

## Výroční zpráva Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR za rok 2006

### 1. Vědecká činnost pracoviště a uplatnění jejích výsledků

#### a) stručná charakteristika vědecké činnosti pracoviště;

ÚTAM provádí teoretický a experimentální výzkum problémů mechaniky materiálů, konstrukcí a prostředí, zejména mechaniky kontinua, dynamiky a stochastické mechaniky, mechaniky tenkostěnných konstrukcí, biomechaniky, mechaniky porušování, mechaniky partikulárních látek, historických materiálů a konstrukcí, vyvíjí a aplikuje optické, radiografické a další metody experimentální mechaniky a řeší interdisciplinárně problémy záchrany a zachování kulturního dědictví.

#### b) několik nejdůležitějších výsledků vědecké činnosti a jejich aplikací;

##### V mechanice kontinua:

- Ve spolupráci s japonskou firmou ShowaDenko (jedna ze čtyř firem vyrábějících magnetické disky) byl navržen nový druh magnetických médií, zahrnující 3 magnetické vrstvy: soft-magnetic, hard-magnetic a semi-magnetic. Koercitivní síla hard-magnetické vrstvy byla snížena, aby se umožnilo snadné vytvoření magnetického záznamu při zachování teplotní stability disku. Na výsledek byla podána patentová přihláška pro Taiwan a Japonsko. Část práce byla publikována ve spolupráci s Department of Materials Science and Engineering Brookhaven National Laboratory, Upton, USA. (B), (C)

##### V dynamice:

- Vývoj numerického modelování proudění vzduchu kolem neaerodynamických objektů vedl ke zpřesnění a určení zatížení na několika unikátních konstrukcích (např. hangár v Ruzyni s rozpětím nosného oblouku 180 m, terminál autobusů v Hradci Králové). Stanovená zatížení byla s dobrým výsledkem porovnána s výsledky měření v aerodynamickém tunelu VZLÚ Praha. (B)

- Pomocí dvou shodných aeroelastických modelů s odlišnými Froudovými čísly byla provedena kritická analýza platnosti Froudova zákona. Výsledkem je přesnější vymezení velikosti možného oboru poměru setrvačných sil a sil způsobených vzdušným proudem. (B)

- Experimentální studie kapalinového pohlcovače vodorovných kmitů byla rozšířena i na tlumení rotace a svislých kmitů. (B)

- Byla ověřena možnost použití neuronových sítí při identifikaci a monitoringu mostních konstrukcí. (B)

- Byl připraven netradiční posudek spolehlivosti metodou SBRA pro budoucí uplatnění v normě. (B)

- Teoreticky a experimentálně byl řešen problém spolupůsobení soustavy nosník - předpjatá struna, která představuje idealizaci dynamického chování předpjatých mostů. Byla odvozena soustava parciálních diferenciálních rovnic, které řeší tento problém, provedena analýza vlivu jednotlivých parametrů a byla vyhledána oblast, ve které parametry minimalizují dynamické účinky pohyblivých sil na nosník. Teoretické výsledky byly ověřovány experimentem. (B)

- Byla zkoumána odezva visutých mostů při účincích pohybu řady sil za současného působení svislého pohybu podpor vlivem zemětřesení. Ukázalo se, že dynamické účinky na nosníku stoupají se zvětšující se rychlostí pohybu vozidel a že seismické síly mají velký vliv na seismický pohyb podpor. Prospěšnost dosažených výsledků byla dokumentována na příkladu numerického řešení největšího plánovaného mostu na světě přes Messinskou úžinu s rozpětím 3,3 km mezi hlavními pilíři. (B)

##### V oblasti tenkostěnných konstrukcí:

- Na principech elasto-plastické lomové mechaniky a aplikací tzv. plastického součinitele stísněnosti deformací na čele trhliny byla vypracována metoda predikce lomových podmínek tenkostěnných válcových skořepin zhotovených z oceli pevnostních tříd X60, X65 a X70, namáhaných vnitřním přetlakem. (B)

