

# newsletter

AKTUALITY

PROJEKTY

AKCE

NA ČEM PRACUJEME...

NOVINKY Z ÚTAM

PUBLIKOVANÉ ČLÁNKY

CET V ČÍSLECH



ÚSTAV TEORETICKÉ  
A APLIKOVANÉ MECHANIKY



Centrum excellence Telč

1 / 2018

## ÚVODNÍK

Milí čtenáři, dostává se vám k rukám další vydání Newsletteru Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR a Centra excellence Telč. Výsledků, kterými se mohou naši pracovníci chlubit, je opět celá řada a zvláště potěší, když některé z nich ocení i vedení Akademie věd. Tím se ihned dostávám k jeho návštěvě. Ta se uskutečnila odpoledne 8. února a byla první návštěvou ústavů z první vědní oblasti. Členové předsednictva AV ČR vyslechli zprávu o činnosti a budoucí koncepci ÚTAM i CET a s vedením ústavu živě debatovali zejména o otázkách základního a aplikovaného výzkumu. Podle jejich okamžitých i následných reakcí proběhla návštěva velmi úspěšně. Z výzkumných projektů jsme do tohoto vydání vybrali, myslím, zajímavé práce. Jde například o výsledky bádání týmu, který se dlouhodobě věnuje dřevěným konstrukcím z hlediska využití tradičních technologií i použití nových vědeckých poznatků. Dalším tématem, dlouhodobě úspěšně rozvíjeným je zkoumání deformace tkáňových nosičů s využitím třírozměrné dynamické radiografie. Dočtete se dále i o výzkumu zatížení větrných elektráren, které jsou velmi zajímavým objektem z hlediska aerodynamiky. Pracovníkům klimatického tunelu CET se podařilo vytvořit a vyzkoušet poměrně věrohodný model větrné elektrárny i v malém měřítku 1:385, z něhož lze předpovídat mimo jiné působící síly na protyp a jeho účinnost. Výsledky prací ÚTAM a CET jsou prezentovány především v časopisech, na konferencích a workshopech. Jedno z posledních pracovních setkání se uskutečnilo v březnu v italském Montagnanu, v rámci projektu RUINS. Dalším zdrojem inspirací k vědecké práci jsou tzv. mobility výzkumných pracovníků, o kterých rovněž píšeme. Zkrátka, o spolupráci, pobyty a práci v ÚTAM a CET je velký zájem. Přejí vám, aby vás čtení našeho Newsletteru nenudilo.

Stanislav Pospíšil, ředitel ÚTAM

## SCOLA TELCZ 2018

V týdnu od 5. do 9. února 2018 za aktivní spoluúčasti CET proběhl v Telči interdisciplinární workshop Scola Telcz 2018, kterého se zúčastnili studenti tří univerzit z České republiky a z Rakouska. Hlavním tématem bylo řešení případových studií obnovy a dalšího využití objektu bývalé synagogy.

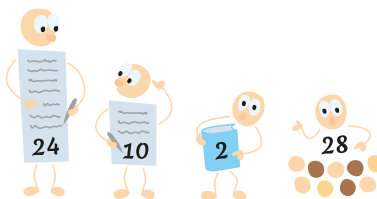
Program „zimní školy“ se skládal z přednášek odborníků, ukázek terénní práce a zejména samostatné tvůrčí práce studentských týmů. Součástí programu bylo také podrobné seznámení s historickým centrem města Telče, v jehož prostředí se zkoumaný objekt nachází. Účastníci měli jedinečnou možnost přístupu na jinak nedostupná místa a zejména možnost úzké spolupráce se specialisty z různých oborů jako jsou památkáři, architekti, zástupci přírodovědeckých disciplín či historikové umění. Různorodé byly i vlastní studentské týmy, což účastníkům umožnilo vyzkoušet si mezioborovou spolupráci, která je pro památkovou praxi příznačná. Zadání však bylo pro všechny týmy shodné – zpracovat úvodní studii obnovy objektu telčské synagogy. Vyvrcholením celé týdenní akce pak byla páteční veřejná prezentace výsledků jednotlivých týmů přímo v prostorách bývalé synagogy.

