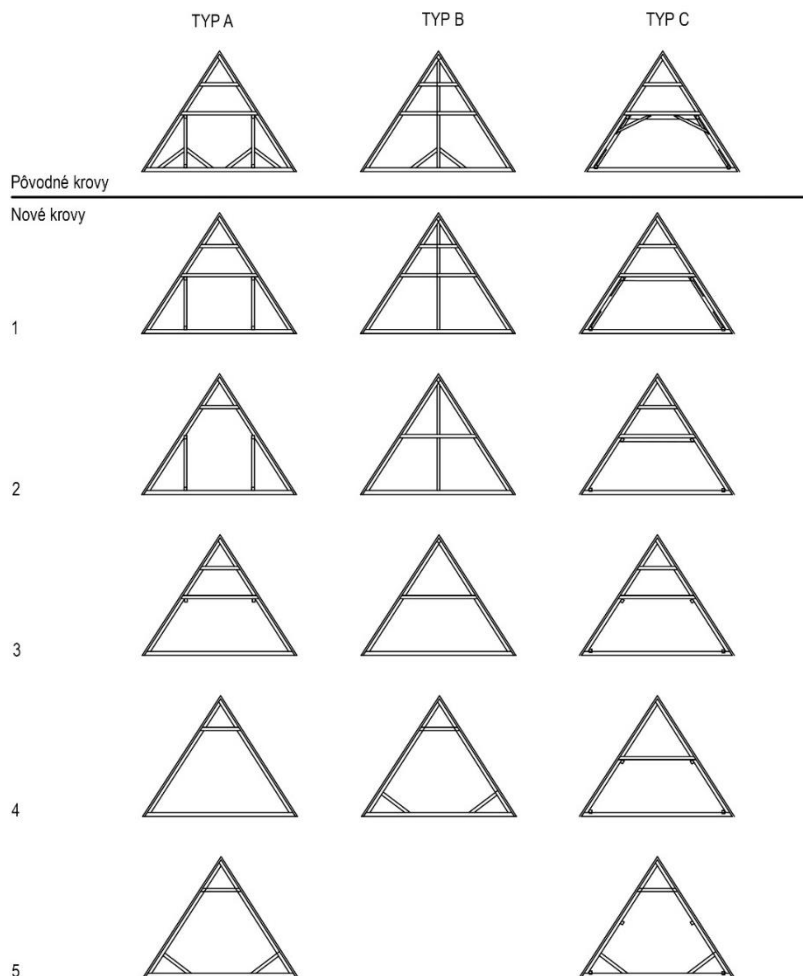
Obr. 6. 8-Schéma rôznej aktívnej hrúbky súdržného jadra pôvodnej murovanej substancie pre čiastočne nosné murivo (autor)

## 6.6 Stav čiastočne nosných múrov

Návrh nového zastrešenia kostola sv. Damiána a Kozmu bude pozostávať z konštrukcií na báze dreva, teda konkrétne formou lepeného lamelového dreva. Po stanovených determinantoch z oblasti architektúry, pamiatkovej starostlivosti a zisteniach či analógiách pôvodnej konštrukcie zastrešenia, možno definovať novú hierarchickú konštrukciu z lepeného lamelového dreva v rámci polohy, podpory, tvaru, sklonu a povrchu nasledovne:

Determinant pre polohu novej strešnej konštrukcie bude definovaný ako pôvodný, podpora strešnej konštrukcie bude pozostávať z čiastočne nosného muriva – teda konštrukcia bude položená na murivo. Tvar a sklon strechy vychádzajúci zo zachovania pôvodnej siluety objektu je zvolený ako pôvodný a povrch, čím rozumieme materiál krytiny bude uvažovaný ako pôvodný prípadne príbuzný.

Všetky varianty nového zastrešenia sú odvodené od troch základných archetypov strešných konštrukcií, ktoré vychádzajú z analýzy možných pôvodných masívnych konštrukcií zastrešenia (zobrazených na Obr. 6. 6.) Tieto archetypy poskytujú východiskový bod pre tvorbu nových konštrukčných riešení, ktoré prinášajú novú architektonickú kvalitu pri zachovaní autenticity originálu a materiálu. Variantné navrhovanie nových drevených konštrukcií na báze dreva–lepeného lamelového dreva, spočíva v zachovaní charakteru nosnej konštrukcie, respektíve jeho modifikácií tak, aby bolo možné s upravenou schémou reagovať na zníženú únosnosť pôvodnej murovanej konštrukcie. Modifikácia konštrukčných schém pôvodných krovov zahŕňa postupnú redukciu ich prvkov do takej miery kedy vzniká jednoduchá trojuholníková konštrukcia, zachovávajúca si proporcie pôvodného tvaru zastrešenia. Tento postupný proces transformácie umožňuje zjednodušiť pôvodne varianty strešných konštrukcií a reagovať tak na nové situácie či požiadavky.



Obr. 6. 9-Aktualizovaná schéma modifikácie staticko-konštrukčných schém pôvodných krovových systémov zoradených podľa miery úprav jednotlivých typov zobrazená v 2D (autor)



## 6.7 Spôsob posudzovania únosnosti zachovanej pôvodnej substancie pri rôznej miere účinnej šírky nosného jadra

V nadväznosti na predošlý odstavec a na kapitolu ***Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.*** bude posudzovanie únosnosti zachovanej pôvodnej substancie **vzhľadom na absenciu informácií o pevnosti muriva a malty z dostupných prieskumov vybraného reprezentanta vykonané numerickým výpočtom po analogickom dosadení hodnôt zo stavebno-fyzikálneho prieskumu časti kamenného opevnenia<sup>6</sup> Trenčianskeho hradu.** Posudzovanie spočíva v hľadaní hraničných hodnôt **spôsobom simulovania** rôznych širok účinného resp. nosného jadra zachovaného muriva.

Z nameraných hodnôt vyplýva veľký rozptyl v hodnotách pevností murovanej zložky od **20 – 80 MPa** a rozptyl v hodnotách pevností malty od **5,0 – 0,3 MPa**. Najvyššie namerané hodnoty pevnosti v spomínanom prieskume, má malta v prvých 20 mm konštrukcie nakoľko sa preukázal výskyt cementovej malty. S nameranými údajmi pevnosti cementovej malty (nakoľko používanie cementovej malty nebolo v minulosti možné a taktiež nie je z pamiatkového hľadiska prípustné) nebudú do hĺbky **20 mm** vo výpočte uvažované. Teda rozptyl malty s ktorým sa pre potreby výpočtu bude uvažovať je **0,3 – 1,71 MPa**.

Tieto hodnoty budú posudzované v spojení resp. v kombinácii s rôznou aktívnou šírkou nosného jadra pôvodného muriva, ktorá bude formovaná od pôvodnej hrúbky 950 mm a postupne znižovaná o hodnotu 50 mm (25 mm z každej strany) až do hodnoty 400 mm.

Pri overovaní pôvodného muriva je dnes používaná norma STN EN 1996-1-1<sup>7</sup>, kapitola 6 – Medzný stav únosnosti, kde vo všeobecných ustanoveniach na základe pôsobenia prevažne zvislého zaťaženia je zadefinované správanie sa konštrukcie nasledovne:

Pri výpočte odolnosti murovaných stien vo zvislom smere možno predpokladať:

- rovinné prierezy zostávajú rovinné,
- pevnosť muriva v ťahu v smere kolmom na ložné škáry sa rovná nule.

V medznom stave únosnosti návrhová hodnota zvislého zaťaženia  $N_{Ed}$ , murovanej steny musí byť menšia alebo rovná návrhovej hodnote odolnosti  $N_{Rd}$  steny vo zvislom smere, t.j.:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad (6.1)$$

Kde návrhová hodnota odolnosti  $N_{Rd}$  jednovrstvovej steny vo zvislom smere na jednotku dĺžky je daná vzťahom:

$$N_{Rd} = \Phi * t * f_D \quad (6.2)$$

Kde  $\Phi$  je príslušný zmenšovací súčiniteľ únosnosti  $\Phi_i$  v úrovni hlavy alebo päty steny, alebo  $\Phi_m$  v strede steny, zohľadňujúci vplyvy štíhlosti steny a excentricity zaťaženia.

$t$  hrúbka steny

$f_D$  návrhová pevnosť muriva v tlaku.

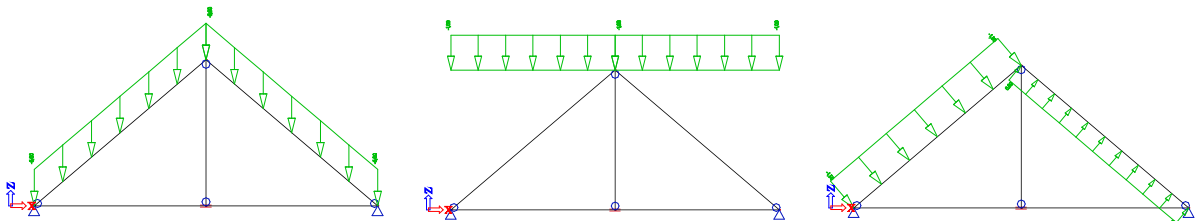
<sup>6</sup> ZÁVACKÝ J., Stavebno-fyzikálny prieskum NKP Trenčianský hrad – časť juhovýchodného opevnenia, 2021

<sup>7</sup> navrhovanie murovaných konštrukcií časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie (STN EN 1996-1-1, 2013)

## 6.8 Spôsob posudzovania konštrukcie zastrešenia voči pôvodnej substancii mirív historického objektu

Spôsob posudzovania pôvodnej konštrukcie a nových konštrukcii z hľadiska ich hmotnosti, a hodnoty zaťaženia bude riešený formou počítačového modelovania, výpočtov, dimenzovania a výstupov v programe SCIA Engineer<sup>8</sup>. V našom prípade bude v spomínanom programe vytvorený model pre každú jednu konštrukčnú schému, ktorá bude obsahovať vstupné parametre o rozmere jednotlivých prvkov, triedy reziva a iné. Z dôvodu absencie informácií o type pôvodného dreva, resp. jeho triede z pôvodných výskumov, bude pre pôvodnú masívnu konštrukciu uvažovaná trieda reziva C24. Pre modifikované staticko-konštrukčné schémy navrhovaných krovových schém budú používané triedy reziva variantne, ako výsledok hľadania viac či menej vhodnej v rámci finálneho posúdenia ich nepriaznivých účinkov na pôvodnú murovanú konštrukciu. Posúdenie vo výpočtovom programe spočíva vo vymodelovaní základnej statickej schémy konštrukcie, kde ku každému prútu sú priradené informácie o priereze a parametroch materiálu. Sú určené body kde sa nachádzajú podpery a sú definované body v styku jednotlivých prvkov, tzv. uzly, ktoré vyjadrujú správanie medzi prvkami. Základným vymodelovaním sa získajú informácie z vlastnej tiaže konštrukcie, hmotnosti konštrukcie a základným zvislým reakciám v jednej podpere.

