

# newsletter

## EXTRA

Akademie věd  
České republiky  
**Strategie AV21**  
Spíckový výzkum ve veřejném zájmu

ITAM ARCCHIP  
ÚSTAV TEORETICKÉ  
A APLIKOVANÉ MECHANIKY



### ÚVODNÍK



Ambrogio Lorenzo: Alegorie dobré a špatné vlády ve městě,  
zdroj: Wikimedia Commons

Vážení čtenáři,  
zpravodaj Ústavu teoretické a aplikované mechaniky již vychází hezkou řádku let, aby vás informoval o novinkách z vědeckého dění na našem pracovišti. Toto číslo zpravodaje se trochu vymyká, chce informovat nejen o výsledcích práce z jednotlivých oddělení, ale především o zapojení Ústavu do aktivit programu s názvem Strategie AV21, který nově přivádí ke spolupráci akademické ústavy spolupracující obvykle pouze ojedinele například v rámci speciálních výzkumných úkolů.

Nový program, jehož technickou část Ústav teoretické a aplikované mechaniky formuloval, nese název "Město jako laboratoř změny; stavby, kulturní dědictví a prostředí pro bezpečný a hodnotný život". Jedná se o program zaměřený především na mezioborový výzkum měst a jejich sociálních, kulturních i ekologických proměn a výzev a rovněž na životnost staveb a materiálů a vývoj inovativních metod stavební diagnostiky.

"Stavby jsou součástí lidského života od nepaměti. Od chvíle, kdy člověk opustil jeskyně, prožívá svůj společenský i vědecko-technický rozvoj v umělém prostředí sídel a kulturní krajiny. Přetváří krajinu a mění i vodní plochy a toky, staví stavby stále smělejší, snaží se tvořit kvalitní a bezpečné prostředí k hodnotnému životu i podnikání. Po staletí lidská společnost chrání i své kulturní hodnoty - památky historické, technické i umělecké včetně nehmotného kulturního dědictví. Vytvářené umělé prostředí je však vystaveno nepříznivým vlivům a zatížením, způsobeným přírodními i tzv. společenskými hrozbami, které je třeba studovat, získávat znalosti o působení různých vlivů na stavby a lidská sídla, ale také vyvinout nové

technologie, materiály, diagnostické metody, normativní dokumenty, které zajistí zachování životů obyvatel i kulturního dědictví do budoucna." Tolik výňatek z preambule k programu. Snad to lépe poslouží k pochopení zajímavého výběru článků do tohoto nejnovějšího čísla zpravodaje. Posuďte sami.

Jedním z témat a aktivit programu "Město jako laboratoř změny; stavby, kulturní dědictví a prostředí pro bezpečný a hodnotný život" je téma dynamické odezvy budov a opatření na její omezení, založených na použití tlumících prvků. V prvním článku je popsán návrh tří modelů vysokých budov umístěných na pohyblivé podložce, která vyvoluje kmitání. Některé z modelů jsou vybaveny absorberem kmitů, což je technicky zajímavý prvek, kterého lze využít pro prezentaci účinků pasivního tlumícího zařízení používaného ke snížení úrovně dynamické odezvy například u mrakodrapů.

Zajímavým a málo probádaným tématem se zabývá druhý článek. Jedná se o problematiku porušování křehkých materiálů, ve kterých se tvoří trhliny natolik rychle, že ji nelze prakticky sledovat. Kolegové z úseku materiálových věd však dokázali, že to možné je, a to na vzorku z materiálu z pískovce. Pomocí tomografie a patentovaného precizního zatěžovacího stroje se dají konat zázraky.

Areál Pražského hradu je místem, které je takovou laboratoř změny. Ve spolupráci s Archeologickým ústavem pracovníci centrální laboratoře prováděli řadu měření dynamické odezvy nad vykopávkami na III. nádvoří, na kterých se v průběhu předchozích let začaly zvětšovat trhliny, přičemž jednou z hypotéz byla ta, že jsou způsobeny projíždějícími vozidly.

V dalším příspěvku se dočtete o skrytém řádu historických měst, který se pokusili rozkrýt pracovníci Úseku památkové vědy ve své dlouholeté dokumentační a "detektivní" práci, zaměřené na zachycení zásadních informací o fyzickém stavu měst a vypracování logicky strukturovaných metod pro analýzu historického prostoru.

Nebudu zde popisovat vše, co si můžete přečíst na následujících stránkách. Chci především poukázat na to, že vhodným spojením oborů, institucí, a především badatelů, jak je tomu právě v programu Strategie AV21, vznikají badatelské "oříšky", které když se podaří rozlousknout, vyrostou ve velmi zajímavé projekty splňující motto Strategie „**Spíckový výzkum ve veřejném zájmu**“.

Přeji zajímavé čtení.

Stanislav Pospíšil, ředitel ÚTAM

## ÚTLUM STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A OPATŘENÍ PRO JEHO ZVÝŠENÍ

Stavební konstrukce jsou často vystaveny nezanedbatelnému dynamickému zatížení od větru, lidské činnosti, technické seizmicity (dopravy, účinků strojů) a mimořádně i od zemětřesení. Úroveň jejich dynamické odezvy je přitom výrazně ovlivněna jejich disipativními vlastnostmi. Schopnost konstrukce přeměnit kinetickou energii kmitání v energii jinou, nejčastěji tepelnou, je ovlivňována mnoha faktory. Mezi nejvýznamnější patří typ konstrukčního materiálu a jeho struktura, řešení konstrukčních spojů, stav napjatosti, okrajové podmínky konstrukce a její případné porušení. Na celkovém útlumu se podílí také okolní prostředí kladoucí odpor kmitající konstrukci.

