

VYUŽITE BIM PRI REKONŠTRUKCII HISTORICKÉHO KROVU – JAZDECKÁ ŠKOLA ŠTIFT

THE USE OF BIM IN THE RECONSTRUCTION OF A HISTORICAL ROOF – JAZDECKÁ ŠKOLA ŠTIFT

Autor(i): Ruhig Roman¹, Ruhigová Ema²

Abstrakt (v jazyku príspevku):

Napriek nedávnemu výraznému nárastu využívania informačného modelovania budov (BIM) v oblasti kultúrneho dedičstva, je jeho aplikácia v rámci drevených konštrukcií s cieľom ich ochrany stále nedostatočná. Predmetný príspevok sa zameriava na rekonštrukciu krovu národnej kultúrnej pamiatky Jazdecká škola „ŠTIFT“ v Senci. Projekt rekonštrukcie bol od prípravnej fázy až po realizáciu spracovaný v programe BIM, čo zefektívnilo prípravnú a projekčnú fázu, ako aj samotnú realizáciu. Výsledkom je zrekonštruovaný historický krov, ktorý mohol byť vďaka údajom z BIM prvotne zmontovaný v dielni a neskôr umiestnený na existujúcu rímsu priečelia. V konečnom dôsledku má daný postup realizácie a projekčná príprava v BIM priaznivý dopad aj na životné prostredie.

Kľúčové slová: rekonštrukcia; historický krov, národná kultúrna pamiatka, BIM

Abstract (in English):

Despite the recent significant increase in the use of Building Information Modeling (BIM) in the field of cultural heritage, its application to wooden structures for their conservation is still insufficient. The contribution in question focuses on the reconstruction of the truss of the national cultural monument "ŠTIFT" Equestrian School in Senec. The reconstruction project was processed in the BIM program from the preparatory phase to the implementation, which made the preparatory and design phase as well as the implementation itself more efficient. The result is a reconstructed historic truss, which, thanks to the BIM data, could be initially assembled in the workshop and later placed on the existing facade cornice. In the end, the implementation process and design preparation in BIM has a positive impact on the environment.

Keywords (in English): reconstruction; historic truss, national cultural monument, BIM

ÚVOD

Využitie BIM pri obnove pamiatok je stále veľmi náročná úloha a jednou z najt'azších tém je výber úrovne detailov, teda rovnováha medzi charakteristikami budovy a jej znázornením v 3D geometrickom modeli. Typizácia architektonického štýlu je založená na identifikácii najdôležitejších prvkov alebo tvarov a ich zahrnutie do BIM modelu by sa dal urobiť niekoľkými spôsobmi: ako povrchová sieť triangulovaná z prieskumu mračna bodov, parametrický objekt definovaný pravidlami gramatického tvaru alebo jeden hraničný tvar [1].

Údaje z 3D mračna bodov sa získavajú z údajov, ako je pozemná fotogrammetria, fotogrammetria na blízko (CRP) a detekcia a meranie vzdialenosti (LiDAR). Vďaka týmto systémom získavame veľké množstvo

informácií. Dané údaje zahŕňajú metrickú presnosť povrchu predmetov, informácie o odrazivosti a textúru materiálov. Mračná bodov je možné exportovať do informačných modelov budov (BIM), aby sa zjednodušili procesy 3D modelovania, čím sa stávajú súčasťou projektu obnovy, alebo rekonštrukcie daného objektu. V súčasnosti väčšina vedeckých prác v tejto oblasti implementuje procedúry vkladania mračien bodov do BIM, ktorých interoperabilita by sa mala analyzovať, aby sa odhalila ich užitočnosť pri modelovaní historických budov [2].

Avšak napriek nedávnomu výraznému nárastu využívania informačného modelovania budov (BIM) v oblasti kultúrneho dedičstva, je jeho aplikácia na drevené konštrukcie s cieľom ich ochrany stále nedostatočná. V porovnaní s inými stavebnými materiálmi má drevo jedinečné vlastnosti, ktorým je potrebné venovať pozornosť, aby bolo možné vykonať správne posúdenie jeho stavu [3].

Predmetný príspevok sa zameriava na rekonštrukciu krovu národnej kultúrnej pamiatky Jazdecká škola „ŠTIFT“ v Senci. Projekt rekonštrukcie bol od prípravnej fázy až po realizáciu spracovaný v programe BIM, čo zefektívnilo prípravnú a projekčnú fázu, ako aj samotnú realizáciu.