Pre komplexnosť posúdenia je nutné takúto schému doplniť o jednotlivé zaťažovacie stavy a to o stále zaťaženie strešnej krytiny a premenné zaťaženia od snehu a vetra. Hodnoty zaťaženia snehom a vetrom sú určované podľa platných postupov, grafov a oblastí z noriem a eurokódov<sup>9</sup>.



Obr. 6. 10-Illustračné zobrazenie priebehu zaťaženia namodelovanej staticko-konštrukčnej schémy v jednotlivých zaťažovacích stavoch (autor)

Z vytvorenej modelovej konštrukcie je možné extrahovať hodnoty reakcií v jednej podpere, respektíve zaťaženia stropnej konštrukcie, spolu s vonkajšími vplyvmi na pôvodnú murovanú substanciu. Súčasne možno analyzovať aj hmotnosť použitého materiálu v danej väzbe. Následne sa numerické výsledky a výsledky zo softvéru spoja vo finálnom posúdení pre pôsobenie vplyvu novej strešnej konštrukcie na pôvodné murivo. Výsledkom sa získa informácia o možnosti prenesenia zaťaženia z novej strešnej konštrukcie cez zachovanú substanciu originálu. Podľa výsledkov by sa pristúpilo k riešeniam, ktoré by riešili nepriaznivý stav prenášania zaťaženia.

## 6.9 Spôsob vyhodnocovania

Ako základ možno použiť viacrozmernú a viackriteriálnu metódu, ktorá porovnáva jednotlivé varianty a ich parametre na hodnotenie kvality alternatív návrhov projektov obnovy. V práci bude použitá multikriteriálna komparatívna analýza, ktorá slúži ako výpočtový nástroj na

<sup>8</sup> Scia engineer je integrovaný, výpočtový a dimenzačný softvér pre riešenie všetkých druhov konštrukcií z rôznych materiálov

<sup>9</sup> pre sneh: Eurokód 1, Zaťaženia konštrukcií Časť 1-3:Všeobecné zaťaženia zaťaženia snehom národná príloha

určenie najvhodnejších možností spomedzi všetkých navrhovaných na základe súhrnu ich charakteristík a kritérií.

Výsledný ukazovateľ vplyvu  $i$ -teho variantu zastrešenia  $J_i$  je vyjadrený nasledovne:

$$J_i = \sum_{j=1}^m (z_{ij} * v_j) \quad (6.3)$$

kde:  $z_{ij}$  je hodnota  $j$ -tého čiastkového ukazovateľa  $i$ -teho variantu;  $v_j$  je váhový koeficient  $j$ -tého čiastkového ukazovateľa,  $m$  je počet čiastkových ukazovateľov. Hodnota čiastkového ukazovateľa je vyjadrená čiastkovo podľa nasledujúcich vzťahov v závislosti od ich najkladnejšieho charakteru (kedy vyššia hodnota vyjadruje lepšiu kvalitu), alebo najzápornejšieho charakteru (nižšia hodnota vyjadruje vyššiu kvalitu):

$$z_{ij,stim} = \frac{x_{ij} - x_{j,min}}{x_{j,max} - x_{j,min}} \quad (6.4)$$

$$z_{ij,destim} = \frac{x_{j,max} - x_{ij}}{x_{j,max} - x_{j,min}} \quad (6.5)$$

kde:  $z_{ij,stim}$  je stimulujúci čiastkový ukazovateľ dopadu zastrešenia,  $z_{ij,destim}$  je destimulujúci čiastkový ukazovateľ dopadu zastrešenia,  $x_{ij}$  je prirodzená hodnota  $j$ -tého čiastkového ukazovateľa dopadu zastrešenia,  $x_{j,max}$  a  $x_{j,min}$  sú maximálna a minimálna hodnota  $j$ -tého čiastkového ukazovateľa dopadu zastrešenia (Pakhomova, 2019)<sup>10</sup>.

## 6.10 Ukazovatele vyhodnocovania

Jednotlivé varianty prekrytia sú bodovo vyhodnotené v tabuľke podľa toho, do akej miery spĺňajú jednotlivé požiadavky<sup>11</sup>, čím je ukázané poradie vhodnosti návrhov. Keďže téma zastrešenia zachovanej architektúry je interdisciplinárnym problémom, zásady či odporúčania zároveň syntetizujú požiadavky niekoľkých vedných disciplín. Sledovanými ukazovateľmi pre variant zastrešenia objektu v bloku pamiatková starostlivosť sú:

- **obnova pôvodného charakteru zaniknutej strešnej konštrukcie.**

Sledovanými ukazovateľmi v bloku architektúry sa zameriavajú na:

- **kvalita vzniknutého interiéru – stvárnenie otvoreného priestoru, ktorý bol pôvodne zastropený,**

Sledovanými ukazovateľmi pre jednotlivý variant zastrešenia objektu v bloku statika sú:

- **miera vplyvu na pôvodné murivo,**
- **hmotnosť navrhovanej konštrukcie z lepeného lamelového dreva v pomere k hmotnosti pôvodnej plnej väzby z masívneho dreva.**

Následne budú výsledky pre jednotlivé varianty v samostatne sledovaných blokoch vyhodnotené v tabuľke celkového vyhodnotenia a zoradené zostupne od najvhodnejšieho

<sup>10</sup> Neumann-Morgensternova metóda multikriteriálnej komparatívnej analýzy

<sup>11</sup> sledovaných ukazovateľov pamiatkovej starostlivosti resp. obnovy, architektúry, konštrukčného hľadiska a statiky

navrhovaného variantu<sup>12</sup>. Práca vo svojich záveroch zodpovedá hlavné výskumné otázky vplyvu ľahkých novodobých konštrukcií na báze dreva na nosnosť pôvodnej zachovanej substancie. Možnosti modifikovania jednotlivých konštrukčných schém strešných rovín vzhľadom na rôznu mieru únosnosti v rámci plnohodnotnej prezentácie. Možnosti modifikácie konštrukčných schém strešných rovín vzhľadom na zachovanie charakteru nosnej konštrukcie. Aký vplyv má miera únosnosti originálu pri návrhu ľahkej drevenej konštrukcie na statické či materiálové riešenie a či je možné stanovenú metodiku definovať ako vhodnú pre odborné metodické navrhovanie.

## 7. Posúdenie, vyhodnotenie jednotlivých variantov riešení

### 7.1 Numerické posúdenie únosnosti pôvodného zachovaného muriva pri rôznej miere účinnej šírky nosného jadra

Hodnoty nameraných pevností murív a mált, ktoré sú analogicky dosádzané z prieskumu kamenného múru opevnenia Trenčianskeho hradu sa v ďalšom kroku výpočtu upravili podľa zaužívaných koeficientov pre pevnosť murovanej zložky či pevnosť spojiva. Pre podrobnejšie vyhodnotenie možnej únosnosti muriva, sa na základe Obr. 6. 8 zužovala možná šírka nosného jadra o rovnakú hodnotu – 50 mm. Teda výpočet uvažuje so šírkami účinného nosného jadra od pôvodných 950 mm až do 400 mm. Následne po dosadení a vypočítaní potrebných hodnôt vznikol súbor výsledkov pre kombinácie jednotlivých vstupných hodnôt pevností muriva (**20, 40 a 80 MPa**) a vstupných hodnôt pevností malty (**0,3; 0,77; 1,24; 1,71 MPa**) pri simulovaní možných účinných širok nosného jadra muriva.

N <sub>Rm</sub> [kN]			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																												
	f <sub>t</sub> [Mpa]	f <sub>ct</sub>	t [mm]																																																																							
	f <sub>ctm</sub> [Mpa]		950	900	850	800	750	700	650	600	550	500	450	400																																																												
A	20	2,553	2,147	2,034	1,921	1,808	1,695	1,582	1,469	1,356	1,243	1,130	1,017	0,904																																																												
	0,30																																																																									
B	20	3,388													2,848	2,698	2,548	2,398	2,248	2,099	1,949	1,799	1,649	1,499	1,349	1,199																																																
	0,77																																																																									
C	20	3,908																									3,286	3,113	2,940	2,767	2,594	2,421	2,248	2,075	1,902	1,729	1,556	1,383																																				
	1,24																																																																									
D	20	4,304																																					3,618	3,428	3,237	3,047	2,857	2,666	2,476	2,285	2,095	1,904	1,714	1,523																								
	1,71																																																																									
E	40	4,148																																																	3,487	3,304	3,120	2,936	2,753	2,569	2,386	2,202	2,019	1,835	1,652	1,468												
	0,30																																																																									
F	40	5,503																																																													4,627	4,383	4,140	3,896	3,653	3,409	3,166	2,922	2,679	2,435	2,192	1,948
	0,77																																																																									
G	40	6,349	5,338	5,057	4,776	4,495	4,214	3,933	3,652	3,371	3,090	2,809	2,528	2,247																																																												
	1,24																																																																									
H	40	6,991													5,878	5,569	5,259	4,950	4,640	4,331	4,022	3,712	3,403	3,094	2,784	2,475																																																
	1,71																																																																									
I	80	6,738																									5,665	5,367	5,068	4,770	4,472	4,174	3,876	3,578	3,280	2,981	2,683	2,385																																				
	0,30																																																																									
J	80	8,940																																					7,516	7,120	6,725	6,329	5,934	5,538	5,143	4,747	4,351	3,956	3,560	3,165																								
	0,77																																																																									
K	80	10,313																																																	8,671	8,215	7,758	7,302	6,846	6,389	5,933	5,476	5,020	4,564	4,107	3,651												
	1,24																																																																									
L	80	11,357																																																													9,549	9,046	8,544	8,041	7,538	7,036	6,533	6,031	5,528	5,026	4,523	4,020
	1,71																																																																									

Obr. 7. 1-Výsledky hodnôt únosnosti pre uvažované hodnoty pevností murív a mált pri uvažovaní rôznej účinnej šírky nosného jadra pôvodného muriva (autor)

<sup>12</sup> podľa metódy vysvetlenej v kapitole 6.9-Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.