V případě nadměrné odezvy konstrukce je ve většině případů nemožné ovlivnit charakteristiky budícího zatížení či provést úpravy, které by vedly k výrazným změnám v její celkové tuhosti či hmotnosti. Zvýšení útlumu pak představuje jedinou možnost ke snížení úrovně vibrací. U vysokých a štíhlých stavebních konstrukcí, které jsou náchylné na rozkmitání větrem, jako např. televizní věže, komíny nebo výškové budovy, se toho s úspěchem dosahuje instalací tzv. dynamických pohlcovačů kmitů (absorbérů). Jedná se o zařízení, které lze zjednodušeně popsat jako hmotu připojenou ke konstrukci pomocí pružného a viskózního tlumícího členu. Redukce odezvy konstrukce je docílena přenosem vibrační energie do rozkmitání hmoty absorbéru, která se pak pohybuje v protifázi s konstrukcí. Viskózní tlumič zajistí částečnou přeměnu kinetické energie soustavy v teplo. Popsaný dynamický pohlcovač je tzv. pasivním tlumícím zařízením, které pro svou funkci nevyžaduje žádný externí zdroj energie. Uplatňuje se zejména pro utlumení



Obr. 1. Pohled na mrakodrap Tchaj-pej 101, svislý řez jeho konstrukcí v místě instalace pohlcovače a reálné foto absorbéru. Zdroj: Someformofhuman/Creative Commons

vibrací konstrukcí kmitajících dominantně v jednom vlastním tvaru kmitání. Vlastní frekvence pohlcovače se volí nepatrně níže než vlastní frekvence konstrukce odpovídající tomuto vlastnímu tvaru. Efektivita pohlcovače roste s jeho hmotností, která se nejčastěji pohybuje v rozmezí  $1/50 - 1/8$  kmitající (zobecněné) hmoty v konkrétním vlastním tvaru. Pohlcovač je do konstrukce instalován v místě největší očekávané výchylky. V případě vodorovných vibrací se realizuje nejčastěji ve formě kyvadla, hmotné koule pohybující se po vhodně zakřivené dráze či hmotného bloku valícího se na ložiscích doplněného pružinami.

Jednou z mnoha výškových budov, u kterých byl dynamický pohlcovač kmitů úspěšně užit pro zvýšení komfortu osob pohybujících se v interiéru, je v současnosti desátá nejvyšší budova světa Tchaj-pej 101 na ostrově Tajvan viz obr. č. 1. Tento 509 m vysoký mrakodrap o 101 nadzemních patrech stojí ve stejnojmenném městě Tchaj-pej a je vystaven častým účinkům tajfunů a zemětřesení. Instalovaný absorbér kyvadlového typu prochází středem této budovy mezi 91. a 87. patrem. Je tvořen ocelovou koulí o hmotnosti 660 tun a průměru 5,5 m, která je zavěšena na šestnácti lanech a doplněna 8 hydraulickými tlumiči. Kyvadlový pohlcovač je schopen redukovat až 40% odezvy samostatné konstrukce. Budova Tchaj-pej 101 byla inspirací pro výrobu ukázkového modelu pro demonstraci účinků pasivního tlumícího zařízení v rámci projektu Strategie AV21. Byl vytvořen ideový i konstrukční návrh systému tří budov umístěných na pohyblivé podložce simulující jejich identické kinematické buzení viz obr. č. 2. První model budovy představuje konstrukci bez speciálního tlumícího zařízení. Druhý a třetí model budovy je opatřen dynamickým pohlcovačem kmitů bez, resp. s vlivem, přidavného viskózního tlumení. Vzhledem k obtížnosti modelace tohoto tlumení byl na rozdíl od reálné konstrukce zvolen absorbér

Obr. 2. Konstrukční návrh modelu tří budov mrakodrapu Tchaj-pej 101 bez pohlcovače a s pohlcovačem bez / s přidavným tlumením



kulový, který se pohybuje v zakřivené trubici. Vlastní frekvence absorberu je dána zejména poloměrem jejího zakřivení a poloměrem koule. Trubice je v případě tlumeného pohlcovače instalovaného ve třetí budově naplněna tekutinou, která brzdí kouli a simuluje tak účinek reálných viskózních tlumičů. V případě druhé budovy se kulový absorber pohybuje v prázdné trubici, tj. bez přídavného tlumení. Vibrační podložka umožňuje identické harmonické rozkmitání základů všech tří budov v rezonanci i mimo ni. Lze tak současně pozorovat rozdílnou velikost odezvy jednotlivých budov a její redukci vlivem tlumeného i netlumeného

pohlcovače. Zároveň je možné sledovat i další typické dynamické jevy, např. záněšový charakter odezvy při dokmitávání budov, chování pohlcovače nebo vliv jeho hmotnosti na utlumení vibrací. Vytvořený model s podporou projektu Strategie AV 21 představuje užitečný nástroj pro prezentaci účinků pasivního tlumícího zařízení pro snížení úrovně dynamické odezvy stavebních konstrukcí široké veřejnosti i studentům technických oborů. Počítá se s jeho využitím pro popularizační akce AV ČR jako např. Týden vědy a techniky či pro odborné přednášky odborníkům z inženýrské praxe a aktivity spojené se Strategií AV 21.