PREDMET REKONŠTRUKCIE

Riešený objekt sa nachádza v severnej časti mesta Senec na Vinohradníckej ulici. Odhaduje sa, že objekt bol postavený ešte pred rokom 1763. Daná rekonštrukcia krovu bola riešená zatiaľ iba v severnej časti krídla jazdeckej školy (obr.1). Po kompletnej rekonštrukcii má krídlo slúžiť ako stacionár pre seniorov.



Obr. 1.: Komplex jazdeckej školy ŠTIFT s vyznačením riešenej rekonštrukcie časti severného krídla (Zdroj: www.mapy.cz)

Riešená časť budovy má dve nadzemné podlažia a suterén s klenbovými stropmi. Všetky murované konštrukcie sú z plných pálených tehál. Krídlo je zastrešené sedlovou strechou s keramickou krytinou – bobrovka s rovným rezom. Sedlová strecha je pri ulici ukončená valbom. Počas obhliadky bolo statikom Ing. Kohútom konštatovaný havarijný stav krovovej konštrukcie (obr. 2, 3). Typologicky ide o vyspelú formu hambáľkovej sústavy, pozdĺžne viazanú ležatú stolicu. Typické je ich používanie v baroku (16.-18. storočie). Krov obsahuje plné väzby pôsobiace ako pomerne tuhý rám obsahujúci mohutnú vzperu (uložená

tesne pod krokvou) a rozperu z dvoch prvkov (hambálok položený na rozperu). Vzpera prenáša zaťaženie zo stredových väzníc a je uložená do päťbokej prahovej väznice. Prahová väznica je kámpovaná do väzných trámov, ktoré sa nachádzajú len v plných väzbách. V prázdnych väzbách sú nahradené krátcami. Spoj medzi vzperou a rozperou v plnej väzbe je ďalej posilnený vložení pásika. Pozdĺžne je krov viazaný pozdĺžnym stužením – spoločne s medzil'ahlou väznicou vytvára tvar písmena „A“ v každom poli medzi plnými väzbami. Všetky plátové spoje sú fixované dubovými kolíkmi. [4].



Obr. 2.: Keramická krytina v dezolátnom stave - exteriér (Zdroj: Vladimír Kohút, Lukáš Kramarčík)



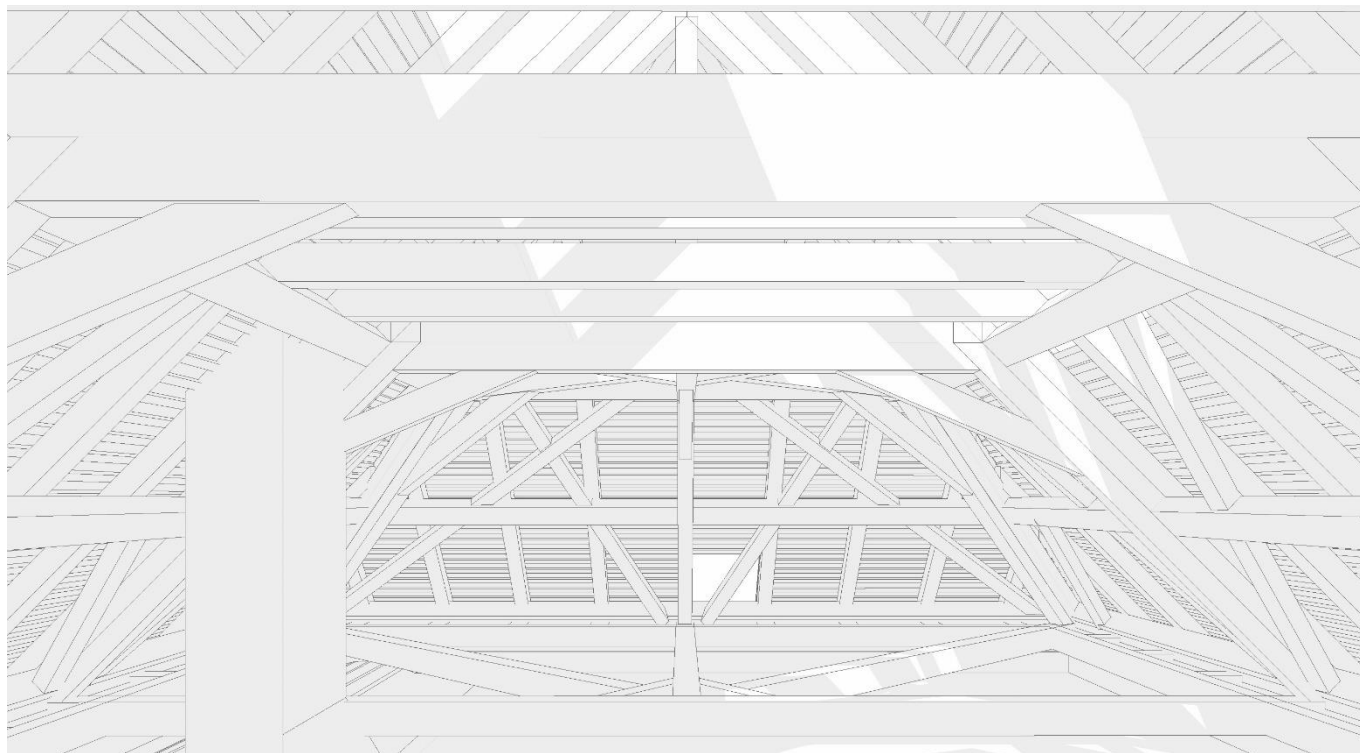
Obr. 3.: Keramická krytina v dezolátnom stave - interiér (Zdroj: Vladimír Kohút, Lukáš Kramarčík)