- Bylo navrženo zdokonalení technologie výroby ocelových šroubovicově svařovaných trub pro vysoké tlaky přepravovaného média. (C)

- V závislosti na geometrii stěn v tenkostěnných konstrukčních systémech, počtu zatěžovacích cyklů během plánované životnosti systému a druhu oceli, z nichž je systém vyroben a na základě rozboru výsledků experimentálního vyšetřování byly odvozeny vzorce pro maximální štíhlost stěn a maximální úroveň cyklického zatížení, při nichž lze zcela zanedbat nebezpečí vzniku únavových trhlin. (B)

##### V biomechanice:

- Byl sestaven numerický 3-D model lidské lebky včetně měkkých tkání na základě počítačové tomografie. Pro ověření tohoto modelu byla provedena řada rázových experimentů pro různou výšku

dráhy dopadu modelu makety hlavy s ochrannou helmou. Experimentálně získaná data v kombinaci s výsledky numerického modelování umožňují určit kritickou výšku pádu. (B)

- Analyticky byly získány výsledky pro kontakt kongruentních tuhých válcových a kulových ploch s pružným pokrytím, t. j. velikost kontaktu a rozložení kontaktních tlaků. Výsledky mají značný význam při vyšetřování lubrikace velkých synoviálních kloubů dolní končetiny člověka při chůzi. (B)

- Byla vyvinuta nová metodika experimentálního měření mechanických vlastností malých vzorků kostní tkáně pomocí optické metody. Měření bylo provedeno na souboru vzorků z hlavic femuru prasete. (B)

- Pomocí MKP modelu byla provedena analýza napjatosti pánevní kosti po osazení cementované jamky totální endoprotézy kyčelního kloubu. 3-D model byl sestaven na základě dat z počítačové tomografie. Byl zjišťován vliv imperfekcí cementové vrstvy na změnu pole napětí v subchondrální kosti pánve. (B)

V oblasti mechaniky zrnitých materiálů a kompozitů:

- Pokračoval vývoj hypoplastických konstitučních vztahů. Model pro jemnozrné zeminy, vyvinutý v předchozích fázích výzkumu, byl rozšířen o možnost modelovat chování zemin s cementační strukturou. (B)

- Byl započat výzkum optimalizace vlastností maltových směsí používaných pro restaurování památek. Nové postupy byly uplatněny při návrhu náhrady mazaniny na hradebním ochozu SH Karlštejn z modifikovaných vápenných směsí. (C)

- Při výzkumu jednoosého creepu zrnitých materiálů byl definován pojem „hybridní struktura“ případně „hybridní konstituční vztah“, jež popisuje prostředí složené ze dvou značně rozdílných složek: původní, sférické a sekundární, produktu drcení. Výsledky představují nový, fundamentální pohled na mikromechaniku chování částic v průběhu přetváření. (B)

- Byla dokončena analýza a digitalizace dat získaných z dlouhodobého experimentu s klidovým a pasivním tlakem ideálně sypkého materiálu, jež potvrdila fyzikální existenci pasivní (horní) meze tlaku v klidu a existenci pasivního residuálního tlaku zrnitých materiálů. (B)

V oblasti experimentálních metod:

- Ve spolupráci s ÚTEF ČVUT bylo vytvořeno pracoviště pro mikroradiografické sledování fyzikálních dějů v zatěžovaných vzorcích a mikrotomografické pozorování struktury malých vzorků pro účely numerických simulací. (B)

V oblasti záchrany kulturního dědictví (kromě výsledků, uvedených u mezinárodní spolupráce):

- Pracovníci ústavu navrhli a verifikovali ve spolupráci s obcemi proces optimální účasti veřejnosti na rozhodování o rozvojových projektech v historických sídlech a chráněných územích. (C)

- Ústav analyzoval využívání kulturních a přírodních památek ČR pro cestovní ruch a navrhl soubor opatření pro jeho optimalizaci. (C)

c) nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště;

- Ústav se zúčastnil již tradiční akce „Týden vědy a techniky“ spojené s „Dnem otevřených dveří“ pořádané Kanceláří Akademie věd rozšířenou nabídkou plakátové expozice i prezentací nejvýznamnějších výsledků návštěvníkům ústavu.