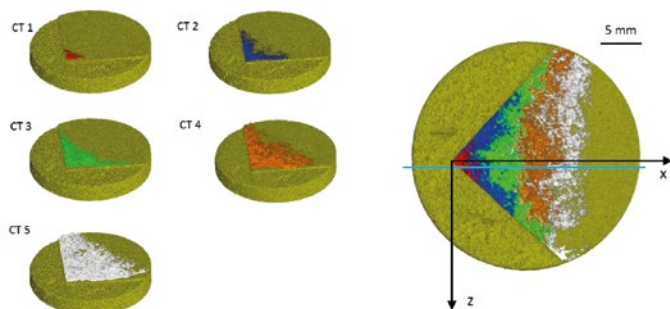
S. Hračv

## SLEDOVÁNÍ KONTROLOVANÉHO ROZVOJE TRHLINY V PÍSKOVCOVÉM VZORKU

Porušování kamenných prvků je výsledkem složitých mechanizmů, zahrnujících vznik, šíření a propojování trhlin. Odolnost materiálu vůči porušování je hodnocena lomovou houževnatostí, která se široce používá v inženýrské praxi. Například, při klasifikaci hornin slouží lomová houževnatost jako parametr fragmentace hornin, což souvisí s vrtním, trháním, drcením, řezáním a lámáním; je i materiálovou vlastností, důležitou pro analýzu stability podzemních děl, tunelů a svahů. Lomová houževnatost je důležitá i v případě posuzování odolnosti staveb vůči zatížení. V případě historických staveb je mimo jiné často nutné vyhodnocovat namáhání automobilovou dopravou, se kterou původní stavitelé pochopitelně nemohli počítat.

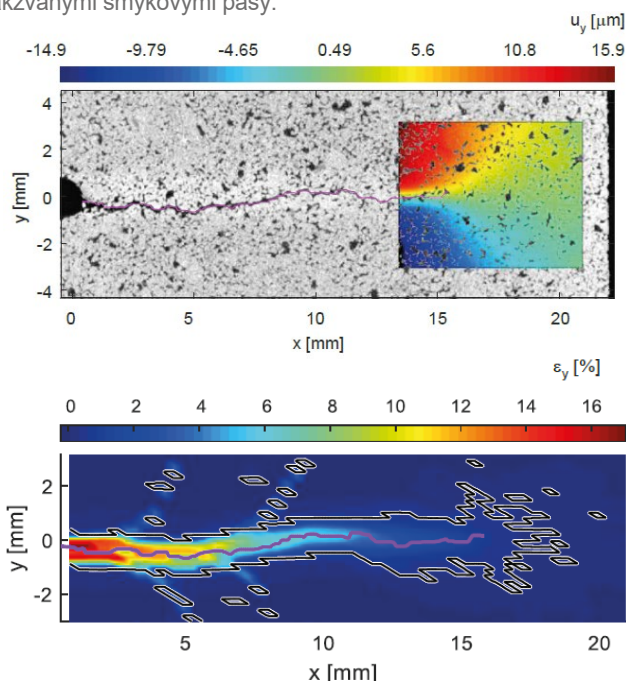
Standardní metody testování lomové houževnatosti předpokládají, že se bude normovaný vzorek chovat podle konkrétního fyzikálního modelu. Takovou metodu pak můžeme brát jako černou skříňku, do které vložíme změřenou charakteristiku a vypadne nám hodnota houževnatosti. Tento přístup ale selže, pokud je chování vzorku příliš odlišné od předpokládaného. Jelikož byly standardní metody vyvinuty primárně pro homogenní a bezstrukturní materiály, je jejich použití pro horniny diskutabilní. V ÚTAM AV ČR byla vyvinuta nová metodika měření lomové houževnatosti, která je založena na sledování lokálních deformací během růstu trhliny. Pro tento účel se využívá sekvence tomografických rekonstrukcí, potřebná data jsou zaznamenávána při několika precizně nastavených úrovních zatížení vzorku. Zatížení je realizováno patentovaným kompaktním strojem na čtyřbodový ohyb, který je umístěn uvnitř tomografického skeneru. Na následujícím obrázku 1 je ukázán rekonstruovaný detail vnitřku pískovcového vzorku, kde je vidět postupný rozvoj trhliny.

Výrazná struktura použitého pískovce dovolila pomocí digitální korelace obrazu vypočítat posunutí a přetvoření okolí trhliny. Na následujícím obrázku 2 (odpovídá řezu x-y, v obrázku výše napravo vyznačen tyrkysovou čarou), vztaženému k poslednímu



Obr. 1. Vlevo, tvar trhliny v pěti tomografických rekonstrukcích. Je dobře patrný prostorový tvar trhliny. Přírůstek její délky je viditelný napravo.

tomograficky zaznamenanému stavu, je nahoře současně zobrazena rekonstruovaná struktura vzorku, identifikovaná trasa trhliny (fialová čára) a pole posunutí ve směru osy y (barevný obrázek na konci trhliny). Dole jsou vypočtené deformace ve směru osy y, pás v okolí trhliny představuje zónu poškozeného materiálu (zvýrazněn konturou), zatímco vybíhající „větve“ jsou způsobené takzvanými smykovými pásy.



Obr. 2. Nahoře je rekonstruovaný řez s vyznačenou trhlinou a polem svíslého posunutí, dole pak odpovídající deformační pole.

Během měření a vyhodnocování se ukázala zajímavá skutečnost. Pískovec je obvykle považován za křehký, což zjednodušeně znamená, že jakmile se trhlina začne šířit, nelze ji prakticky zastavit a dojde k totálnímu rozlomení vzorku. V rozporu s tím se ukázalo, že je možné nárůst trhliny kontrolovaně pozastavit. Pískovec je tedy kvazikřehkým materiálem. Pro vlastní měření lomové houževnatosti bylo třeba přesně určit konec trhliny a určit v tomto místě její otevření. S ohledem na podstatu pískovce je změřená hodnota otevření čela trhliny v průměru pouze pět tisíc milimetrů. I když se jedná o velmi malou hodnotu, ukázalo se, že ji jsme pomocí tomografie a precizního zatěžovacího stroje schopni měřit pro každou úroveň zatížení a na několika místech podél čela trhliny. To vede k zajímavému závěru, nově vyvinutá metoda nám u jednoho vzorku dává sadu výsledků, pro kterou by bylo u standardní metody nutné testovat rozsáhlou sadu vzorků. Taková varianta je vzhledem k nesterodnosti přírodních materiálů nevhodná.