METODIKA OD PROJEKČNEJ FÁZY PO REALIZÁCIU

V prvom kroku bolo nutné existujúci stav objektu zamerať. Vzhľadom na to, že bol krov značne poškodený, boli niektoré prvky a ich rozmery dedukované z ostatných zachovalejších prvkov. Zameranie bolo vyhotovené laserovým zameriavačom a meračským pásmom. Dôvodom bola tesnosť jednotlivých spojov a ich potrebné detailné skreslenie, kde by to v prípade vyhotovenia mračna bodov bolo ťažšie odčítateľné. Model spojov ako aj celej konštrukcie krovu bol spracovaný v programe BIM (Archicad) (obr. 4,5).



Obr. 4.: Axonometria skutkového stavu riešeného krídla vymodelovaného v BIM (Zdroj: Ema Ruhigová, Roman Ruhig)



Obr. 5.: Perspektíva existujúceho riešeného krovu vymodelovaného v BIM (Zdroj: Ema Ruhigová, Roman Ruhig)

V druhom kroku bol vypracovaný statický posudok havarijného stavu (Ing. Vladimír Kohút, Lukáš Kramarčík). Následne boli vyhotovené výskumy: 1. dendrochronologický výskum (Ing. Tomáš Kyncl), 2.

architektonicko-historický výskum (doc. PhDr. Magdaléna Kvasnicová, PhD. a kol.), 3. vyhodnotenie stavebno-technického stavu krovu (Ing. arch. Karol Ďurian, PhD). Architektonicko-historický výskum bol vypracovaný taktiež v BIM, kde boli priamo doplnené údaje z výskumu do modelu existujúceho stavu. Na základe všetkých vstupných údajov bola vypracovaná architektonická štúdia (Ing. arch. Ing. Roman Ruhig, PhD., Ing. arch. Ing. Ema Ruhigová, PhD.) (obr. 6), ktorá bola odsúhlasená na Krajskom pamiatkovom úrade v Bratislave.



Obr. 6.: Architektonická štúdia vytvorená v BIM (Archicad) (Zdroj: Ema Ruhigová, Roman Ruhig)

Na základe výskumov a architektonickej štúdie bol v poslednom kroku vyhotovený statický posudok krovu s návrhom spôsobu jeho sanácie. Na vytvorenie statického modelu bol poskytnutý súbor z BIM vo formáte IFC, takže statici vedeli priamo do daného súboru zadať zaťažovacie údaje a následne navrhnúť opatrenia pre rekonštrukciu krovu.

Model bol ďalej použitý priamo pri realizácii krovu (obr. 7, 8) (Ing. Krump s.r.o.). Vďaka jeho presnosti mohol byť krov zhotovený mimo stavby. Ešte pred jeho položením na existujúce rímsy bol zmontovaný v dielni. Tým sa eliminovali všetky chyby a netesnosti. Jedným z dôvodov tohto postupu bola nutnosť rýchleho zastrešenia objektu, nakoľko boli existujúce klenby druhého poschodia priamo vystavené poveternostným podmienkam. Samotná realizácia kompletnej rekonštrukcie krovu trvala iba dva a pol mesiaca. Model BIM a daný pracovný postup ušetril čas a energie. V konečnom dôsledku má takýto postup realizácie a projekčná príprava v BIM priaznivý dopad aj na životné prostredie. Vzhľadom na prílišnú deštrukciu krovu, nebolo možné existujúce konštrukcie zachovať a museli byť nahradené replikami. Autenticita diela bola zachovaná vďaka použitiu obdobného materiálu a jednotlivého kotvenia (bez kovových spojov).