Na organizaci Scola Telcz 2018 se podílí ČVUT v Praze, Masarykova univerzita v Brně, Dunajská univerzita v Kremži, Centrum excellence Telč ÚTAM AV ČR a telčské pracoviště Národního památkového ústavu. Scola Telcz je jedním z výsledků jejich dlouhodobé spolupráce na poli památkové péče.

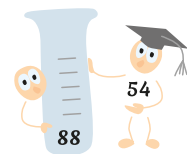


J. Novotný

## CET 2017 V ČÍSLECH



Využití infrastruktury CET:



24 článků v recenzovaných impaktovaných časopisech  
10 článků v dalších recenzovaných časopisech  
2 kapitoly v odborných knihách  
28 příspěvků na mezinárodních konferencích  
1 patent & 1 užitný vzor  
25 řešených výzkumných projektů

88 výzkumných pracovníků z ČR i zahraničí  
54 studentů  
magisterských či doktorských studijních programů z ČR i zahraničí

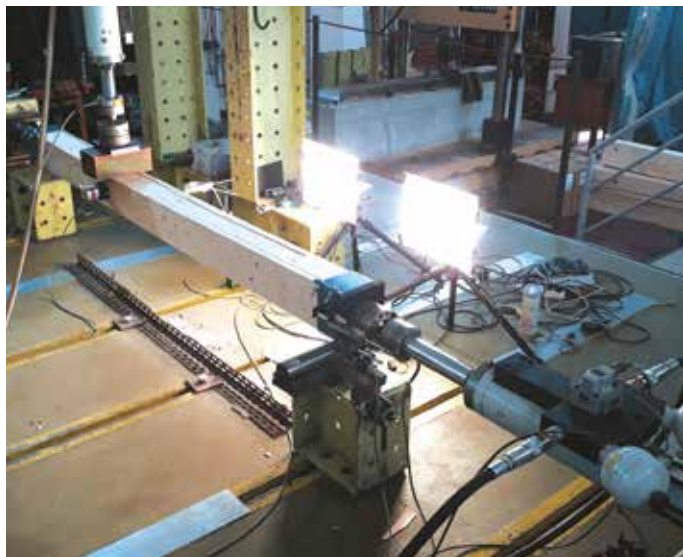
## CO JE NOVÉHO VE VÝZKUMU DŘEVA?



Použití celodřevěného spoje při opravě krokví na zámku v Bratronicích

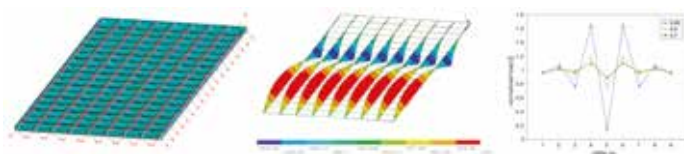
ÚTAM AV ČR, v. v. i. se dlouhodobě věnuje výzkumu dřeva a dřevěných konstrukcí. Díky snaze rekonstruovat historické objekty kvalitně s využitím tradičních technologií i nových vědeckých poznatků se v posledních letech stala znovu populární oblast tesařských spojů a tradičního opracování dřeva.

Výzkum chování celodřevěných spojů podpořený v minulosti programem NAKI Ministerstva kultury ČR (MK ČR) byl úspěšně zakončen vydáním certifikované metodiky zaměřené na statický návrh spojů. Poměrně úspěšná snaha zavést metodiku do praxe podněcuje k dalšímu bádání a vede k jejímu přepracování a doplnění tak, aby byla použitelná ve více případech. V současné době probíhá experimentální testování velké série vzorků čtyřkolíkového spoje v měřítku 1:1 (viz obr. 1), které by mělo sloužit jako ověření jedné z částí návrhového diagramu odpovídající kombinaci ohybového a tlakového namáhání. V praxi se projeví při návrhu spojů na opravu krokví (kombinace vyššího tlaku a menšího ohybu). Největší ambicí současného experimentálního výzkumu je ale navržení spoje, který bude účinnější při velkých tahových namáháních (vazné trámy). Měl by optimálně kombinovat funkci hmoždíku (rozepření a utažení spoje do čel) a kolíků (sevření plátů, definovatelnost jejich provedení). Takový spoj bude testován v nadcházejících měsících v reálné velikosti (průřez 200 × 240 mm, délka 6 m) v tahu a ohybu až do porušení (odhad únosnosti cca 80 kN).