Práce vznikla v rámci řešení projektu INAFYM (CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_019/0000766).

D. Vavřík

## EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ KONSTRUKCE NAD VYKOPÁVKAMI NA III. NÁDVOŘÍ PRAŽSKÉHO HRADU

Pražský hrad a jeho největší III. nádvoří s katedrálou sv. Víta, Václava a Vojtěcha, obklopené mimo jiné budovou Starého probošství, Starým královským palácem s Vladislavským sálem a jižním křídlem Hradu je již přes tisíc let mocenským a církevním centrem českého státu známým po celém světě.



Obr. 1. III. nádvoří Pražského hradu s katedrálou sv. Víta

Méně známý je fakt, že pod tímto nádvořím se nachází veřejnosti nepřístupné rozsáhlé a unikátní archeologické vykopávky v podobě hliněných valů, chránících původní hradiště od konce 9. do začátku 12. století, pohřebišť, zbytků roubených domů z 10. a 11. století, ale také pozdějších zbytků románských a gotických domů nebo kostela sv. Bartoloměje s navazující chodbou.

Acheologické vykopávky zde začaly ve 20. letech v době, kdy na Hradě sídlil prezident T. G. Masaryk. Vykopávky jsou dnes chráněny železobetonovou konstrukcí a žulovou dlažbou, vybudovanými podle návrhu J. Plečnika. Za komunistického režimu byl areál ponechán bez jakékoliv odborné péče, což vedlo k degradaci (nejen) konstrukce chránící vykopávky. Až v 90. letech došlo k opravám a dalším pracem majícím za cíl celý archeologický areál zachránit. V posledních letech se v souvislosti s ochrannou konstrukcí nad vykopávkami objevil nový problém – na konstrukci se začaly objevovat trhliny, které se postupně zvětšují a odborníkům zatím není jasné, co trhliny a jejich šíření způsobuje. Jednou z teorií je, že trhliny způsobuje dynamické zatížení působící na prostor (dlažbu a konstrukci pod ní) III. nádvoří.



Obr. 2. Jeden z pěti vybraných bodů pro měření dynamické odezvy.

Nejen pro historické stavby představuje dynamické zatížení (např. průjezd vozidel) závažný jev, který ohrožuje jejich bezpečnost a trvanlivost. Dlouhodobé působení dynamického zatížení obecně

přispívá k degradaci materiálů a může způsobovat vznik trhlin. Při opakovaném zatížení pak způsobuje zvětšení i malých trhlin tak, že může dojít k rozsáhlému poškození stavby. Zatížení, kterým by jinak nepoškozená konstrukce mohla bezpečně vzdorovat, se při takovém opakování stává kritickým. U různých typů historických staveb, může rozdíl představovat stav zdiva, míra vystavení stavby dynamickým vlivům (vzdálenost od zdroje otřesů) a kvalita údržby, do níž patří i včasné odhalení vznikajících poškození a včasná, a tedy zpravidla ne příliš nákladná oprava.

K již existujícím statickým (neměnným) silám způsobeným tíhou nebo zemními tlaky, přibývají zatížení dynamická, pro jejichž určení nestačí pouze znát jejich velikost, ale také frekvenci, jejich proměny v čase, případně i délku jejich trvání. V případě historických budov existují i další nejistoty v parametrech starého zdiva při dlouhodobě opakovaném zatížení, takže spolehlivost ani takového posouzení nelze považovat za dokonalé a doporučuje se objekt pozorovat.

Na základě konzultací s Archeologickým ústavem AV ČR Praha bylo rozhodnuto, že v rámci projektu Strategie AV21 bude konstrukce nad vykopávkami na III. nádvořím Pražského hradu podrobena dynamickým zatěžovacím zkouškám. Viditelné trhliny v areálu vykopávek se dle monitoringu v posledních letech zvětšovaly. Bylo potřeba zkoumat, zda poruchy mohly být způsobeny vibracemi vyvolanými vozidly pohybujícími se na III. nádvoří. Po III. nádvoří totiž několikrát denně jezdí osobní auta (prezidenta, státních návštěv, zaměstnanců Pražského hradu) a ve velmi výjimečných případech i těžší vozidla. Úkolem ÚTAM AV ČR bylo zjistit, jak jejich průjezd ovlivňuje železobetonovou konstrukci a trhliny v ní. Byly použity seizmické akcelerometry Wilcoxon s vysokou citlivostí, avšak souběžně s tím probíhala další měření jinými metodami. Pro zkoušku bylo použito plně naložené hasičské vozidlo s celkovou hmotou 18 T.



Obr. 3. Hasičské auto na III. nádvoří při experimentech.