## 7.2 Digitálne vyhodnotenie jednotlivých krovových systémov (pôvodných, navrhovaných) vzhľadom na hmotnosť pri stanovených modifikáciách staticko-konštrukčných systémov a vzhľadom na použitú triedu reziva

Podľa nastaveného systému práce sa jednotlivé staticko-konštrukčné schémy pôvodných aj navrhovaných modifikovaných krovových systémov zobrazených na Obr. 6. 9 namodelovali do výpočtového programu. Rozmery jednotlivých prierezov boli použité totožné ako pri modelovaní pôvodnej krovovej konštrukcie z masívu. Pre konštrukciu z masívnu bola zvolená trieda C24 ako východiskový stav. V prvom kroku pri posúdení hmotnosti sa staticko-konštrukčná schéma pôvodného krovu zachovala nezmenená a sledoval sa vplyv na zmenu hmotnosti jednej plnej väzby pri totožnej schéme vyhotovenej z lepeného lamelového dreva a variovaní triedy reziva.

Hmotnosť [kg]	A	B	C	%
C24	916,6	854,76	932,21	100
GL20h	807,48	753	821,23	88
GL22h	594,77	834,4	910,01	97
GL24h	916,6	854,76	932,21	100
GL26h	971,15	905,63	987,7	106

Obr. 7. 2-Tabuľka porovnania hmotností schém pôvodných krovov z masívneho reziva a hmotností totožnej staticko-konštrukčnej schémy z lepeného lamelového dreva rôznej triedy (autor)

Z obrázku je zrejmé hmotnosť v kilogramoch daného typu pôvodnej krovovej sústavy a jej uvažovaného počiatkového stavu v triede reziva C24. Následne ďalšie hmotnosti uvažujúce zmenu z masívneho reziva na lepené lamelové drevo pri rôznej triede zobrazujú zmenu hmotností jednej väzby pre daný typ archetypu krovu. V poslednom stĺpci je zobrazené percentuálne vyhodnotenie konkrétnych tried reziva voči pôvodnej. Nakoľko trieda reziva lepeného lamelového dreva **GL26h** už presahuje hmotnosť pôvodných konštrukcií, nebudeme s ňou a ďalšími vyššími triedami vo svojich výpočtoch uvažovať. V ďalšom kroku boli posudzované už modifikované varianty z Obr. 6. 9 pôvodných archetypov krovov v troch krokoch, kde každý z krokov prezentuje špecifickú triedu lepeného lamelového dreva porovnávanú s východiskovým stavu pôvodnej masívnej konštrukcie.

Hmotnosť [kg]		A	B	C
C24	0	916,6	854,76	932,21
GL20h	1	682,55	690,54	761,31
	2	628,55	661,32	638,17
	3	585,93	556,71	585,93
	4	531,93	585,57	556,71
	5	585,57		585,57

Obr. 7. 3-Tabuľka porovnania hmotností schém pôvodných krovov z masívneho reziva a hmotností modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva triedy GL20h (autor)

Hmotnosť [kg]		A	B	C
C24	0	916,6	854,76	932,21
	1	756,34	765,19	843,62
GL22h	2	696,5	732,81	707,17
	3	649,27	616,9	649,27
	4	589,43	648,88	616,9
	5	648,88		648,88

Obr. 7. 4-Tabuľka porovnania hmotností schém pôvodných krovov z masívneho reziva a hmotností modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva triedy GL22h(autor)

Hmotnosť [kg]		A	B	C
C24	0	916,6	854,76	932,21
	1	774,79	783,85	864,19
GL24h	2	713,49	750,68	724,41
	3	665,11	631,94	665,11
	4	603,81	664,71	631,94
	5	664,71		664,71

Obr. 7. 5-Tabuľka porovnania hmotností schém pôvodných krovov z masívneho reziva a hmotností modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva triedy GL24h(autor)

Posúdenie zobrazené na Obr. 7. 6 a Obr. 7. 7 zobrazuje prehľad jednotlivých modifikovaných navrhovaných krovových sústav z lepeného lamelového dreva v rôznych triedach reziva spolu s hodnotami hmotností pôvodných masívnych krovových sústav. Prvá zo spomenutých tabuliek vyjadruje tieto vzťahy v absolútnych hodnotách, zatiaľ čo druhá ich premieta v percentuálnom vzťahu nových konštrukcií voči pôvodným.

Hmotnosť [kg]		Typ strechy									Pôvodné krov		
		Lepené lamelové drevo									A	B	C
		A			B			C			C24	C24	C24
		GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24			
Variant	1	682,55	756,34	774,79	690,54	765,19	783,85	761,31	843,62	864,19	916,6	854,76	932,21
	2	628,55	696,50	713,49	661,32	732,81	750,68	638,17	707,17	724,41			
	3	585,93	649,27	665,11	556,71	616,90	631,94	585,93	649,27	665,11			
	4	531,93	589,43	603,81	585,57	648,88	664,71	556,71	616,90	631,94			
	5	585,57	648,88	664,71				585,57	648,88	664,71			

Obr. 7. 6-Tabuľka porovnania absolútnych hodnôt hmotností schém pôvodných krovov z masívneho reziva a hmotností modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva v jednotlivých triedach reziva(autor)

Hmotnosť [%]		Typ strechy									Pôvodné krovky		
		Lepené lamelové drevo											
		A			B			C			A	B	C
		GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	C24	C24	C24
Variant	1	74%	83%	85%	81%	90%	92%	82%	90%	93%	100	100	100
	2	69%	76%	78%	77%	86%	88%	68%	76%	78%			
	3	64%	71%	73%	65%	72%	74%	63%	70%	71%			
	4	58%	64%	66%	69%	76%	78%	60%	66%	68%			
	5	64%	71%	73%				63%	70%	71%			

Obr. 7. 7-Tabuľka porovnania percentuálnych hodnôt hmotností schém pôvodných krovov z masívneho reziva a hmotností modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva v jednotlivých triedach reziva(autor)

### 7.3 Digitálne vyhodnotenie jednotlivých navrhovaných staticko-konštrukčných schém vzhľadom na hodnotu zaťaženia vplyvajúci na pôvodnú murovanú substanciu

Pre potrebu ďalšej kvantifikácie a na základe riešenia strešnej konštrukcie na jednom objekte boli pre jednotlivé schémy zadefinované totožné zaťažovacie stavy s totožnými vlastnosťami a pôsobením. Konkrétne do výpočtu boli použité 4 zaťažovacie stavy, ktoré tvoria 1.) vlastná tiaž, 2.) zaťaženie pri pôsobení krytiny, 3.) zaťaženie snehom a 4.) zaťaženie pôsobením tlaku alebo sania vetra. Pre zadefinovanie hodnoty zaťaženia vetrom a snehom boli použité zaužívané systémy zohľadňujúce región a lokalitu umiestnenia riešeného objektu.

Pri druhom zaťažovacom stave sa uvažuje s bobrovkou, ktorej hodnota zaťaženia je 7 kN/m. Hodnota pri druhom zaťažovacom stave je 1,5 kN/m a tretí zaťažovací stav uvažuje s hodnotami tlaku vetra 0,05 a sania vetra 0,28 kN/m.

Prístup namodelovania jednotlivých navrhovaných krovových konštrukcií v rôznych triedach reziva je vhodný pre porovnanie nie len hodnoty reakcií voči murivu ale aj porovnaniu rôznych tried muriva vzhľadom na výsledok zvislých reakcií. Po vyhotovení modelovania vo výpočtovom programe a následnom vyhotovení výpočtov možno výsledne hodnoty zvislých reakcií v jednej podpere od jednotlivých modifikovaných variant vychádzajúcich z daných troch archetypov pôvodných krovových sústav zadefinovať nasledovne:

N <sub>Ed</sub> [kN]		Typ strechy								
		A			B			C		
		GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24
Variant	1	3,55	3,71	3,80	3,39	3,75	3,84	3,74	4,14	4,24
	2	3,08	3,42	3,50	3,24	3,59	3,68	3,13	3,47	3,55
	3	2,87	3,18	3,26	2,73	3,03	3,10	2,87	3,18	3,26
	4	2,61	2,89	2,96	2,87	3,18	3,26	2,73	3,03	3,10
	5	2,87	3,18	3,26				2,87	3,18	3,26

Obr. 7. 8-Tabuľka výsledných hodnôt zvislých reakcií v jednej podpere z modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva rôznej triedy reziva (autor)

Posúdenie zobrazené na Obr. 7. 9 a Obr. 7. 10 zobrazuje prehľad hodnôt zvislých zaťažení jednotlivých modifikovaných navrhovaných krovových sústav z lepeného lamelového dreva v rôznych triedach reziva spolu s hodnotami zvislých zaťažení pôvodných masívnych

krovových sústav. Prvá zo spomenutých tabuliek vyjadruje tieto vzťahy v absolútnych hodnotách, zatiaľ čo druhá ich premieta v percentuálnom vzťahu nových konštrukcií voči pôvodným.