Obr. 1 Experimenty prováděné na celodřevěných spojih pro užití při výměně krokví u historicky cenných konstrukcí

Součástí výzkumu je i matematické modelování. K zajímavé numerické simulaci směřovala otázka z praxe: Jak se aplikace spoje během opravy projeví na distribuci sil v konstrukci? Změna tuhosti konstrukce po opravě byla studována na sadě krokví jednoduchého hambalkového krovu. Prostřední krokev byla virtuálně „opravena“. Spoj v tomto prvku byl namáhán kombinací normálové tlakové síly  $N$  a ohybového momentu  $M$ . Konstrukce byla zatížena postupně ve třech krocích, během nichž bylo přidáno laťování a nakonec krytina. Náhled modelu a průběh ohybového momentu  $M$  po třetím kroku jsou na obr. 2. Délka krokví byla 3,6 m a jejich příčný profil 140×180 mm. Z výsledků vyplývá, že oprava vždy přitíží sousedním prvkům a ovlivněny jsou i další prvky v konstrukci, nejen ty přímo sousedící s opraveným. Je vidět harmonický efekt ve střídání nárůstu a snížení namáhání v okolních prvcích.



Obr. 2 a) Model sestavy krokví vytvořený v softwaru ANSYS, b) průběh ohybového momentu, c) vliv vložení jednoho celodřevěného spoje (pozice č. 5) na distribuci namáhání v ostatních prvcích po plném zatížení (hodnoty ohybové tuhosti modelu  $k_{model}$  – chybějící prvek  $k_{model} = 0,05$ , spoj v třetí prvek  $k_{model} = 0,5$ , spoj u kraje opraveného prvku  $k_{model} = 0,7$ ).

V současnosti jsou v oblasti dřeva řešeny další dva projekty. Náplní projektu Historické dřevěné konstrukce: typologie, diagnostika a tradiční opracování dřeva podporovaného MK ČR je kritický rozbor postupů užívaných při řemeslném opracování dřeva a z něho vycházející konkrétní návrhy pro optimalizaci restaurování, konzervace, oprav a údržby historických dřevěných konstrukcí. Dílčími cíli jsou systematizace krovových konstrukcí na základě konstrukčně-typologického zařazení, aplikace pokročilých metod v diagnostice a monitoringu fyzikálně-mechanického chování dřevěných konstrukcí a návrh konstrukčně-sanačních opatření vhodných pro obnovu památek na základě tradičních řemeslných postupů opracování stavebního dřeva (včetně správného výběru kulatiny v lese, období kácení, eliminace růstového napětí při opracování, odezvy dřeva na různé způsoby opracování).

Posledním zmiňovaným projektem je Kolíkový dřevěný spojovací prostředek (podklady pro normativní ukotvení), který je díky možnosti širšího uplatnění v praxi finančně podpořen grantem TAČR. Na řešení se podílí také Mendelova univerzita v Brně a Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT. Výzkum je rozdělen do tří oblastí (únosnost kolíku v závislosti na jeho materiálu a geometrii, chování a únosnost okolního spojovaného materiálu, dlouhodobé chování zatíženého kolíku v různých vlhkostních prostředích).

## Související nová publikace

Kunecký Jiří, Hasníková Hana, Kloiber Michal, Milch Jaromír, Sebera Václav a Tippner Jan, 2018. Structural assessment of a lapped scarf joint applied to historical timber constructions in central Europe. *International Journal of Architectural Heritage (Conservation, Analysis, and Restoration)*. 18, 1-17. ISSN: 15583058.

Certifikovaná metodika Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí je spolu s dalšími informacemi dostupná na [www.itam.cas.cz/spoje](http://www.itam.cas.cz/spoje).

Pro potřeby konzultací je možné zasílat dotazy na [spoje@itam.cas.cz](mailto:spoje@itam.cas.cz).



## VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY V TUNELU



V rámci mezinárodního projektu WESLO (Wind and Sea Loads on Energy Structures) se náš vědecký tým Oddělení dynamiky a stochastické mechaniky začal zabývat experimenty s větrnými elektrárnami s horizontální osou otáčení. Jedná se o tradiční, především třílísté, větrné elektrárny, které při současných technologiích a znalostech mohou dosahovat maximálních výkonů až 9 MW. Průměry jejich vrtulí dosahují rozměrů přes 170 m a výšky díky bývají až 220 m. Proudící vítr na konstrukce těchto rozměrů působí značným zatížením, navíc při rotaci vrtule vznikají dodatečné gyroscopické a odstředivé síly, které je nutné zohlednit při návrhu větrníku. Znalost všech sil, které na větrné elektrárny působí, proto umožňuje návrh větších a tím i výkonnějších elektráren.

Výzkumníci se momentálně zabývají analýzou působení proudu vzduchu na elektrárny a využívají zmenšené modely v aerodynamickém klimatickém tunelu Centra excellence Telč. Zmenšené modely větrné elektrárny jsou schopny předpovídat, jaké zatížení můžeme očekávat na skutečné konstrukci při různých provozních režimech elektrárny a charakteru proudění ovlivněném např. umístěním v terénu, intenzitou turbulence vzduchu nebo natočením směru větru vůči rovině vrtule.

Jeden z modelů větrné elektrárny byl vyroben 3D tiskem. Místo generátoru proudu byl použit malý třífázový bezkomutátorový motor s permanentními magnety v rotačním plášti, na němž lze přesně měřit a zároveň plynule ovládat rychlost otáčení. Protože máme přehled, kolik experimentální model větrné elektrárny vyrobí elektrického proudu, lze odvodit brzdné síly motorky a kroučící moment vrtule v různých rychlostních režimech. Síly v patě dřívku jsou stanoveny siloměrem, který umožňuje současné měřit 3 složky sil a 3 složky momentů.

Další experimenty se zaměří na působení aerodynamických a aeroelastických sil na elektrárně, která je umístěna v komplexním terénu.

M. Macháček

## NOVÉ PŘÍSTROJE V CET



Nový isokalorimetr

Skupina materiálových analýz v CET má k dispozici nový přístroj zvaný isokalorimetr. Tento přístroj umožňuje sledovat termální aktivitu a teplotní tok během chemicko-fyzikálních nebo biologických procesů. Využívá se při zkoumání hydratačních reakcí cementů, betonů, malt i ke stanovování hydratační teploty. Dále pro studium vlivu různých komponentů přidaných za účelem zpomalení reakce, popřípadě pro vylepšení materiálových vlastností zkoumaných vzorků. Isokalorimetr se dále uplatňuje např. při kontrole stability léků (např. antibiotik), a při zkoumání životnosti baterií.

Měření probíhá následovně: sledovaný vzorek se umísťuje do ampule, která je v kontaktu s teplotním senzorem a temperována na stabilní teplotu. V případě, že je teplo produkováno nebo spotřebováno během určitého procesu, senzor zaznamená teplotní gradient. To vygeneruje napětí, které je detekováno. Pořízený přístroj umožňuje měřit až 8 vzorků najednou a to nezávisle na sobě.