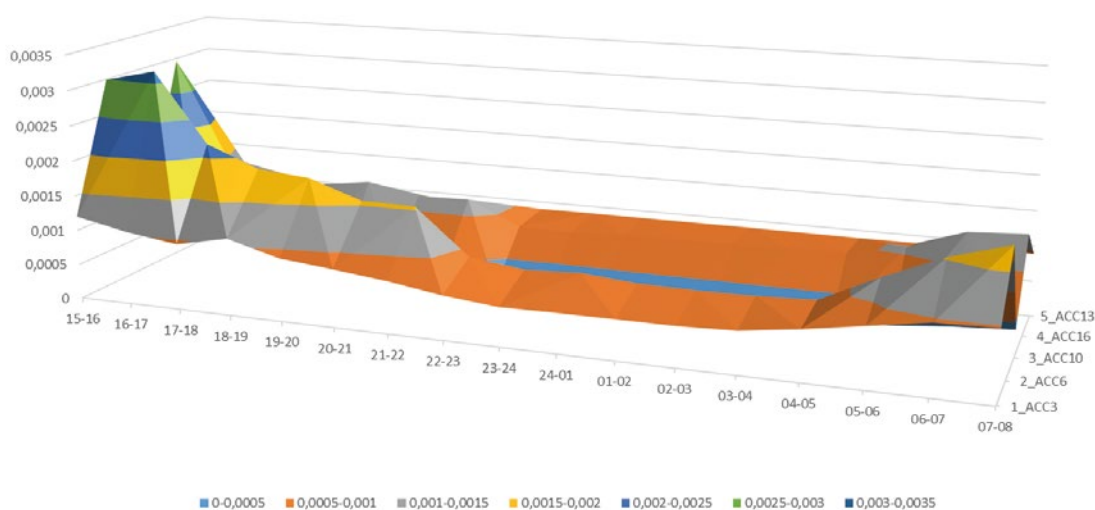
Projíždělo po předem vyznačené trase, aby se daly lépe zachytit maximální hodnoty v kritických místech (obr. 3).

Měření odezvy v pěti vybraných místech (obr. 2 a 4) se uskutečnilo při těchto režimech zatížení: pouze běžný provoz od 15 do 7 hod. dalšího dne (obr. 5) a jízda hasičského auta, projíždějícího po III. nádvoří.

Na obrázku 5 jsou uvedeny efektivní hodnoty zrychlení ve svislém směru vyhodnocené v pásmu 0-100 Hz, které byly vypočítány jako hodinové průměry ze změřených dat pořízených se vzorkovací rychlostí 1kHz. Efektivní hodnoty rychlosti kmitání ve čtyřech z pěti měřených bodů nepřesahují mezní hodnoty. Zato zjištěné hodnoty rychlosti kmitání v bodě 2 přesahují mezní hodnoty a poukazují na to (jak bylo později zjištěno), že sloup konstrukce se plně



Obr. 4 Pohled na snímače zrychlení v měřených bodech.



S. Urushadze, B. Přečková

Obr. 5. Maximální efektivní zrychlení z hodinových záznamů měření v pásmu 0-100 Hz. Na obrázku je zřetelný zvýšený běžný provoz v odpoledních a ranních hodinách.

## SKRYTÝ ŘÁD A PODSTATA JEDINEČNOSTI HISTORICKÝCH MĚST ČR

Ambicí výzkumu, podporovaného projektem MK ČR NAKI II „Původ a atributy památkových hodnot historických měst České republiky“, bylo doplnit stávající metody a přístupy památkové péče na základě znalostí současného urbanistického poznání a tím obohatit i posílit památkovou péči a její výkon, aniž by byly její existující priority zpochybnovány. Historická centra mnoha měst si díky svému dlouhodobému kontinuálnímu vývoji dodnes uchovala velmi pestrou a různorodou urbánní architektonickou strukturu. Přestože některé z nejvýznamnějších prvků - staveb či prostranství - již ztratily svoji původní funkci a původní poslání, vrstvené uspořádání městských struktur naopak často tyto změny funkce a využití absorbovalo. Jedním z atributů současnosti je schopnost uložit a uchovat velké množství dat. Hodnotou současnosti je schopnost tato data vyhodnotit a využít je jako informace k dalšímu rozvoji a jeho predikci. To předpokládá schopnost zobrazení informací, tvorbu komplexního modelu a jeho zobrazitelnost v jednotlivých časových úsecích. Výzkum ukázal jak zachytit zásadní informace o fyzickém stavu města, které dávají příležitost k návratu do historických situací při lokaci města, možnost jejich zpětné analýzy a virtuální anastylózy. Výsledky podporují návrh účinných opatření v této oblasti a vyvinuté metody sledují trend současné světové experimentální památkové péče, která může být v urbanistickém měřítku efektivně realizována pouze tehdy, když dokáže zohledňovat žitou realitu, předvídat

a v rámci vlastního plánování účinně koordinovat probíhající změny, nikoli na ně pouze pasivně reagovat. Aktuálně probíhající děje a urbanizační procesy ve městech jsou nedílnou součástí památkového prostředí, zásadně ovlivňují jeho vnímání a naznačují tendence, které se dříve či později budou ve fyzickém prostředí manifestovat, je proto nutné jim dobře porozumět. Výsledky byly představeny na výstavě ve Frágrerově galerii a ve sborníku [www.gjf.cz/publikace](http://www.gjf.cz/publikace).

T. Drdácý



## BAZÉN POD BARRANDOVSKÝMI TERASAMI

Představte si údolí Vltavy v oblasti Barrandova na přelomu 20. a 30. let, předtím, než řeku překlenul Barrandovský most s neutuchajícím hlukem dálnice. Jistě, vede tudy železnice, ale poloha při trati je tehdy vnímána spíše jako komfort. Na Barrandovském vrchu vzniká vilová čtvrť, na samotné hraně skaliska s výhledem na město pak vyhlídková restaurace Barrandovské terasy. To vše v duchu soudobých tendencí, inspirovan svou cestou do USA, iniciuje stavební podnikatel Václav M. Havel ve spolupráci s architekty Maxem Urbanem, Jaroslavem Fragnerem a dalšími. V sousedství vilové čtvrti pak vznikají filmové ateliéry budované Václavovým bratrem Milošem Havlem, rovněž podle projektu Maxe Urbana.