N <sub>Ed</sub> [kN]		Typ strechy									Pôvodné krovy		
		Lepené lamelové drevo									A	B	C
		A			B			C			A	B	C
		GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	C24	C24	C24
Variant	1	3,55	3,71	3,80	3,39	3,75	3,84	3,74	4,14	4,24	4,5	4,19	4,58
	2	3,08	3,42	3,50	3,24	3,59	3,68	3,13	3,47	3,55			
	3	2,87	3,18	3,26	2,73	3,03	3,10	2,87	3,18	3,26			
	4	2,61	2,89	2,96	2,87	3,18	3,26	2,73	3,03	3,10			
	5	2,87	3,18	3,26				2,87	3,18	3,26			

Obr. 7. 9-Tabuľka porovnania absolútnych hodnôt zvislých reakcií v jednej podpere z modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva rôznej triedy reziva s hodnotami zaťaženia konštrukcií pôvodných krovových systémov (autor)

N <sub>Ed</sub> [%]		Typ strechy									Pôvodné krovy		
		Lepené lamelové drevo									A	B	C
		A			B			C			A	B	C
		GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	GL20	GL22	GL24	C24	C24	C24
Variant	1	78	82	84	81	89	92	82	90	93	100	100	100
	2	68	76	78	72	80	88	68	76	78			
	3	64	71	72	61	72	74	63	69	71			
	4	58	64	66	64	76	78	60	66	68			
	5	64	71	72				63	69	71			

Obr. 7. 10-Tabuľka porovnania absolútnych hodnôt zvislých reakcií v jednej podpere z modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva rôznej triedy reziva s hodnotami zaťaženia konštrukcií pôvodných krovových systémov (autor)

## 7.4 Posúdenie vplyvu zaťaženia navrhovaných modifikovaných staticko-konštrukčných schém vzhľadom na hodnotu únosnosti pôvodnej murovanej konštrukcie

Na posúdenie únosnosti aktívnej šírky jadra pôvodnej murovanej substancie a zaťaženia od jednotlivých modifikovaných variant vychádzajúcich z daných troch archetypov pôvodných sústav boli do ucelenej formy skombinované údaje zobrazené na Obr. 7. 1 a na Obr. 7. 8. Touto kombináciou údajov je možné vyhotoviť záverečné posúdenie podľa vzťahu (6.1). Toto posúdenie nadobudnutých hodnôt vytvára komplexný prehľad pre každý jeden variant zastrešenia formou lepeného lamelového dreva pri rôznej triede reziva umiestňovaný na pôvodnú murovanú substanciu so zníženou mierou únosnosti ovplyvnenú rôznou šírkou aktívneho nosného jadra pri analogicky dosádzaných hodnotách pevností muriva a malty.

Výsledkom sú tri komplexné tabuľky rozdelené podľa uvažovanej počiatkovej hodnoty pevnosti muriva, tzn. prvá tabuľka (Obr. 7. 11) posudzuje únosnosť pôvodnej murovanej substancie pre hodnotu pevnosti muriva 20 MPa, druhá tabuľka (Obr. 7. 12) zobrazuje posúdenie pre hodnotu pevnosti muriva 40 MPa a posledná tabuľka (Obr. 7. 13) zobrazuje posúdenie pre hodnotu pevnosti muriva 80 MPa. V tabuľkách sú červenou farbou podfarbené polia ktorých výsledkom je nevyhovujúci stav, teda únosnosť pôvodného muriva je nedostačujúca na prenesenie zvislého zaťaženia z navrhovaných krovov z lepeného lamelového dreva a naopak zelenou farbou sú podfarbené polia, ktorých výsledkom je vyhovujúci stav, teda únosnosť pôvodného muriva je dostačujúca na prenesenie zaťaženia z navrhovaných variantov krovov z lepeného lamelového dreva.



LPHR PVR	$N_{Ed}$ [kN]												$N_{Ed}$ [kN]												$N_{Ed}$ [kN]															
	1				2				3				4				5				6				7				8											
	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S				
30	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340

Obr. 7. 11-Tabuľka posúdenia únosnosti pôvodného muriva pri nameraných hodnotách zataženia pevnosti muriva 20 MPa ku všetkým modifikovaným variantom a ich triedam reza (autor)

LPHR PVR	$N_{Ed}$ [kN]												$N_{Ed}$ [kN]												$N_{Ed}$ [kN]															
	1				2				3				4				5				6				7				8											
	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S				
40	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440

Obr. 7. 12-Tabuľka posúdenia únosnosti pôvodného muriva pri nameraných hodnotách zataženia pevnosti muriva 40 MPa ku všetkým modifikovaným variantom a ich triedam reza (autor)

LPHR PVR	$N_{Ed}$ [kN]												$N_{Ed}$ [kN]												$N_{Ed}$ [kN]															
	1				2				3				4				5				6				7				8											
	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S	02P	02T	02R	02S				
80	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840

Obr. 7. 13-Tabuľka posúdenia únosnosti pôvodného muriva pri nameraných hodnotách zataženia pevnosti muriva 80 MPa ku všetkým modifikovaným variantom a ich triedam reza (autor)

## 7.5 Vyhodnotenie sledovaných ukazovateľov navrhovaných modifikovaných variantov zastrešenia kostola sv. Damiána a Kozmu formou konštrukcií na báze dreva

V záverečnom vyhodnotení sú posudzované sledované ukazovatele, ktoré sú vkladané a vyhodnotené v komplexnej tabuľke s výsledným dopadom každého jedného variantu navrhovaného zastrešenia formou lepeného lamelového dreva. Pri ukazovateľoch zaťaženie a hmotnosť, boli ako referenčné hodnoty používané výsledky pre triedu reza GL20h.

Variant	Charakter pôvodnej nosnej konštrukcie	Kvalita vzniknutého interiéru	Zaťaženie	Hmotnosť	Výsledný dopad zastrešenia
<b>A4</b>	0,100	1,000	1,000	1,000	0,620
<b>B3</b>	0,300	0,700	0,894	0,892	0,557
<b>C4</b>	0,150	0,700	0,894	0,892	0,527
<b>A3</b>	0,250	0,700	0,770	0,765	0,497
<b>A5</b>	0,000	0,900	0,770	0,766	0,487
<b>B4</b>	0,000	0,900	0,770	0,766	0,487
<b>C5</b>	0,000	0,900	0,770	0,766	0,487
<b>C3</b>	0,300	0,500	0,770	0,765	0,467
<b>C2</b>	0,650	0,500	0,540	0,537	0,445
<b>A2</b>	0,500	0,000	0,584	0,579	0,333
<b>B2</b>	0,650	0,000	0,442	0,436	0,306
<b>B1</b>	0,900	0,000	0,310	0,310	0,304
<b>A1</b>	0,900	0,000	0,168	0,343	0,282
<b>C1</b>	0,900	0,500	0,000	0,000	0,280

Obr. 6. 11-Tabuľka výsledného vyhodnotenia modifikovaných variantov navrhovaných krovových sústav zostupne od najlepšieho po najhorší (autor)

Podľa výsledkov záverečného vyhodnotenia možno konštatovať, že napriek najhoršiemu výsledku v kritérií zachovania charakteru pôvodnej nosnej konštrukcie, sa variant **A4** umiestnil v súlade s nastavenou metodikou hodnotenia na prvom mieste. Na ďalších troch pozíciách sa umiestnili varianty **B3**, **C4** a **A3**, ktoré sú si svojou konštrukčnou podstatou veľmi blízke. Tieto varianty sú založené na koncepte trojuholníkovej konštrukcie s prídavkom hambálka. Nasledujúce varianty **A5**, **B4** a **C5**, umiestnené na 5.-7. pozícii, zásadne menia charakter pôvodnej nosnej konštrukcie, no ponúkajú optimálnu využiteľnosť novovzniknutého priestoru krovu. Na posledných troch pozíciách sa nachádzajú návrhy **B1**, **A1** a **C1**, ktoré sa najviac podobajú pôvodnej nosnej konštrukcii, avšak neponúkajú dostatočnú flexibilitu využitia podstrešného priestoru a výrazne nepriaznivo ovplyvňujú pôvodnú murovanú štruktúru.

## 7.6 Zhrnutie výsledkov práce

Vzhľadom na predchádzajúce kapitoly, sú podrobnejšie sumarizované výsledky celkového posúdenia jednotlivých variantov nového zastrešenia na základe sledovaných ukazovateľov. Prvým sledovaným ukazovateľom je charakter pôvodnej nosnej konštrukcie. Zistilo sa, že najlepšie výsledky dosahujú návrhy, ktoré len minimálne modifikujú staticko-konštrukčnú schému pôvodnej masívnej krovovej sústavy. Naopak, najhoršie výsledky sa spozorovali pri návrhoch, ktoré dramaticky menia pôvodnú schému do úplne nových polôh.

Pokiaľ ide o druhý sledovaný ukazovateľ, ktorým je kvalita vzniknutého interiéru, zistil sa zaujímavý vzťah. Návrhy, ktoré najviac zasahujú do staticko-konštrukčnej schémy a menia jej charakter, dosahujú najlepšie výsledky v tejto kategórii. Naopak, návrhy, ktoré sú na prvých priečkach v hodnotení prvého sledovaného ukazovateľa, dosahujú horšie výsledky v hodnotení kvality interiéru. Kvalitou interiéru sa v tomto prípade sleduje prezentácia či využiteľnosť „podkrovného“ priestoru, ktorý bol v pôvodnej situácii uzavretý a neprístupný.

Podobné trendy pozorujeme aj pri posledných dvoch sledovaných ukazovateľoch, konkrétne hmotnosti a zaťaženia. Varianty, ktoré sa v čo najväčšej miere odchyľujú od pôvodnej staticko-konštrukčnej schémy, dosahujú horšie výsledky v týchto oblastiach.

## 8. Záver

### 8.1 Vyhodnotenie cieľov práce

Vzhľadom na postup pri vyhotovovaní práce, jej záverečných výsledkov a záverom, sa stanovené ciele v kapitole 8-Ciele práce pre zlepšenie ich čitateľnosti a prehľadnosti zľúčia do nasledovných cieľom, ktoré žiadnym spôsobom neovplyvnia ich vyhodnotenie.

**Cieľ práce č.1:** Sledovanie úpravy konštrukčnej / statickej schémy zastrešenia (a jej zaťaženia) objektu zachovaného po korunu muriva, pomocou ľahkých konštrukcií na báze dreva na určitú mieru nosnosti zachovaného originálu pri pozorovaní dopadu variant zastrešenia na súbor pamiatkových, architektonických a architektonicko–urbanistických ukazovateľov.