Technológia BIM pri montovaných a prefabrikovaných objektoch dokáže eliminovať až 40 % zmien v rozpočte, ušetriť 80 % času prípravy rozpočtu, ušetriť 3 % nákladov, ušetriť 7 % času projekčných prác a znížiť spotrebu energie pri výstavbe o 30 %, čo zohráva veľmi dôležitú úlohu pri udržateľnej výstavbe [5] aj v kontexte rekonštrukcií národných kultúrnych pamiatok.



Obr. 7.: Zrealizovaná nosná časť krovu (Zdroj: Zdeno Krump)



Obr. 8.: Zrealizovaná rekonštrukcia komínov a strešnej krytiny (Zdroj: Zdeno Krump)

ZÁVER

V posledných rokoch sa informačný model budovy (BIM) stal hlavnou témou v odboroch súvisiacich so stavebníctvom a obzvlášť pri historických objektoch. Túto technológiu možno považovať za proces, typ databázy, softvér alebo dokonca 3D model, ale v skutočnosti integruje všetky tieto úlohy a mnohé ďalšie.

Informačný model budovy BIM by mal byť štandardom pri realizácii objektov kultúrneho dedičstva. Umožňuje nielen ukladanie priestorových informácií a metadát, ale poskytuje aj prostriedky na dokumentáciu zmien, ktorými takéto štruktúry prechádzajú. Rozsah použitia je rôzny - od jednoduchého úložiska dokumentácie cez nástroje na plánovanie ochrany, až po nástroje na simuláciu výstavby a rekonštrukcie [6].

Predmetný príspevok bol zameraný na príklad rekonštrukcie časti krovu, ktorý bol zrealizovaný aj za pomoci BIM technológie. Výsledkom je zrekonštruovaný historický krov, ktorý mohol byť na základe údajov z BIM prvotne zmontovaný v dielni a neskôr umiestnený na existujúcu rímsu priečelia. Vďaka danému postupu realizácie nedošlo k strate autenticity diela (ako aj pôvodného kotvenia). Zameranie pretavené do detailného modelu BIM výrazne pomohlo pri procese montáže krovu ako repliky.

Prípravná a projekčná fáza, ako aj samotná realizácia krovu bola finančne podporená Ministerstvom kultúry Slovenskej republiky.

PRAMENE

- [1] Rita Machete, Ana Paula Falcão, Alexandre B. Gonçalves, Márcia Godinho & Rita Bento (2021) Development of a Manueline Style Object Library for Heritage BIM, *International Journal of Architectural Heritage*, 15:12, 1930-1941, DOI: 10.1080/15583058.2020.1740825
- [2] Juan Moyano, Juan E. Nieto-Julián, Lara M. Lenin & Silvana Bruno (2021) Operability of Point Cloud Data in an Architectural Heritage Information Model, *International Journal of Architectural Heritage*, DOI: 10.1080/15583058.2021.1900951
- [3] David Santos, Hélder S. Sousa, Manuel Cabaleiro & Jorge M. Branco (2022) HBIM Application in Historic Timber Structures: A Systematic Review, *International Journal of Architectural Heritage*, DOI: 10.1080/15583058.2022.2034071
- [4] Vladimír Kohút, Lukáš Kramarčík, *Statický posudok havarijného stavu* (2017), NKP škola jazdecká ŠTIFT s majerom
- [5] Wenzhi Liu (2022) Intelligent Identification and Construction System of Prefabricated Tunnel Structure Based on BIM Technology, *Advanced Pattern Recognition Systems for Multimedia Data*, Volume 2022, DOI: 10.1155/2022/9173929
- [6] Dominika Sztwiertnia, Agnieszka Ochalek, Alicja Tama & Paulina Lewińska (2021) HBIM (heritage Building Information Modell) of the Wang Stave Church in Karpacz – Case Study, *International Journal of Architectural Heritage*, 15:5, 713-727, DOI: 10.1080/15583058.2019.1645238