Důraz na sport, jako součást progresivního životního stylu, se musel projevit i v podobě celého areálu. Pod samým ostrohem Barrandovských teras, v místě někdejšího lomu, vzniká na počátku 30. let venkovní plavecký bazén, nebo přesněji řečeno plavecký stadion, s parametry pro mezinárodní sportovní soutěže. Staví ho Československý plavecký klub, jehož je Václav M. Havel členem, rodina Havlových poskytuje pozemek. Stavbu realizuje stavební firma Brázdil a Ješ.

Stadion projektuje avantgardní architekt a někdejší závodní plavec Václav Kolátor. Jeho specializací byly právě sportovní a lázeňské stavby, podílel se na návrzích bazénů a koupališť od Volyně až po Piešťany, a společně s Ing. Alexandrem Hofbauerem v roce 1935 napsal i knihu s názvem „Lázně- stavba lázní, koupališť a plováren, jejich úprava a zařízení“. Bazén využívá konfigurace terénu, na straně ke skále tak vzniká terasovitá tribuna, na stranu k trati a k řece je umístěna podlouhlá budova šaten. Co ale areálu dominuje, je elegantní skokanský můstek bazénu.



Obr. 1. Skokanský můstek vyfotografovaný z dronu.

Jedná se o originální řešení autora, využívající odvážně vlastnosti stěžejního materiálu moderní architektury: železobetonu. Skokanský můstek tvoří pilíř kruhového průřezu, jenž tvoří střed točitého schodiště, jednotlivé stupně schodiště ční samostatně jako konzoly z dířku pilíře, bez další podpory nebo ztužení při obvodu. Schodiště vystoupá na dvě plošiny umístěné ve výšce 5 a 10 metrů (počítáno od vodní hladiny bazénu). Plošiny nejsou umístěny nad sebou, ale na protilehlých stranách. Zábradlí schodiště i plošin tvoří kovová trubka, plynule opisující spirálu schodiště. Za povšimnutí stojí geometrie plošin, které jsou rovněž vykonzolovány na jednu a na druhou stranu z dířku pilíře. Průřez plošiny se organicky



Obr. 2. Detail aktuálního stavu horní plošiny skokanského můstku (fotografie pořízená dronem).

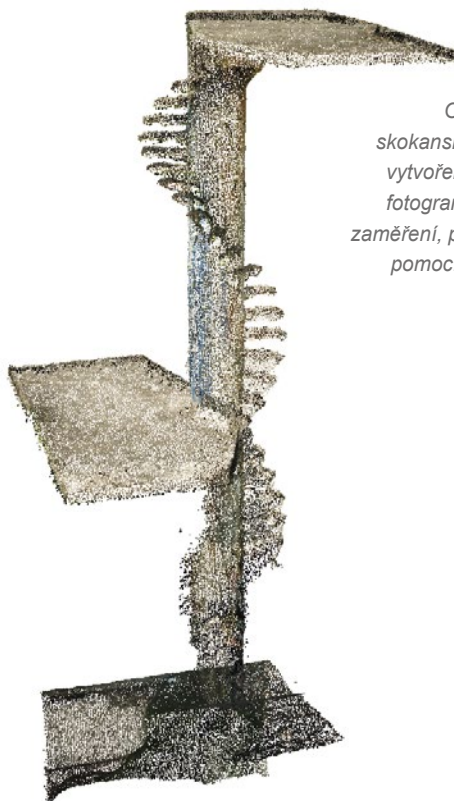
odděluje od dířku a plynule se ztenčuje, až do subtilní desky při obvodu, tlusté přibližně 12cm.

Do dnešních dnů zbylo z někdejší slávy bazénu pramálo. Stadion přestal sloužit svému účelu již v roce 1955. Další desetiletí areál chátral. Dřevěná budova šaten dávno vzala za své, tribunu postupně pohlcuje zeleň. Po roce 1989 se bazén navrátil do rukou rodiny Havlových, v současnosti je veřejně přístupný z blízké cyklostezky a příležitostně je využíván pro kulturní akce. Skokanský můstek se tak stal již vícekrát součástí divadelní scény.

Stav skokanského můstku ale odpovídá dlouhým desetiletím chátrání: zmizelo trubkové zábradlí, stupně točitého schodiště byly zřejmě z bezpečnostních důvodů uřezány. Degradace materiálu se nejvíce projevuje právě na schodišťových stupních, jejichž základní výztuž tvoří dva ocelové L-profil.

Původní projektovou dokumentaci stavby se zatím nepodařilo dohledat, určité naděje skýtá složka firmy Brázdil a Ješ v archivu Technického muzea.

V rámci výzkumného projektu zaměřeného na historické železobetonové konstrukce provedeme zdokumentování stavu skokanského můstku, popíšeme stupeň a projevy degradace materiálu, a ve spolupráci s restaurátory se pokusíme navrhnout konzervační postupy bránící dalšímu chátrání působivého torza můstku.



Obr. 3. Model skokanského můstku vytvořený technikou fotogrammetrického zaměření, prováděného pomocí speciálního dronu.

Barrandovský skokanský můstek je příkladem historické železobetonové konstrukce, která si zaslouží konzervaci. To není jednoduchý úkol, protože konzervace betonu je stále relativně novým, i když rychle se rozvíjejícím technologickým oborem. Ve většině případů mají architekti, inženýři, restaurátoři a technologové málo zkušeností s konzervací betonu a mají k dispozici málo konkrétních informací o funkci a trvanlivosti

konzervačních materiálů a technologií. Cílem výzkumného úkolu řešeného na ÚTAM AV ČR ve spolupráci se zahraničními pracovišti a podpořeného programem Strategie AV 21 č. 23 je zlepšit tento stav a nabídnout nové postupy pro diagnostiku, hodnocení a obnovu historických železobetonových staveb.