Bolo vytvorených 14 staticko-konštrukčných schém navrhovaných krovov z lepeného lamelového dreva, ktoré boli zhodnotené na základe štyroch základných ukazovateľov – charakteru pôvodnej konštrukcie, kvalita vzniknutého interiéru, zaťaženie takejto konštrukcie na pôvodnú murovanú konštrukciu a hmotnosť samotnej konštrukcie. Ukazovateľ zachovania charakteru pôvodnej nosnej konštrukcie predstavuje mieru modifikácie navrhovanej konštrukcie krovu, voči pôvodnej konštrukcie krovového masívneho systému. Tento ukazovateľ má za cieľ priniesť pohľad otvorene rozmyšľať nad modifikáciou konštrukcie vzhľadom na iné situácie zachovanej murovanej substancie. Kvalita vzniknutého interiéru hodnotí mieru flexibility vzniknutého priestoru, ktorý nám navrhovaná väzba nového krovu vytvára (reakcia na novú funkciu, prípadne nové vertikálne usporiadanie priestorov objektu). Parameter zaťaženia hodnotí zastrešenie na základe jeho negatívneho vplyvu na rôznu mieru narušenia pôvodnej murovanej substancie. Pri rôznorodosti možnej deštrukcie pôvodného muriva a jeho pevnostných charakteristík je tento parameter dôležitý pri voľbe správneho typu staticko-konštrukčnej schémy nového krovu z lepeného lamelového dreva. Posledným sledovaným parametrom je hmotnosť ktorým sa sleduje celková hmotnosť použitého materiálu v jednej väzbe navrhovaného krovu a teda aj reakcia na efektivitu resp. úsporu materiálu.

Tento pamiatkovo-architektonicko-statický ukazovateľ bol aplikovaný na zachovanej substancii objektu kostolíka sv. Damiána a Kozmu, ktorý sa nachádza na exponovanom mieste nad obcou Sedliacka Dubová. Aplikácia dokázala identifikovať optimálne aj nevhodné alternatívy zastrešenia a obnovy ruiny na základe stanovených determinantov. Na prvých pozíciách sa objavili alternatívy ktoré značne modifikujú charakter pôvodnej nosnej konštrukcie za cenu nižšieho negatívneho vplyvu na zachovanú murovanú substanciu.

**Cieľ práce č.2:** Ilustrácia danej metodiky na sledovaní dopadu vybraného typu zastrešenia na rôznorodú únosnosť pôvodnej murovanej substancie ako jedného z významných parametrov limitujúcich pri navrhovaní nového zastrešenia objektu.

Rôznorodá únosnosť pôvodnej murovanej substancie, ktorá je ovplyvnená zistenou hodnotou pevností muriva, hodnotou pevnosti malty a miery narušenia muriva do situácie kedy nie je možné počítať s jeho plnou šírkou vytvorili základ pre posúdenie pôvodného kamenného múru na základe analogicky doložených vlastností muriva a simuláciou rôznej aktívnej šírky konštrukcie. Tento postup predostrel sériu niekoľkých hodnôt v korelácií vyššie spomenutých parametrov.

Na základe posúdenia pôvodného muriva, bola práca so staticko-konštrukčnou schému analogicky zisteného krovu nevyhnutná. Výsledkom toho boli vyhotovené modifikácie pôvodnej nosnej konštrukcie, ktoré viac alebo menej zachovávajú jeho nosný charakter.

Modifikácia staticko-konštrukčných schém si brala za úlohu reagovať na zníženú mieru nosnosti pôvodnej murovanej konštrukcie. Z výskumu je jasné že zistené hodnoty pevností muriva a malty v kombinácií s rôznou aktívnou šírkou nosného jadra by boli pri určitých hodnotách problémom pri akomkoľvek type zastrešenia, ktoré počíta s položením konštrukcie na takto deštruované murivo, zároveň však možno konštatovať, že modifikácia staticko-konštrukčných schém pôvodnej krovovej sústavy vie za určitých kombinácií prispieť k vytvoreniu plnohodnotného zastrešenia, ktoré prinavracia siluetu strechy do pôvodného stavu so sledovaním pôvodného sklonu, výšky a tvaru a taktiež dokáže vytvoriť v interiéri objektu, novú situáciu, otvorenejšiu pre budúce riešenia priestoru interiéru.

**Cieľ práce č.3:** Kvantifikácia vplyvu pôvodnej krovovej masívnej konštrukcie a novej strešnej konštrukcie z lepeného lamelového dreva vzhľadom na ich 1.) zaťaženie pôvodnej substancie muriva na vybranom reprezentantovi 2.) na efektivitu prierezu resp. hmotnosť 3.) kategorizácia rozdielov medzi jednotlivými sledovanými typmi konštrukcií.

Bolo vytvorených 14 staticko-konštrukčných schém navrhovaných krovov z lepeného lamelového dreva, ktoré boli digitálne modelované. Každá zo štrnástich staticko-konštrukčných schém navrhovaných krovov bola sledovaná pri rôznych triedach reziva. Spolu bolo vyhotovených 42 možných hodnôt zaťaženia zo 14 modifikovaných staticko-konštrukčných schém pôvodných krovov.

Pre overenie vplyvu pôvodnej masívnej krovovej konštrukcie boli vyhotovené modely troch krovových sústav vychádzajúce z podrobnej analógie. Týmto konštrukciám bola pre účely výpočtu a posúdenia pridelená trieda reziva C24. S takto uvažovanými pôvodnými konštrukciami bolo následne posudzovaných 42 možných hodnôt zaťaženia z navrhovaných krovových konštrukcií na báze dreva a ich vplyvu na pôvodnú murovanú substanciu.

**1.)** Vznikli tri tabuľky (*Obr. 7. 8, Obr. 7. 9 a Obr. 7. 10*) v ktorých sú vyjadrené hodnoty zvislých reakcií v jednej podpere v svojich reálnych hodnotách pri uvažovaných modifikovaných konštrukciách krovu a danej triede reziva, zároveň čo v druhej (*Obr. 7. 9*) a tretej tabuľke (*Obr. 7. 10*) (sú tieto hodnoty dané do kontaktu s hodnotami zvislých reakcií v jednej podpere z pôvodných krovov v absolútnych hodnotách alebo v percentách.

Vznikla škála o ktorej môžeme tvrdiť že vytvára zaujímavý interval zmeny hodnôt zaťaženia navrhovaných krovových systémov z lepeného lamelového dreva voči pôvodným konštrukciám z masívu. Konkrétne v prípade typu strechy **A4** s triedou reziva GL20h môžeme badať redukciu hodnoty zaťaženia až o 42% čo je najmenej spomedzi všetkých 42 možností. Na opačnej strane pri type strechy **C1** s triedou reziva GL24h vnímame redukciu na hodnote 8% čo je najmenej spomedzi ostatných možností.

Zaujímavé by bolo sledovanie vplyvu zmeny zaťaženia krytinou, ktorými sa práca nezaoberá, kde sa črtajú možnosti ďalšej redukcie zaťaženia na pôvodnú murovanú substanciu.

**2.)** Vznikol súbor tabuliek (*Obr. 7. 2-Obr. 7. 7*) pre ilustráciu porovnania hodnôt výkazu materiálu a ich vzájomného porovnania. V prvom prípade (*Obr. 7. 2*) sa jedná o porovnanie staticko-

konštrukčných schém možných pôvodných krovov z masívu a zároveň aj v prípade ak by sa vytvorila ich kópia z lepeného lamelového dreva.

Nasledujúce tabuľky (*Obr. 7. 3, Obr. 7. 4 a Obr. 7. 5*) zobrazujú porovnanie hmotností plných väzieb pôvodných krovových sústav z masívu a modifikovaných staticko-konštrukčných schém z lepeného lamelového dreva pri zmene triedy reziva.

V neposlednom rade dve tabuľky (*Obr. 7. 6 a Obr. 7. 7*) v ktorých sú vyjadrené hodnoty hmotnosti každej väzby v svojich reálnych hodnotách pri uvažovanej danej triede reziva, zároveň čo v druhej tabuľke sú tieto samostatné hodnoty dané do vzťahu s hodnotami výkazu materiálu z pôvodných krovov a vyjadrené v percentách.

Vznikla škála o ktorej môžeme tvrdiť že vytvára zaujímavý interval kolísania hodnôt použitého materiálu navrhovaných krovových systémov z lepeného lamelového dreva voči pôvodným konštrukciám z masívu. Konkrétne v prípade typu strechy **A4** s triedou reziva GL20h môžeme bádať redukciu hodnoty až o 42% čo je najmenej spomedzi všetkých 42 možností. Na opačnej strane pri type strechy **C1** s triedou reziva GL24h vnímame redukciu na hodnote 8% čo je najmenej spomedzi ostatných možností.

**3.)** V záverečnom hodnotení bolo posudzovaných a následne zoradených všetkých 14 variantov prezentujúcich variantné modifikácie pôvodných krovových sústav. Podľa výsledkov záverečného vyhodnotenia možno konštatovať, že v súlade s nastavenou metodikou hodnotenia pre ukazateľ zachovania charakteru pôvodnej nosnej konštrukcie krovu sa ako najvhodnejšie varianty javia tie s najmenšou mierou modifikácie, konkrétne **A1, B1 a C1**. Spomenuté varianty sa však v rámci druhého sledovaného ukazovateľa ktorým bola miera záťaže zastrešenia na pôvodnú murovanú substanciu umiestnili najhoršie. Naopak varianty, ktoré zachovávajú charakter nosnej konštrukcie najmenej a teda skončili v rámci ukazovateľa na posledných priečkach (konkrétne **A5, B4, C5**), vplývajú na pôvodnú substanciu najmenej nepriaznivo.

Podľa výsledkov možno konštatovať, že varianty u ktorých možno čítať charakter nosnej konštrukcie aj keď v určitej miere modifikovaný, sa javia aj vzhľadom na zaťaženie konštrukcie vhodné pre naplnenie jednotlivých aspektov a požiadavok pri návrhu.

**Cieľ práce č.4:** Definovanie stanovenej metodiky ako vhodného systému odborného interdisciplinárneho metodického navrhovania v architektonickej činnosti.