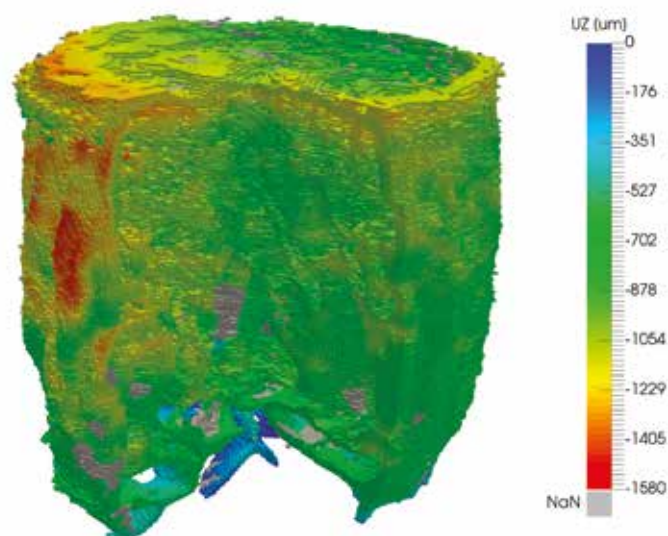
A. Viani

## VYUŽITÍ RADIOGRAFICKÝCH METOD PŘI ZKOUMÁNÍ DEFORMACE TKÁŇOVÝCH NOSIČŮ

Moderní zobrazovací metody využívající rentgenového záření jsou prakticky jedinou možností jak pozorovat deformaci vnitřní struktury materiálů pod zatížením. Taková znalost deformačního chování je nezbytnou součástí procesu návrhu a posouzení správné funkce nově vyvíjeného materiálu či výrobku určeného pro lékařské aplikace.

Při návrhu umělých tkáňových nosičů je dále třeba brát ohled nejen na jejich nosnou funkci, ale i na schopnost přenosu živin jejich porézní strukturou. Pro zkoumání nosičů vytvořených na bázi hydrogelů byla vytvořena testovací metoda umožňující kontinuální snímkování celého zatěžovacího testu. Bylo použito speciální experimentální zařízení s tělem vyrobeným z materiálu s nízkým útlumem procházejícího rentgenového záření. Kontinuální zatěžování a malý útlum okolí bylo nutnou podmínkou pro provedení těchto testů, protože tkáňový nosič má sám o sobě velmi malý útlum a rychle relaxuje.

Vyhodnocování deformací bylo provedeno metodou digitální korelace trojrozměrných obrazových dat. Vstupními daty bylo 34 tomografických měření. Jednotlivé tomografie byly pořízeny během 120 sekund, kdy došlo ke kompresi vzorku vždy o 48 mikrometrů. Problém byl řešen s podporou projektu Competence Center for High-Resolution 3D X-ray Imaging (ATCZ38) a Kompetenzzentrum MechanoBiologie in Regenerativer Medizin (ATCZ133) ve spolupráci s Ludwig Boltzmann Gesellschaft - Institut für experimentelle und klinische Traumatologie a University of Applied Sciences Upper Austria.



Vizualizace deformovaného modelu celé mikrostruktury tkáňového nosiče na konci kompresního testu

D. Kytýř, P. Zlámal

## NÁVŠTĚVA VEDENÍ AKADEMIE VĚD

V pondělí 8. února 2018 zahájila předsedkyně AV ČR prof. Zažimalová v ÚTAM kolečko návštěv jednotlivých pracovišť. Do ÚTAM zavítala již po několikáté, tentokrát spolu s místopředsedou prof. Janem Řídkým a s členy Akademické rady Lenkou Vostrou a Pavlem Krejčím. Návštěva byla zahájena rozpravou s vedením ústavu, následovaly prohlídky v Centrální laboratoři experimentální mechaniky (CLEM), Laboratoři partikulárních látek a Laboratoři biomechaniky. Nakonec hosté zamířili do nově postavené a zkolaudované části ústavu.

B. Přečová

## V CET ŘEŠÍ VYUŽITÍ STŘEDOVĚKÝCH ZŘICENIN

V červnu loňského roku byl zahájen projekt RUINS podpořený z programu Interreg Central Europe, do kterého je tým CET ÚTAM AV ČR zapojen v rámci mezinárodního konsorcia 10 partnerů ze 6 evropských zemí. Cílem je vdechnout druhý život středověkým zříceninám prostřednictvím moderních technických i ekonomických přístupů a hledáním cest k jejich využití pro nynější společnosti při současném zachování jejich historické hodnoty. K tomuto cíli jsou směřovány výstupy projektu: vytvoření a distribuce příruček a postupů s mezinárodní uplatnitelností obsahující postupy pro moderní řízení a správu středověkých zřícenin zejména na území střední Evropy.