- Pracovníci ústavu jsou zapojeni do propagace činnosti ústavu v rámci programu „Otevřená věda“ pro spolupráci ústavů Akademie věd se studenty středních škol.

- Ústav uspořádal tiskovou konferenci a přispěl do série rozhlasových pořadů k 7. evropské konferenci SAUVEUR, „ZACHRÁNĚNÉ KULTURNÍ DĚDICTVÍ. Záruka porozumění a života v rozšířené Evropě“, Praha, květen/červen 2006.

d) domácí a zahraniční ocenění zaměstnanců pracoviště (řády, medaile, ceny, čestné doktoráty apod.);

- V. Kafka získal "Čestnou cenu I. stupně" za nejlepší článek publikovaný v roce 2005 v časopise Engineering Mechanics.

e) další specifické informace o pracovišti, změnách v jeho struktuře a vědecké orientaci, o výsledcích atestací a o překážkách a problémech v činnosti pracoviště atd.

Ústav ukončil v roce 2006 činnost jako příspěvková organizace. V minulém roce se významně zapojil do organizace Národní technologické stavební platformy, je koordinátorem odborné oblasti výzkumu „kulturní dědictví“ této platformy a zároveň koordinátorem pracovní skupiny WG6 Focus area cultural heritage Evropské technologické platformy ECTP.

## 2. Vědecká a pedagogická spolupráce pracoviště s vysokými školami

a) nejvýznamnější vědecké výsledky pracoviště vzniklé ve spolupráci s vysokými školami

K nejvýznamnějším výsledkům patří zejména spolupráce při rozvíjení experimentálních pracovišť, metod a softwareových programů, např.

- Spolupráce na vývoji mikroradiografického a mikrotomografického pracoviště s Ústavem technické a experimentální fyziky ČVUT. Výsledkem spolupráce je 5 společných publikací, z toho 1 impaktovaná.
- Spolupráce na vývoji neutronografické metody používající upravené detektory MEDIPIX s Ústavem technické a experimentální fyziky ČVUT a Ústavem jaderných výzkumů Řež AV ČR. Výsledkem jsou dvě společné publikace.
- Spolupráce s Fakultou tělesné výchovy a sportu UK na rozvoji neinvazivních metod pro vyšetřování pacientů postižených skoliózou počítačově podporovanými optickými metodami.
- Spolupráce s ČVUT – fakultou stavební (katedra stavební mechaniky) na vývoji pokročilého výpočetního modelu pro geotechniku na bázi programového balíku SIFEL.
- Provedení série experimentů spolehlivosti a bezpečnosti ocelových konstrukcí při mimořádném zatížení požárem.

b) nejvýznamnější výsledky činnosti výzkumných center a dalších společných pracovišť ústavu AV s vysokými školami;

Ústav nemá společná pracoviště s vysokými školami.

c) spolupráce s vysokými školami na uskutečňování doktorských studijních programů (DSP) a magisterského a bakalářského studia.

Ústav má uzavřeny prováděcí smlouvy o zajištění doktorského studia s Fakultou strojní ČVUT Praha, Fakultou jaderného a fyzikálního inženýrství ČVUT Praha, Fakultou stavební ČVUT a FAST VŠB TU Ostrava jedná se o smlouvě s Fakultou dopravní ČVUT Praha. Všechny obsahují návrh rozšíření akreditace pro ÚTAM v rámci stávajících DSP. Smlouva je naplňována s FSv ČVUT Praha, FAST VŠB TU Ostrava a FJFI ČVUT Praha.