Vyhodnotenie stanovenej metodiky v práci začína analýzou jej vhodnosti ako systému odborného interdisciplinárneho metodického navrhovania v architektonickej činnosti. Stanovená metodika, ktorá by mala byť základným a odrazovým kameňom tejto práce, integruje rôzne disciplíny, vrátane architektúry a statiky čím vytvára podrobnejší no nie komplexný rámec pre riešenie zložitých architektonických problémov. Táto interdisciplinárna prístupnosť umožňuje lepšie pochopenie a adresovanie širších aspektov, ktoré tradičné architektonické metodiky často prehliadajú. Metodika tak podporuje tvorivý proces, ktorý je nielen technicky a esteticky, ale aj spoločensky kultúrne a environmentálne udržateľný.

Metodika poskytuje robustný základ pre ďalší rozvoj interdisciplinárnych prístupov v architektúre, čo môže viesť k ešte väčšej integrácii rôznych odborných disciplín. Tento prístup môže inšpirovať nové témy k tomu, aby sa viac zameriavali na prepájanie vedných disciplín vo svojej práci. Navyše, stanovená metodika môže slúžiť ako podklad pre tvorbu činností, ktoré budú pripravovať budúcich riešiteľov podobných otázok na výzvy súčasného stavebníctva. Celkovo,

o metodike možno konštatovať istú mieru adaptability, čím môže prispieť k rozvoju architektonickej disciplíny v širšom kontexte.

## **Vedľajším cieľom práce zostal:**

**Cieľ práce č.5:** Diskusia nad výsledkami kvantifikácie zmien konštrukčnej či statickej schémy nového zastrešenia v snahe identifikovať najoptimálnejšiu alternatívu zastrešenia.

Z výsledkov možno usúdiť, že varianty, ktoré zachovávajú charakter nosnej konštrukcie, aj keď v určitej miere modifikovaný, sa javia ako vhodné vo vzťahu k zaťaženiu konštrukcie, s ohľadom na naplnenie jednotlivých aspektov a požiadaviek pri navrhovaní.

Tieto výsledky poskytujú dôležité poznatky pre proces navrhovania, pričom dôraz sa kladie na zachovanie esencie pôvodnej nosnej konštrukcie. Takéto varianty môžu ponúkať rovnováhu medzi potrebami zaťaženia konštrukcie a dodržiavaním historických a architektonických charakteristík objektu. Týmto spôsobom sa prispieva k zachovaniu kultúrneho dedičstva a zároveň k zabezpečeniu bezpečnosti a trvanlivosti rekonštruovaného objektu.

Zmeny použitej triedy reziva na jednotlivých modifikovaných navrhovaných varinotoch generovalo pozitívne aj negatívne zmeny vzhľadom na zaťažovanie pôvodnej murovanej konštrukcie v prípadoch menšej či väčšej miere narušenia konštrukcie a zmenšovaní šírky aktívneho nosného jadra. Súčasne tieto zmeny triedy reziva priamo ovplyvňovali aj hmotnosť samotnej konštrukcie a teda aj efektívnosť materiálu.

## **8.2 Zhrnutie prínosov práce**

Prínos tejto práce pre teóriu pamiatkovej starostlivosti o ruiny spočíva v integrácii a syntéze samostatných vedeckých úloh a ich výstupov. Práca prispieva k rozvoju metodológie hodnotenia alternatívnych konštrukcií zastrešenia pomocou lepeného lamelového dreva ako odpovede na obmedzenú únosnosť zachovanej murovanej konštrukcie. Tento prístup sa zameriava na modifikáciu zastrešenia z architektonického hľadiska s cieľom otvoriť potenciálnejšiu implementáciu pri rozhodovaní o obnove ruín.

Metodológia tejto práce sa zaoberá štúdiou architektonických aspektov s cieľom porozumieť vplyvu zastrešenia na poškodený materiál ruiny počas fázy predprojektového plánovania obnovy. Tento výskum sa vykonáva v kultúrnom a regionálnom kontexte, pričom je dôkladne zohľadnený regionálny kontext a obmedzenia v prenose zaťaženia z nových strešných konštrukcií z lepeného lamelového dreva na murovanú štruktúru s obmedzenou schopnosťou tieto zaťaženia prenášať.

Praktický prínos tejto práce spočíva v navrhnutí a aplikácii holistického ukazovateľa, ktorý slúži na hodnotenie rôznych alternatív zastrešenia historických ruín. Jeho cieľom je efektívne ilustrovať komplexné požiadavky, ktoré vyplývajú z mnohých kritérií, a to nielen z pohľadu odborníkov z rôznych oblastí, ale aj z hľadiska širokej škály profesionálnych profesií, zúčastnených na interdisciplinárnom procese obnovy.

Vytvorenie tohto ukazovateľa prispieva k lepšej komunikácii medzi odborníkmi a k zabezpečeniu zohľadnenia všetkých relevantných aspektov pri rozhodovaní o vhodnej stratégii zastrešenia. Tým sa podporuje celková efektívnosť a úspešnosť procesu obnovy historických pamiatok a kultúrneho dedičstva.

Vedecký prínos tejto práce spočíva v formulácii metodiky systematickej modifikácie zastrešenia historických ruín prostredníctvom použitia konštrukcií z lepeného lamelového dreva na základe simulácie. Tento prístup je zameraný na analyzovanie zaťaženia a jeho dopadu na pôvodnú murovanú štruktúru a využíva validované numerické a digitálne výpočty na ilustráciu metodiky hodnotenia zastrešenia ako ochranného opatrenia. Výsledky spolu ilustrujú metodiku zhodnocovania zastrešenia ako ochranného prostriedku a vytváraním príležitostí na znovu sfunkčnenie historických objektov so zaniknutou strešnou konštrukciou, aplikovateľnú aj v ďalších riešených úlohách podobného charakteru.

Tento prístup otvára diskusiu o efektívite konštrukcií z lepeného lamelového dreva, ktoré zohľadňujú autenticitu pôvodného materiálu a pritom sú schopné flexibilne reagovať na obmedzenia v nosnosti zachovanej pôvodnej konštrukcie. Týmto spôsobom sa podporuje diskusia o vhodných metódach obnovy historických štruktúr, ktoré zohľadňujú nielen zachovanie kultúrneho dedičstva, ale aj technickú a ekonomickú efektívnosť daných riešení.

### 8.3 Odporúčanie pre ďalší výskum

Výsledky nadobudnuté výskumom sú súčasťou výstupov pre aplikáciu progresívnych metód obnovy kultúrneho dedičstva, realizovaných v rámci projektu Katedry UNESCO pre obnovu architektonického dedičstva. Interdisciplinárny prístup využívaný v rámci nie len spomínaného projektu je dôležitým aspektom a nástrojom kultúrnej udržateľnosti. Z toho dôvodu sa ako odporúčania pre ďalší výskum javia nižšie popísané body.

Možným nadviazaním na predstavenú prácu, sa javia témy pri použití nie len hierarchických konštrukcií, pri obnove kultúrneho dedičstva. Prípadne by ďalší výskum mohol identifikovať determinanty, ktoré sa neorientujú len na prinavrátene pôvodnej siluety objektu, ale budú vytvárať pestrú paletu možných typov zastrešenia. Tieto alternatívy je možné posúdiť na určitú únosnosť muriva s možným porovnaním na prezentovaný výskum tejto práce.

Zaujímavým a perspektívnym výskumom sa črtá fúzia momentálne dvoch samostatných výskumov a to výskumu na tému *Vplyv tvaru zastrešenia ruiny na zmeny v prúdení vetra v kritických detailoch* (Poliak, 2023) a výskumu *Uplatnenie konštrukčných systémov na báze dreva pri obnove pamiatok*. Tento interdisciplinárny výskum by mohol preskúmať, ako by typ zastrešenia z drevených konštrukcií na báze bol ovplyvnený prúdením vetra. Vietor je významným faktorom, ktorý môže zásadne ovplyvniť návrh zastrešenia ľahkých konštrukcií, a preto by bolo vhodné pochopiť jeho dopady detailnejšie.

Zároveň s predošlým bodom je možné poukázať na potreby a možnosti prepojenia niekoľkých vedných disciplín v oblasti stavitelstva. Táto práca má snahu ukázať možný prienik spolupráce a vyzýva tak na vytvorenie či minimálne iniciovanie spolupráce na výskumoch s inými katedrami. Vytvorenie takejto spolupráce medzi rôznymi katedrami by mohlo viesť k novým, inovatívnym prístupom a metódam v oblasti obnovy kultúrneho dedičstva. Za zmienku stojí iniciovanie interdisciplinárnych výskumných tímov, ktoré by skúmali rôzne aspekty stavitelstva, konštrukcií a materiálov v kontexte kultúrnej udržateľnosti.

Ďalším krokom pre rozširovanie danej tematiky a problematiky je iniciovanie spolupráce s občianskymi združeniami, ktoré majú v správe alebo riešia zastrešovanie ruín, častokrát aj neprofesionálne. Prvým možným perspektívnym spojením môže byť na archeologickej lokalite Glanzeberg, ktorá je súčasťou starého mesta resp. mestskej pamiatkovej rezervácie Banská Štiavnica. Konkrétne na objekte hradnej kaplnky, ako súčasť projektu Katedry UNESCO pre obnovu architektonického dedičstva na rok 2025.

## 9. Vybrané referencie

ČABRAK, Milan. *6 Navrhovanie nosných konštrukcií stavieb, Murované konštrukcie*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2009. ISBN 978-80-227-3050-1.

ČABRAK, Milan. *Murované Konštrukcie Navrhovanie podľa STN EN 1996-1-1*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2008. ISBN 978-80-227-2855-3.

*Eurokód 6. Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie: časť 1-1*. 2013.

GIRSA, V., J. HOLEČEK, P. JERIE a D. MICHAINOVÁ. *Předprojektová příprava a projektová dokumentace v procesu péče o stavební památky*. Praha: Národní památkový ústav-ústřední pracoviště, 2004.

GREGOROVÁ, Jana a kol. *Ochrana a obnova architektonického dedičstva*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2023. ISBN 978-80-227-5379-1.