Součástí aktivit projektu je také průzkum a případové řešení šesti vybraných zřícenin. Hned po zahájení projektu v červnu minulého roku proběhla terénní prohlídka zříceniny polského hradu Janowiec, v srpnu pak zříceniny dvoupodlažní kaple St. Stošije u chorvatského Zadaru a zříceniny hradu Šalek ve slovinském Velenje. Od října se tým CET podílel na přípravě a zabezpečení výzkumných aktivit v areálu zříceniny opevněného kláštera Bzovík na Slovensku a také zajištění technologického workshopu se zaměřením na in-situ diagnostické metody historických dřevěných konstrukcí, který probíhal v jedné z bašt tohoto kláštera. V březnu letošního roku proběhla studijní návštěva městského opevnění v italském Montagnanu a Villy Beatrice d'Este s pozůstatky středověkého kláštera. Výstupem studijních návštěv jsou vždy podrobné zprávy mapující historii, stávající technický stav, konzervátorské zásahy a ekonomické využití daných torzálních objektů. V další etapě projektu se práce zaměří na tvorbu příruček a pilotní implementace na vybraných zříceninách v Polsku, Itálii, Chorvatsku, Slovinsku a na Slovensku.

Více informací o projektu můžete nalézt na stránkách: <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/RUINS.html>



Zřícenina opevněného kláštera Bzovík na Slovensku



Zříceniny dvoupodlažní kaple St. Stošije u chorvatského Zadaru

J. Novotný

## ING. JIŘÍ NÁPRSTEK, DRSC. PŘEDSEDOU ČESKÉ SPOLEČNOSTI PRO MECHANIKU



Ing. Jiří Náprstek, DrSc.

Více informací o domácích a mezinárodních aktivitách, skladbě vedení ČSM a o její historii lze nalézt na: <https://www.csm.cz>.



Na základě výsledků tajných voleb byl v lednu 2018 ustaven nový Hlavní výbor České společnosti pro mechaniku (ČSM). Na svém zasedání dne 7. února 2018 zvolil nové funkcionáře ČSM. V souladu s výsledkem tajné volby z řad členů Hlavního výboru se stal novým předsedou ČSM na období příštích čtyř let Ing. Jiří Náprstek, DrSc. z Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AVČR.



## MOBILITA VÝZKUMNÝCH PRACOVNÍKŮ CET

Každý rok Centrum excellence Telč přijímá několik zahraničních vědců na krátkodobé i dlouhodobé výzkumné pobyty. Ani rok 2017 nebyl v tomto ohledu výjimkou. V březnu se do práce v rámci laboratoře klimatického větrného tunelu zapojil profesor Rajesh Goyal ředitel indického Modern Institute of Engineering and Technology. V dubnu se účastnil měření v laboratoři rentgenové tomografie Karim Zarei Zefreh z antverpské university v Belgii. V téže laboratoři se v průběhu dvou výzkumných pobytů podílel na zpřesňování výstupů unikátního telčského zařízení odborník na metrologii z university v belgické Lovani Massimiliano Ferrucci. V květnu přijela připravovat budoucí rozsáhlejší experimenty v klimatickém větrném tunelu Yasemin Didem Aktas z britské University College London. Laboratoř materiálových analýz a mikroskopie pak v červnu hostila profesorku Heloisu Nunes Bordallovou z dánské University of Copenhagen. Na přelomu srpna a září prováděli experimenty v klimatickém větrném tunelu profesor Piotr Gorski a jeho doktorand Marcin Tatara oba z polské Opole University of Technology. V září a říjnu pak zde spolupracoval na experimentech doktorand Andrija Buljac z chorvatské University of Zagreb.

Profesorka Bordallová podobně jako profesor Goyal kromě spolupráce na výzkumu také prezentovala výsledky svých výzkumů formou přednášky pro pracovníky ÚTAM.

Na zahraniční stáže pak byli v roce 2017 vysláni čtyři doktoranti:

- Mgr. Dita Machová vycestovala na stáž do University of Ljubljana (Slovinsko) od února do května 2017.
- Mgr. Riccardo Cacciotti absolvoval stáž v březnu a dubnu 2017 v International Centre for the Study of Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM) Rome (Itálie).
- Mgr. Dita Frankeová byla na měsíční stáži (září – říjen) na University of Padua (Itálie)
- Ing. Arch Klára Nedvěďová zahájila stáž na Donau University Krems (Rakousko) od prosince 2017.

J. Novotný