Pracovníci ústavu jsou členy vědeckých rad ČVUT Praha, FSv ČVUT Praha, DF Jana Pernera Univerzity Pardubice, FUA TU Liberec, oborových rad studijních programů na FS ČVUT Praha, FJFI ČVUT Praha, FSI ČVUT Praha, FAST VŠB Ostrava, FS a FT TU Liberec, FS TU Žilina (SK). Jsou členy akademického senátu (FD ČVUT) a pravidelně jsou jmenováni do zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky, do komisí pro obhajoby doktorských a habilitačních prací na výše uvedených školách, i v zahraničí (Technická Universita v Žilině, Universita Leuven (Belgie)). Jsou garanty volitelných předmětů a zajišťují specializované přednášky doktorského studia na uvedených VŠ a na Pražském Polytechnickém institutu, vypracovávají oponentské posudky doktorských disertací i habilitačních prací, jsou školiteli-specialisty (FD ČVUT, PřFUK, TU Ostrava, FSv ČVUT). Jsou rovněž školiteli zahraničních studentů-stážistů v rámci evropského výměnného programu podporovaného EU. V rámci studijních programů magisterského a bakalářského studia jsou garanty a vedou přednášky a cvičení, vedou diplomové práce (FD ČVUT, PřFUK, TU Liberec, VŠB TU Ostrava, FSv ČVUT Praha, FA ČVUT Praha). V rámci projektově orientované výuky na FD ČVUT se studenti účastní řešení problémů zadávaných pracovníky ústavu a připravují si podklady pro své diplomové práce. Studenti jsou zapojeni i do řešení evropských grantových projektů. Doc. Jírová je odpovědná řešitelka úkolu WP2.5. programu EURNEX (European Rail Research Network of Excellence) v rámci spolupráce s FD ČVUT Praha.

### 3. Spolupráce pracoviště s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou

a) společné projekty výzkumu a vývoje podpořené z veřejných prostředků:

Celkově bylo řešeno 6 projektů, z toho 4 významné:

- projekt Ministerstva průmyslu a obchodu: č. FT-TA/091, název: Výzkum a vývoj technologie výroby vysokopevných ocelových pásů a vysokopevných trubek s vyšší životností a spolehlivostí provozu, partnerská organizace: Mittal Steel Ostrava a.s. Projekt začal v říjnu 2004, v roce 2006 byly určeny hlavní charakteristiky lomové odolnosti šroubovicově svařovaných trubek DN500 z oceli s mezí kluzu 485 MPa z hlediska kritéria LBB a kritéria zastavení lomu na krátké vzdálenosti. Dále byly vypracovány podklady pro predikci životnosti potrubí z těchto trubek.
- PROJEKT MDČR 1F45D/013/120 "Vývoj metod navrhování nových dálničních mostů a ověření kritérií užitečných vlastností a životností existujících mostů s ohledem na stochastický charakter materiálů, zatížení a odezvy." Partnerská organizace: Stavby mostů Praha, a.s. Z řešení vyplynula možnost stanovit míru spolehlivosti (bezpečnosti) prostřednictvím odpovídající pravděpodobnosti poruchy. Hlavním výsledkem řešení je doporučení ke změnám ČSN 736209 Zatěžovací zkoušky mostů.

- Projekt MŠMT KONTAKT ME887, „In situ evaluation of masonry and timber structures“, česká část projektu podporovaného z americké National Science Foundation ve spolupráci s Pennsylvania State University. Výsledkem bylo uspořádání mezinárodního workshopu (viz níže).

- Projekt MMR č. WA-019-05-Z08-OPTURISM - Optimální využívání kulturních a přírodních památek pro rozvoj cestovního ruchu. Mezioborový řešitelský tým vedl ÚTAM a tvořili ho pracovníci Akademie věd ČR, MŽP, Vysoké školy Ekonomické, Národního památkového ústavu, Univerzity v Hradci Králové a Plzni. Projekt vyhodnocoval turistický potenciál ČR na úrovni regionů a měst, a zabýval se limity a možnostmi využívání kulturního a přírodního dědictví pro rozvoj cestovního ruchu.

b) výsledky výzkumu a vývoje pro ekonomickou sféru (případně dosažené ve spolupráci s touto sférou) na základě hospodářských smluv:

V roce 2006 pracovníci ústavu řešili celkem 34 výzkumných, vývojových a expertizních zakázek pro průmyslovou a ekonomickou sféru, například:

- Vývoj absorbéru nárazu vozidla umístěného na skříni převodovky pro podnik Škoda – auto, a.s. Výsledkem spolupráce s vývojovým pracovištěm Škoda – auto, a.s. je skutečnost, že testovaný prototyp absorbéru nárazu je již běžně montován na vozy v sériové výrobě.