GREGOROVÁ, Jana. 2003. *Prezentácia architektonického dedičstva*. 1. vydanie. Bratislava: STU, 140 s. ISBN 9788022718370.

GREGOROVÁ, Jana. 2008. *Ochrana diverzity kultúra ich prejavov v procese kultúrno udržateľného rozvoja (aplikácia na Slovensko)*. In: GREGOR, Pavel a Jana GREGOROVÁ. PREZENTÁCIA ARCHITEKTONICKÉHO DEDIČSTVA II. 1. vydanie. Bratislava: Perfekt, s. 9-16. ISBN 978-80-8046-394-6.

GREGOROVÁ, Jana, Lýdia CHOVANCKOVÁ, Zuzana ONDREJKOVÁ a Alexandra ŠKRINÁROVÁ. 2015. *OBNOVA TORZ ARCHITEKTÚRY AKO ŠPECIALIZOVANÁ ARCHITEKTONICKÁ DISCIPLÍNA*. *Archaeologia historica*. 40(12): 32. DOI: 10.5817/AH2015-1-1.

GREGOROVÁ, Jana, Lýdia CHOVANCOVÁ, Zuzana ONDREJKOVÁ a Alexandra ŠKRINÁROVÁ. 2015. *Obnova torz architektúry ako špecializovaná architektonická disciplína*. *Archaeologia historica* [online]. (1): 7-39 [cit. 2022-07-03]. DOI: 10.5817/AH2015-1-1. ISSN 0231-5823. Dostupné na internete: <https://digilib.phil.muni.cz/handle/11222.digilib/133822>

GREGOROVÁ, Jana, František KALESNÝ, Juraj KRÁLIK, Beata POLOMOVÁ a Eva VOJTEKOVÁ. *Overovanie nových zásahov do pamiatkových štruktúr prostredníctvom metodického navrhovania*. In: *Kultúrne dedičstvo 2017. Aplikácia ekologických princípov navrhovania pri obnove pamiatok*. 2017, s. 83-98. ISBN 9788097288006.

GREGOR, Pavel. 2008. *Obnova pamiatok*. 1. vydanie. Bratislava: Perfekt. ISBN 9788080464059.

CHOVANCOVÁ, Lýdia. 2017. *Krycie konštrukcie torz architektúry: Ochranné konštrukcie a krycie stavby torz architektúry*. Bratislava. Dizertačná práca. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta architektúry.

IŽVOLT, P. 2010. *Autenticita v pamiatkovej obnove*. Bratislava. Dizertačná práca. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta architektúry.

KRUSINSKY, Peter, Lubor SUCHÝ, Zuzana GRUŇOVÁ a Karol ĎURIAN. 2008. *Historické krovky sakrálnych stavieb Turca*. 1. vydanie. Žilina: Miroslav Gibala, KNM. ISBN 978-80-965547-9-7.

KRUŠINSKÝ, ĎURIAN, KORENKOVÁ, SUCHÝ a GRUŇOVÁ. 2014. *Dokumentovanie a výskum historických krovov na území Slovenska*. In: *Zborník z Bratislavského sympózia STRECHY 2014*. Bratislava, s. 142-147. ISBN 978-80-89728-01-5.



KRUŠINSKÝ, SUCHÝ, KORENKOVÁ, ĎURIAN, ZACHAROVÁ a GRUŇOVÁ. 2011. *Historické krovky v regióne Liptova I*. 1. vydanie. Žilina: KNM. ISBN 978-80-970171-8-7.

PAGÁČOVÁ, Petronela. *Aspekty udržateľnosti pri obnove pamiatkovo chránených štruktúr*. Bratislava, 2015. Dizertačná práca. Fakulta architektúry STU.

PAKHOMOVA, E. G., V. A. JEZERSKY, P. V. MONASTYREV a N. V. KUZNETSOVA. 2019. *The choice of aversion of the project proposal on restoration of the cultural heritage property on the basis of multicriteria comparative analysis* [online]. (789): 13 [cit. 2022-07-07]. DOI: 10.1088/1757-899X/789/1/012048. Dostupné na internete: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/789/1/012048/pdf>

PETRÁŠOVÁ, Silvia a Ľubica PINČÍKOVÁ. *Medzinárodné dokumenty ICOMOS 2003 - 2010: preklad do slovenského jazyka*. SR: ICOMOS Slovensko, Bratislava, 2018.

POLIAK, Martin. *Vplyv tvaru zastrešenia ruiny na zmeny v prúde vetra v kritických detailoch*. Bratislava, 2023. Dizertačná. Slovenská Technická univerzita v Bratislave. Školiteľ Prof. Ing. arch. Jana Gregorová, PhD.

SUCHÝ, Ľuboš. 2015. *Historicko–typologický vývoj stredovekých krovových konštrukcií na území Slovenska*. Bratislava. Dizertačná práca. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta architektúry. Školiteľ Prof. Ing. arch. Pavel Gregor, PhD.

SUCHÝ, Ľubor a Alexandra IŠTVANOVÁ. *Strechy, krytiny, klampiarske prvky a krovky: časť 8. Stavebná časť – stavebné prvky*. Bratislava: Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, 2023. Dostupné na internete: [https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/08\\_Stavebna\\_cast\\_-\\_stavebne\\_prvky/Strechy\\_\\_krytiny\\_\\_klampiarske\\_prvky\\_a\\_krovky\\_1.pdf](https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/08_Stavebna_cast_-_stavebne_prvky/Strechy__krytiny__klampiarske_prvky_a_krovky_1.pdf)

SUCHÝ, Ľubor, BLÁHA, Jiří, Karol ĎURIAN, Kamil ALEZÁR, Ernestína PAĽOVÁ a Zuzana VARECHOVÁ, eds. *Príloha č. 1 Terminologický slovník s obrazovou prílohou: časť 8. Stavebná časť – stavebné prvky Strechy, krytiny, klampiarske prvky a krovky*. Bratislava: Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, 2023. Dostupné na internete: [https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/08\\_Stavebna\\_cast\\_-\\_stavebne\\_prvky/Strechy\\_\\_krytiny\\_\\_klampiarske\\_prvky\\_a\\_krovky\\_2\\_-\\_Priloha\\_c.\\_1.\\_Terminologicky\\_slovník\\_s\\_obrazovou\\_prilohou.pdf](https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/08_Stavebna_cast_-_stavebne_prvky/Strechy__krytiny__klampiarske_prvky_a_krovky_2_-_Priloha_c._1._Terminologicky_slovník_s_obrazovou_prilohou.pdf)

SUCHÝ, Ľubor, Grúňová ZUZANA, Zuzana GRUŇOVÁ, Karol ĎURIAN, Daniela ZACHAROVÁ a Peter KRUŠINSKÝ. *Historické krovky regiónov Oravy a Kysúc*. Žilina, 2009. ISBN 978-80-970171-1-8.

ŠKRINÁROVÁ, Alexandra. *Obnova stredovekých mestských opevnení na území Slovenska*. SR, 2015. Dizertačná práca. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta architektúry. Vedúcou práce Jana Gregorová.

## 10. Tvorivá činnosť autora

### 10.1 Publikačná činnosť

**O3 – BEF - 243341 | Uplatnenie konštrukčných systémov na báze dreva** / Hanzl, Jakub [Autor, 100%] ; Tradícia a jej ochrana v procese projektovania obnovy pamiatok [30.09.2020, Bratislava, Slovensko] In: *Kultúrny kyslík* [elektronický dokument] : znovuzrodenie kritiky. – Bratislava (Slovensko) : Via Cultura : Inštitút pre kultúrnu politiku. – ISSN (online) 1339-6919. – suppl. Roč. 7, č. 5 : Tradícia a jej ochrana v procese projektovania obnovy pamiatok (2020), s. 21-21 [online]

**V2 – AFD - 443697 | Špecifikum pamiatkovej obnovy unikátneho ranostredovekého tehlového opevnenia v MPR Trnava - Pilotný projekt Katedry UNESCO** / Gregorová, Jana [Autor, 25%] ;

Vojteková, Eva [Autor, 25%] ; Poliak, Martin [Autor, 25%] ; Hanzl, Jakub [Autor, 25%] ; Ochrana a obnova pamiatok v urbanistickom kontexte - Obnova identity - Kontinuita stavebnej kultúry [27.09.2021, Bratislava, Slovensko]

**In:** *Ochrana a obnova pamiatok v urbanistickom kontexte - Obnova identity - Kontinuita stavebnej kultúry* [textový dokument (print)] : zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie / Gregorová, Jana [Zostavovateľ, editor] ; Poliak, Martin [Zostavovateľ, editor] ; Hanzl, Jakub [Zostavovateľ, editor] ; Naddourová, Nora [Zostavovateľ, editor] ; Kalivodová, Martina [Zostavovateľ, editor] ; Šišková, Zuzana [Zostavovateľ, editor] ; Kováč, Bohumil [Recenzent] ; Vitková, Ľubica [Recenzent]. – 1. vyd. – Bratislava (Slovensko) : Spektrum STU , 2021. – ISBN 978-80-227-5166-7, s. 111-115 [tlačaná forma]

**V2 – AFC - 439791 | Industriálne pamiatky malokarpatskej oblasti a potenciál ich ďalšieho**

**využitia** / Kvasnicová, Magdaléna [Autor, 20%] ; Gregorová, Jana [Autor, 20%] ; Bocán, Marián [Autor, 15%] ; Poliak, Martin [Autor, 15%] ; Naddourová, Nora [Autor, 15%] ; Hanzl, Jakub [Autor, 15%] ; Architecture in perspective 2021 [29.09.2021-30.09.2021, Ostrava, Česko]

**In:** *13th Architecture in perspective 2021* [elektronický dokument] : Proceedings of the International Conference / Peřinková, Martina [Zostavovateľ, editor] ; Jüttnerová, Sandra [Zostavovateľ, editor] ; Videcká, Lucie [Zostavovateľ, editor] ; Nawrot, Grzegorz [Recenzent] ; Ujma-Wasowicz, Katarzyna [Recenzent]. – 1. vyd. – Roč. 13. – Ostrava (Česko) : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2021. – ISBN 978-80-248-4552-4, s. 220-224 [online]