O. Dušek, Z. Slížková

## VÝSTAVA "NÁSTROJE PAMĚTI" STUDUJE SVÉ NÁVŠTĚVNÍKY A HRAJE SI S NIMI



Součástí pestrého výzkumného portfolia ÚTAM je rovněž studium a ochrana předmětů kulturního dědictví. To dokládá i letos končící mezioborový projekt „Analýza, popis a archivace souborných informací o vlastnostech předmětů kulturního dědictví a využití těchto informací v restaurátorské, konzervátorské a badatelské praxi“ (NAKI DG16P02M022), na kterém mimo ÚTAM spolupracovaly další dvě instituce - Národní muzeum a Filosofická fakulta UK. Shrnutí a popularizaci výsledků projektu přináší výstava „Nástroje paměti“, která probíhá od listopadu 2020 do února 2021 v komplexu Národního muzea, v budově bývalého "Federálního shromáždění".

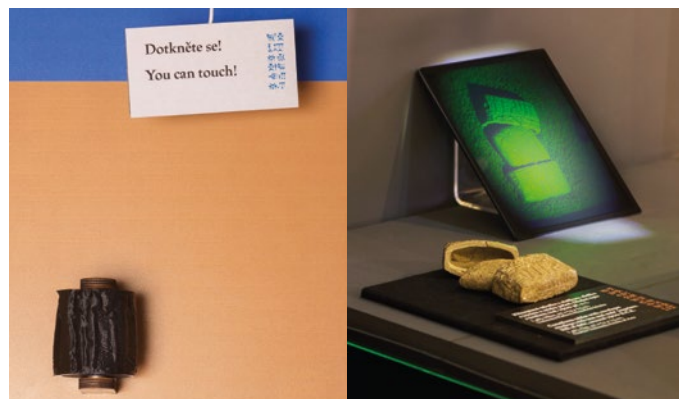
Výstava připomíná stoleté výročí úspěšného rozluštění chetitského písma profesorem Bedřichem Hrozným a ukazuje také rozsáhlý soubor klínopisných tabulek, jež patří k nejstarším písemným záznamům lidstva. Pojetí výstavy evokuje cestu karavany mezi obchodními koloniemi, přičemž jednotlivé zastávky představují informační panely o výsledcích bádání, vitríny s tisíciletými artefakty nebo seskupení kuželů s obrazy, které nabízejí jakési "přehledy" jak do dobových reálií vykopávek, tak do současné výzkumné činnosti.

Název výstavy „Nástroje paměti“ souvisí s filosofickým přesahem projektu, který se vědomě začleňuje do úsilí o uchování a sdílení poznatků, jež je základem kultury jako prostředku, kterým se lidský druh povznesl nad přírodní rámec. Projekt, jako článek řetězu: klínopisné tabulky jako příklad uchování poznatků v prvních písemných záznamech – obnovení ztracené kultury díky archeologii – uchování památek v muzeích jako „paměťových institucích“ a – uplatnění soudobých metod jako prostředku odhalení nových poznatků a sdílení sbírky v digitální podobě. Soubor digitálních modelů sbírkových předmětů patří tedy mezi hlavní výsledky projektu a jejich netradiční představení odhaluje jejich potenciál pro muzejní expozice: například pomocí virtuální reality, která umožní návštěvníkovi s modelem manipulovat jako s reálným předmětem. 3D tisk replik tabulek je re-materializací digitálních modelů dovolující změny měřítka, využití principů reverzního inženýrství k rekonstrukci pečetního válečku na základě jeho zachovalého otisku. Prostorový tvar klínopisné tabulky a její obálky lze rozvinout do roviny při zachování reliéfní členitosti klínopisných znaků

a vyřešit tak ve fyzickém světě neuskutečnitelný úkol - vidět naráz celý povrch tělesa - úkol podobný zobrazení všech kontinentů zeměkoule na stránku kartografického atlasu. Virtuální realita není jediný interaktivní prvek výstavy - v "kreativním koutku" je možné na modelovací hmotě vyzkoušet přípravu tabulky a psaní znaků rydlem (stylem), případně vytvořit otisk repliky pečetního válečku.

Skutečnost, že výstavu netvoří jen hmotné předměty, ale zahrnuje soubor digitálních technologií a médií, umožňuje obměnu a vylepšování jejího obsahu – tedy určitý konceptuální experiment překračující tradiční formát výstav. Změny se mohou odehrávat například v pásmu videí a animací představujících použité metody, ale také lze střídát exponáty - skutečné i ty digitální, pro které se navzdory jejich zajímavosti nenašlo v expozici místo - čímž je adresován obecný problém muzeí: vystaveny jsou malé zlomky sbírek uložených v depozitářích.

Jedním z nejvzácnějších exponátů výstavy je Řád důstojníka Čestné legie, kterým byl za své zásluhy profesor Hrozný vyznamenán. Diplom je ale citlivý na intenzitu světla, a proto je nutné množství světla omezit - avšak dávka kontinuálního osvětlení bezpečná pro papír je tak nízká, že by dokument byl prakticky nečitelný. Dilema ochrany a čitelnosti vyřešilo rozsvícení pomocí radarového čidla: světlo je převážně vypnuté a tomu, kdo se přiblíží, je nabídnuta intenzita osvětlení pohodlná pro lidské oko. Nado zapnutí probouzí zájem o exponát samotný.



Nad jednotlivými výkladovými panely jsou umístěna čidla sledující přítomnost návštěvníků: zatímco ti zkoumají exponáty, výstava zkoumá zase je, jejich chování, například čas strávený před jednotlivými panely. Výstava neukazuje pouze výsledky, ale je sama nástrojem experimentálního výzkumu svého ohlasu.