- Teoreticko-experimentální lomovou analýzou tenkostěnných válcových skořepin pro firmu CEPS, a.s.

- Tenzometrické a rezonanční měření a vyhodnocení sil na objektu nové stanice metro Střížkov pro firmu EXCON a.s. a Metrostav a.s.

- Měření aeroelastického modelu výškové budovy Twins-Axis Towers v Tbilisi, Gruzie

- Měření aeroelastického modelu lávky v San Diegu, U.S.A.

- Studium vlivu etyl silikátových zpevňovacích prostředků na chování a vlastnosti glaukonitického pískovce použitého na stavbu katedrály sv.Víta na Pražském hradě. Výsledek byl podkladem k výběru komerčně dostupného produktu a jeho aplikaci na záchranu plastik vnějšího triforia.

- Návrh náhrady mazaniny na hradebním ochozu Státního hradu Karlštejn z modifikovaných vápenných směsí. Receptura je používána při náročné obnově hradu.

- Řada nedestruktivních průzkumů a expertíz na významných Národních kulturních památkách, např. Státní zámek Veltrusy, Národní divadlo v Praze, Státní hrad Pernštejn.

c) nové firmy, které vznikly na základě výsledků činnosti ústavu v oblasti aplikovaného výzkumu;

Nové firmy nevznikly.

d) odborné expertizy zpracované v písemné formě pro státní orgány a instituce:

Celkem 11 posudků a expertiz. K nejvýznamnějším náleží překlady dvou evropských Eurokódů pro Český normalizační institut: EN 1998-1: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby a EN 1998-5: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 5: Základy, opěrné a zárubní zdi a geotechnická hlediska které vycházejí jako české normy ČSN EN 1998-1 a ČSN EN 1998-5, 6 posudků vypracovaných pro okresní soudy.

#### 4. Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

Informace o významných mezinárodních vědeckých spolupracích pracoviště:

a) přehled mezinárodních projektů

EC 6.rámcový program – 5 projektů (NOAH'S ARK, CULTSTRAT, SAUVEUR, PICTURE, I-SAMCO), EC CULTURE 2000 – 1 projekt,

b) nejvýznamnější vědecké výsledky dosažené v rámci mezinárodní spolupráce;

- Ústav vytvořil strategii a navrhl systém konkrétních opatření ochrany kulturního dědictví proti přírodním katastrofám, zejména proti povodním, vichřicím, sesuvům půdy a vlivům změny klimatu (projekt NOAH'S ARK). (C)

- Pracovníci ústavu zpracovali metodiku hodnocení životnosti a oceňování negativních dopadů zhoršeného životního prostředí na architektonické a sochařské památky (projekt CULTSTRAT). (C)

- Pracovníci ústavu dále zpřesnili a experimentálně ověřili modelech střech historických věží numerický model proudění vzduchu okolo složitých detailů historických objektů, umožňující provádění výpočtů s vysokým Reynoldsovým číslem (projekt CULTSTRAT). (B)

- Ústav zpracoval metodiku analýzy a hodnocení dopadů vlivu masové turistiky na hmotné kulturní dědictví, zejména na historická sídla a poskytl ji vědeckému výboru pro turismus ICOMOS (projekt PICTURE). (C)

- Ve spolupráci s pracovníky Centrální laboratoře fyzikálně-chemické mechaniky BAV byl kvantifikován vliv obsahu vlhkosti na hodnoty mechanických charakteristik epoxidových kompozic pro stavební aplikace a prokázána možnost použít krátkodobé zkoušky k předpovědi dlouhodobé pevnosti těchto materiálů za creepové deformace.