**V2 – AFD - 448112 | Analýza procesov pre zvyšovanie požiarnej odolnosti drevených**

**konštrukcií** / Hanzl, Jakub [Autor, 100%] ; Advances in architectural, civil and environmental engineering, 31 [13.10.2021, Bratislava, Slovensko]

**In:** *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering* [elektronický dokument] : 31st Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering / Bisták, Andrej [Zostavovateľ, editor]. – [recenzované]. – 1. vyd. – Bratislava (Slovensko) : Spektrum STU , 2021. – ISBN 978-80-227-5150-6, s. 284-290 [CD-ROM]

**O2 – BEE - 440446 | Vyhodnotenie obnovy ruín na Slovensku** / Kohút, Vladimír [Autor, 20%] ;

Hanzl, Jakub [Autor, 30%] ; Poliak, Martin [Autor, 50%] ; Inženýrské problémy obnovy památek [12.11.2021-13.11.2021, Plasy, Česko]

**In:** *Inženýrské problémy obnovy památek* [textový dokument (print)] : sborník referátů z mezinárodní konference / Raduševičová, Zdeňka [Zostavovateľ, editor]. – 1. vyd. – Praha (Česko) : Informační centrum ČKAIT, 2021. – ISBN 978-80-88265-33-7, s. 106-112 [tlačaná forma]

**V2 – 1011447 | Východiská pre návrh zaniknutého zastrešenia historického objektu pri rôznych**

**statických situáciách** / Hanzl, Jakub [Autor, 100%] ; Advances in architectural, civil and environmental engineering, 32 [26.10.2022, Bratislava, Slovensko]

**In:** *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering* [elektronický dokument] : 32nd Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering / Bisták, Andrej [Zostavovateľ, editor]. – [recenzované]. – 1. vyd. – Bratislava (Slovensko) : Spektrum STU , 2022. – ISBN 978-80-227-5251-0, s. 277-288 [CD-ROM]

**V2 - 1112348 | Revitalizácia bývalej sýpky v Mělníku: aplikácia výskumu do prípadovej štúdie /**

Hanzl, Jakub [Autor, 100%] ; Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering, 33 [25.10.2023, Bratislava, Slovensko]

**In:** *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering* [elektronický dokument] : 33rd Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering / Bisták, Andrej [Zostavovateľ, editor]. – [recenzované]. – 1. vyd. – Bratislava (Slovensko) : Spektrum STU , 2023. – ISBN 978-80-227-5378-4, s. 240-250 [CD-ROM]

**P2 - 1127762 | Predprojektová etapa obnovy pamiatkovo chránených štruktúr** / Gregorová, Jana [Autor, 10%] ; Kvasnicová, Magdaléna [Autor, 18%] ; Makýš, Oto [Autor, 19%] ; Majtánová, Lucia [Autor, 14%] ; Poliak, Martin [Autor, 8%] ; Hanzl, Jakub [Autor, 7%] ; Naddourová, Nora [Autor, 6%] ; Vargic, Lukáš [Autor, 6%] ; Ruhigová, Ema [Autor, 6%] ; Polomová, Beata [Autor, 6%]

**In:** *Ochrana a obnova architektonického dedičstva* [textový dokument (print)] / Gregorová, Jana [Zostavovateľ, editor] ; Poliak, Martin [Zostavovateľ, editor] ; Benko, Vladimír [Recenzent] ; Dudáš, Miloš [Recenzent]. – 1. vyd. – Bratislava (Slovensko) : Spektrum STU , 2023. – (Edícia vysokoškolských učebníc). – ISBN 978-80-227-5379-1, s. 73-332 [22,64 AH] [tlačená forma]

Pempeková E., Hanzl J. *Lodenica na nábreží Oravskej priehrady v Námestove*, Bakalárska práca. 2023.

Podskočová P., Hanzl J. *Vinársky areál v malokarpatskej oblasti*, Bakalárska práca. 2023.

Škorpilová I., Hanzl J. *Bývanie pre seniorov*, Bakalárska práca. 2024.

Šperková K., Hanzl J. *Galéria súčasného umenia*, Bakalárska práca. 2024.

## 10.2 Publikačná činnosť pripravovaná

Branický F., Hanzl J., Gregorová J., *Návrh zastrešenia ruiny NKP barokového kostola v Sedliackej Dubovej metodickým projektovaním*. WMCCAU 2024, Ostrava

**Poznámka k pripravovanej publikačnej činnosti:** Článok *Návrh zastrešenia ruiny NKP barokového kostola v Sedliackej Dubovej metodickým projektovaním* je ku dňu podania žiadosti o povolenie obhajoby dizertačnej práce schválený organizátorskou zložkou podujatia *WORLD MULTIDISCIPLINARY CONGRESS on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning 2024* v Ostrave

## 10.3 Umelecká činnosť

**ZYX - EUCA46422 - Union International des Architectes (UIA) / ARNOULD, Matthias Marcel Jean (1994), Slovenská technická univ. v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra architektúry;**  
 Kategória: **ZYX**; Výstup umeleckej činnosti: *Autorský výstup*; Druh výstupu: *Dielo*;  
 Názov: **Wedge in Motion - ocenený súťažný architektonický návrh - UIA-CBC 2019**;

**YYV - EUCA50097 - Saint-Gobain Construction Products, divízia ISOVER / HANZL, Jakub (1995), Slovenská technická univ. v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra architektúry;**  
 Kategória: **YYV**; Výstup umeleckej činnosti: *Autorský výstup*; Druh výstupu: *Dielo*;  
 Názov: **Deux Méandres - odmenený súťažný návrh (2020)**;

**XVV - EUCA53896 - Metropolitný inštitút Bratislavy / HANZL, Jakub (1995), Slovenská technická univ. v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra architektúry;** Kategória: **XVV**; Výstup umeleckej činnosti: *Autorský výstup*; Druh výstupu: *Dielo*;  
 Názov: **Lávka cez Chorvátske rameno, Lávka č. 3 - súťažný návrh č. 7 (2021)**

**XVV** - EUCA53877 - Metropolitný inštitút Bratislavy / HANZL, Jakub (1995), Slovenská technická univ. v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra architektúry; Kategória: XVV; Výstup umeleckej činnosti: Autorský výstup; Druh výstupu: Dielo;

Názov: **Lávka cez Chorvátske rameno, Lávka č. 2 - súťažný návrh č. 5 (2021)**

**SR1 – UD** - 1009296 | **Predprojektová príprava na komplexnú obnovu mestského opevnenia v Trnave** [architektúra (Rekonštrukcia/prestavba)] / Gregorová, Jana [Architekt, 45%] ; Hanzl, Jakub [Architekt, 20%] ; Poliak, Martin [Architekt, 20%] ; Vojteková, Eva [Architekt, 15%]. – (Slovensko) : Mesto Trnava, 21.01.2022. – [2022]. – 56 ha. – [DUC AR]. – [Návrh]

**EM2 – UD** - 1106940 | **Múzeum emócií "Shift"** [architektúra] / Provazník, Robert [Architekt, 30%] ; Hanzl, Jakub [Architekt, 30%] ; Kašiarová, Anežka [Architekt, 30%] ; Goča, Martin [Architekt, 10%]. – Virtuálny priestor (Virtuálny priestor) : Museum of Emotions, 2023. – [2023]. – 288 m x m. – [DUC AR]. – [Návrh]

**EM1 – UD** - 1106547 | **Súbor rodinných domov, Bratislava** [architektúra] / Hanzl, Jakub [Architekt, 100%]. – Bratislava (Slovensko) : CONECO RACIOENERGIA 2023, 22.03.2023-25.03.2023. – [2023]. – 2091 m x m. – [DUC AR]. – [Návrh]

**EM2 – UD** - 1104343 | **Rodinný dom na Kopaniciach** [architektúra] / Hanzl, Jakub [Architekt, 100%]. – Bratislava (Slovensko) : CONECO RACIOENERGIA 2023, 22.03.2023-25.03.2023. – [2023]. – 275,75 m x m. – [DUC AR]. – [Návrh]

**EM1 – UD** - 1106296 | **Rezidencia Kvetná, Trenčín** [architektúra] / Hanzl, Jakub [Architekt, 100%]. – Bratislava (Slovensko) : CONECO RACIOENERGIA 2023, 22.03.2023-25.03.2023. – [2023]. – 968 m x m. – [DUC AR]. – [Návrh]

**EM3 – UD** - 1106551 | **Sladká Bodka, Bratislava** [architektúra] / Hanzl, Jakub [Architekt, 100%]. – Bratislava (Slovensko) : CONECO RACIOENERGIA 2023, 22.03.2023-25.03.2023. – [2023]. – 19 m x m. – [DUC AR]. – [Návrh]

## 10.3 Iné aktivity

Spoluorganizátorom konferencií:

**Dni európskeho kultúrneho dedičstva 2020**, na tému: *TRADÍCIA A JEJ OCHRANA*

*V PROCESSE PROJEKTOVANIA*, v spolupráci s: Ministerstvom zahraničných vecí Slovenskej Republiky, Ministerstvom kultúry Slovenskej Republiky, Pamiatkového úradu Slovenskej Republiky a Slovenského národného múzea

**Dni európskeho kultúrneho dedičstva 2021**, na tému: *OCHRANA A OBNOVA PAMIATOK V URBANISTICKOM KONTEXTE – OBNOVA IDENTITIY – KONTINUITA STAVEBNEJ*

*KULTÚRY*, v spolupráci s: Ministerstvom zahraničných vecí Slovenskej Republiky, Ministerstvom kultúry Slovenskej Republiky, Pamiatkového úradu Slovenskej Republiky, Bratislavského samosprávneho kraja, Slovenskou komisiou pre UNESCO, Slovenského národného múzea či Iscomos Slovensko

Referovanie na konferencií:



FENOMÉN YMCA V ČESKOM A SLOVENSKOM PRIESTORE 20. STOROČIA – Vedecká konferencia pri príležitosti 100. výročia otvorenia budovy YMCA v Bratislave (2023) s témou:  
**NÁVRHY REKONŠTRUKCIE BRATISLAVSKEJ BUDOVY YMCA**