Součástí výstavy je "atmosférická zvuková kompozice" evokující zvuky pouště, putování, řemesel a tržišť na jedné straně, ale také zvuky autentické řeči na druhé straně: do kompozice jsou včleněny nahrávky ze čtení z Eposu o Gilgamešovi v asyrštině, byť představují spekulativní rekonstrukci znění jazyka.

Tento stručný popis tají další zajímavosti výstavy připravené jako odměna pro ty, kdo ji navštíví... Těm, kteří návštěvu nestihnou, bude hozeno záchranné lano v podobě videa dokumentujícího projekt a výstavu pořízeného v rámci "Strategie AV 21", jež bude k dispozici na youtube kanálu ÚTAM.

J. Valach

## ZVÝŠENÍ ODOLNOSTI A SCHOPNOSTI ZOTAVENÍ HISTORICKÝCH ŠÍDEL OHROŽOVANÝCH POVODNĚMI

Historická sídla v zaplavovaných územích jsou typickými komplexními adaptivními systémy, u kterých lze dosáhnout efektivního zvýšení odolnosti proti dopadu přírodní pohromy. Podstatným zdrojem inovací v těchto systémech je jejich historická zkušenost. V České republice patří povodně k nejčastějším a nejvíce devastujícím živelným pohromám, jejichž výskyt je podle dosavadních zkušeností třeba očekávat i v budoucnu, dokonce možná s větší intenzitou díky pozorovaným změnám klimatu. Účinky povodní v územích s historickými hodnotami významně dopadají na historické konstrukce a stavby, na historické parky a zahrady a samozřejmě také na historický mobiliář. V poslední kategorii patří mezi neohroženější rodinné památky, protože jejich vlastníci většinou nemají potřebné znalosti nebo zázemí pro účinnou ochranu a záchranu těchto památek. Ani správa institucionálně chráněných památek však vzhledem k jejich velkému počtu leckdy nemá dostatek nástrojů a lidských kapacit k účinné preventivní péči i zásahům během pohromy nebo po ní. Proto byl nedávný výzkum zaměřen na analýzu vad, škod a poruch způsobených na hmotném kulturním dědictví při povodních. Výzkum byl prováděn ve spolupráci s městskou částí Praha Troja, která zažila v posledních desetiletích ničivé povodně.

### POHROMY

povodně říční,  
přílivové,  
bleskové



#### Výskyt omítaného zdiva pojeného hliněnou maltou málo odolnou při povodni.

##### Typické poškození

Vyplavení hliněné malty ze spár zdiva při dlouhotrvajícím zaplavení nebo vlivem proudící vody kolem povrchu zdiva.



Situace ukazuje kamennou stěnu s nepevnou omítkou neschopnou ochránit spáry zdiva.

Opatření zaměřená na odolnost a zotavení

##### Do-it-yourself

#### PREVENTIVNÍ

Oprava všech odpadlých nebo odtržených omítek. Ochrana povrchu stěn, (pokud je možno), vodě odolnou omítkou nebo nátěrem nebo uzavření spár ve zdivu vodě odolnou maltou.

##### Do-it-yourself

#### BĚHEM POHROMY

Obalení stěny plastickou folií jako dočasnou ochranou proti přímému kontaktu s proudící vodou.

##### Skills necessary

#### PO POHROMĚ

Podpěření stěn dočasným bedněním proti vyboulení nebo zřícení vnějšího pláště. Provedení hloubkového přespárování zdiva.

Obr. 1. Ukázka z Manuálu pro vlastníky a správce kulturního dědictví.

Rozsah jejich škod a bezpečnost velkou vodou zasažených staveb pracovníci ÚTAM posuzovali a měli tak k dispozici obsáhlou sbírku informací o typických poruchách. Studie se zaměřila na identifikaci kritických vlastností památek a situací pro jejich působení, které by mohli odhalit vlastníci, správci či uživatelé památek za pomoci laickovi srozumitelného manuálu. Nalezené kritické prvky jsou pak rozdělovány podle toho, zda jejich vyhodnocení a případnou nápravu zvládne laik, nebo potřebuje pomoc odborníka se znalostmi a zkušenostmi na úrovni řemeslníka či dokonce vysokoškolsky vzdělaného profesionála. Příklad stránky z manuálu je na obrázku. Ukazuje situaci, kdy je prohlídkou odhaleno, že kamenné zdivo je spojováno hliněnou maltou, která může být vodou snadno vyplavena. Je popsán preventivní způsob zabezpečení a možnost provizorní ochrany během pohromy, což je proveditelné vlastníkem. Oprava škody naopak vyžaduje řemeslnou dovednost a znalost. Výsledky jsou soustředěny do manuálu pro vlastníky, správce a uživatele zároveň s návody a doporučeními, jak zjištěné nedostatky řešit.



Obr. 2. Schůzka s experty a zástupci krizového řízení.

Manuál byl rozdan občanům v oblasti Troja-Podhoří, která je z velké části bez ochrany proti ničivým povodním. O jeho využití při výchově ke krizovému řízení projevily zájem Odbory Krizového řízení Prahy 7 a Magistrátu hlavního města Prahy a je používán i při dalším vzdělávání pracovníků Národního památkového ústavu v rámci projektu CZ.03.4.74/0.0/0.0/15\_025/0009399 Operačního programu „Zaměstnanost“. K užívání manuálu jsou občané školeni na schůzkách organizovaných Městskou částí Praha-Troja a na požádání. Správné provádění evakuace předmětů kulturního dědictví z míst nechráněných proti povodni je cvičeno i prakticky v součinnosti s MČ Praha-Troja a složkami IZS.



Obr. 3. Ukázka praktického cvičení - evakuace Galerie Trojský kůň.

M. Drdácý, T. Drdácý