

Renesanční zvon má svůj digitální otisk. Je zřejmě nejprozkoumanějším v Česku

12.8.2026 - Adam Pluhař | Technická univerzita v Liberci

Váží přes 1,2 tuny, přežil čtyři století a teď se stal jedním z nejdetailněji zkoumaných kostelních zvonů u nás. Mezioborový tým pedagogů a studentů Technické univerzity v Liberci Jana Koprnického, Adama Kábrta, Radka Boháče a Lubomíra Slavíka vytvořil detailní digitální otisk renesančního zvonu kostela Nanebevzetí Panny Marie v Novém Boru. V náročných podmínkách kostelní věže propojili nejnovější technologie, díky nimž by bylo možné v budoucnu vytvořit repliku této vzácné památky.

3D skenování, 3D tisk, umělá inteligence i akustická analýza zvuku – všechny tyto technologie univerzitní tým využil k nasnímání a analýze dat, s nimiž dál pracovali. Ve spolupráci s novoborským projektem Sacrystal se výzkumníci zaměřili na prozkoumání zvonu v rámci letošní soutěže Studentské vědecké odborné činnosti (SVOČ). Projekt ukázal ucelený mechatronický postup, jak rychle, přesně a bezpečně dokumentovat ohrožené technické památky.

„Podařilo se nám úspěšně otestovat moderní technologie v terénu a vytvořit unikátní digitální otisk renesančního zvonu. I když originál zůstává v případě zkázy nenahraditelný, díky našim datům už zvon nikdy nezmizí beze stopy. Tento projekt nám otevřel dveře k další práci – víme, jaké jsou technologické výzvy. Máme nyní v rukou detailní podklady, které by v budoucnu mohly posloužit jako základ pro jeho věrnou dokumentaci či budoucí rekonstrukci,“ říká vedoucí mezioborového týmu Jan Koprnický z Fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií TUL. Na liberecké univerzitě zároveň vede sdílenou celouniverzitní dílnu TULab, která většinou nástrojů použitých ke zkoumání renesanční památky disponuje.

3D skenování ve stísněné věži

Zvon vyrobil Daniel Tapineus v roce 1606 a váží okolo 1 200 kg. Vzhledem k rozměrům a váze nepřipadal v úvahu převoz do laboratoře. Vše muselo proběhnout přímo na místě za pomoci ručního 3D skeneru.

Největší komplikací byla nestandardní orientace historické památky. Zvon byl natočen o 90° oproti původní pozici, v níž zvonil v kostele sv. Lazara v Praze. Teprve koncem 18. století se dostal na kostelní věž v Novém Boru. Reliéfní části a historické nápisy se tak nacházely jen několik centimetrů od nosných sloupů a trámů.

Výzkumníci museli skenovat po částech z žebříků v téměř akrobatických pozicích, používat dočasný matovací sprej i speciální značky pro lícování bodů. Pořízení 20 samostatných skenů vygenerovalo obří objem 87 GB dat, která prověřila výkon výpočetní techniky na maximum.

Výsledný prostorový model nezůstal jen v počítači. Data posloužila k vytvoření zmenšené repliky na 3D tiskárně.

Výzkumníci ale nechtěli, aby zůstalo jen u obyčejného plastového modelu. Upravili jej proto na dutou skořepinu, horní část doplnili otvorem na mince a spodní opatřili závitovým uzávěrem. Vznikla tak funkční kostelní pokladnička, která umožňuje návštěvníkům kostela osahat si tvar, proporce i detaily výzdoby zvonu, aniž by museli šplhat do věže k originálu.

„Tento postup ukazuje, že data získaná 3D skenováním je možné využít nejen pro archivaci a odbornou dokumentaci, ale také pro tvorbu fyzických modelů, které mají prezentační a popularizační funkci,“ dodává Jan Koprnický.

Detektivka s AI

Součástí projektu byl i experiment s využitím pokročilých modelů umělé inteligence (AI). Umělá inteligence dostala k analýze pouze fotografie nápisů na plášti zvonu bez jakéhokoli kontextu. Správně přečetla staročestinu, identifikovala rok 1606, historické spřežky a odhalila, že nápis souvisí s původním kostelem svatého Lazara v Novém Městě pražském.

Pokus ale zároveň ukázal úskalí nekritické práce s umělou inteligencí. Model si totiž vymýšlel v kontextu, tak zvaně halucinoval, a mylně si pak zvon spojil s kostelem Zvěstování Panny Marie ve Šternberku.

„Potvrdilo se nám, že AI je skvělý pomocník pro prvotní výzkum – pro rychlou první orientaci v historických textech. Výstupy umělé inteligence však musí být považovány pouze za pracovní hypotézy. Definitivní čtení nápisu musí vycházet z přímé kontroly fotografií, 3D modelu, případně odborného epigrafického posouzení a porovnání s ověřenými historickými zdroji. Lidský odborný dohled je stále nenahraditelný,“ upozorňuje doktor Koprnický, jenž na FM TUL působí v Ústavu mechatroniky a technické informatiky.

Akustická analýza: Jak vlastně zní renesance?

Posledním střípkem do mozaiky digitálního dvojčete byla bezkontaktní akustická analýza zvuku v prostředí softwarového nástroje MATLAB. Pomocí rychlé Fourierovy transformace (FFT) a spektrogramu mezifakultní tým zjišťoval, zda zvuk odpovídá uváděnému ladění d1, který je uveden v knize Zvony Litoměřické diecéze 1 od autorů Radka Lungy, Radka Rejška a Miroslava Zelenky z roku 2025.

Analýza odhalila charakteristický neharmonický spektrogram renesančního zvonu s nejnižší dominantní frekvencí 144 Hz. Ta odpovídá skutečnému tónu d0 (malé d). Výsledek přinesl zajímavou otázku pro kampanology (*znalci zvonů, pozn. redakce*) o tom, jak se liší historické ladění od dnešních referenčních standardů a jak je to s dominantním tónem zvukového spektra zvonu.

Výstupy nezůstávají zamčené v šuplíku. Zmenšený model i digitální vizualizace si mohli lidé poprvé prohlédnout během letošní Noci kostelů, která proběhla 29. 5. 2026. Společně s nimi si mohli orazítkovat tričko razítky unikátních reliéfů zvonu vyrobenými v celouniverzitní dílně (TULab). Tyto i další výstupy budou sloužit k další propagaci této kulturně historické památky.

„Byli bychom rádi, kdyby naše snaha vyvolala zájem nejen o novoborský zvon a kostel, který shání peníze na opravu střechy i doplnění dalších zvonů. Ve věži totiž byly původně zvony čtyři. Bohužel zbyl jen zvon Velký, ostatní byly zrekvírovány a roztaveny během válečných událostí – v kostele tvořily harmonický souzvuk. Zároveň jsme chtěli ukázat cestu, jak může věda s využitím nejmodernější techniky pomoci uchovat naše kulturní dědictví,“ uzavírá doktor Koprnický.

Adam Pluhař

<https://tuni.tul.cz/a/renesancni-zvon-ma-svuj-digitalni-otisk-je-zrejme-nejprozkoumanejsim-v-cesku-171848.html>