c) akce s mezinárodní účastí, které pracoviště organizovalo nebo v nich vystupovalo jako spoluorganizátor

- Mimořádná důležitost : 7. evropská konference SAUVEUR, „ZACHRÁNĚNÉ KULTURNÍ DĚDICTVÍ. Záruka porozumění a života v rozšířené Evropě“. -Kongresové centrum Praha / Španělský sál, Pražský hrad, 31. května – 3. června 2006. Konference byla podporována Evropskou komisí a Kanceláří prezidenta republiky a proběhla pod záštitou ministra kultury, ministryně školství, mládeže a tělovýchovy, ministra pro místní rozvoj ČR, primátora hl. m. Prahy a předsedy Akademie věd ČR. Konference zhodnotila výsledky evropských výzkumných projektů v oblasti movitého a nemovitého kulturního dědictví. Zúčastnilo se jí 286 odborníků z 37 zemí celého světa, mezi nimiž byli zástupci významných světových organizací podporujících ochranu kulturního dědictví jako Evropské komise (DG Research), ICOMOS, ICCROM, OWHC, CHEDI a Europa Nostra.

- Ve dnech 2. až 5. května 2006 pořádala Bergische Universität Wuppertal - Institute Static and Dynamic of Structures (BUGH) ve spolupráci s Ústavem teoretické a aplikované mechaniky AV ČR a Fakultou dopravní ČVUT pod patronací VDI/VDE-GESA a ČSM-EAN a za podpory Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) a Akademie věd České republiky X<sup>th</sup> Bilateral German/Czech Symposium „Advances in Measurement Techniques and Experimental Methods in Engineering Research and Practices“. Bilaterální symposia, pořádaná na základě dohody o vědecké spolupráci mezi DFG a AV ČR, patří mezi mezinárodní vědecké konference, které mají dlouholetou tradici (od roku 1985). X. bilaterálního německo-českého symposia se zúčastnilo z obou stran po 12 přednášejících.

- Organizace mezinárodního vědeckého semináře SAMCO na téma Advances in Monitoring of Historical and Modern Structures, Praha, 18-20.9.2006, počet účastníků: 40 - zahraničních 18

- Ústav zorganizoval s podporou grantového projektu MŠMT KONTAKT a ve spolupráci s Pennsylvania State University podporovanou grantem NSF v rámci čs-amerického programu spolupráce RILEM Workshop o nedestruktivních metodách hodnocení historických zděných a dřevěných konstrukcí. S setkání proběhlo v červenci 2006 a bylo zároveň pracovní schůzkou Technického výboru RILEM. Zúčastnilo se 30 vědců z 10 zemí světa.

- Oddělení ARCHISS v Telči uspořádalo v listopadu 2006 ve Slavonicích mezinárodní workshop o historických krovech. Podnik byl podporován grantem EC Culture 2000 a zúčastnilo se ho 22 osob, 10 zahraničních z pěti spolupracujících zemí.

- Ústav spolupřádal VII. konferenci SPOLEHLIVOST KONSTRUKCÍ s mezinárodní účastí v dubnu 2006 v Praze, 70 účastníků, z toho 10 zahraničních.

- Ústav byl spoluorganizátorem 4. mezinárodní konference Stavebnictví a oceňování. Počet účastníků: 72 – zahraničních 37.

- Ústav zorganizoval mezinárodní workshop řešitelů projektu PICTURE (Aktivní správa vlivu kulturního turismu na ekonomiku a zdroje evropských měst) s účastí 17 zahraničních vědeckých pracovníků a tří řešitelů z ÚTAMu.

d) výčet jmen nejvýznamnějších zahraničních vědců, kteří navštívili pracoviště AV ČR (přední badatelé v daném oboru, nositelé významných mezinárodních ocenění apod.).

Dr. Michel Chapuis, Principal Administrator, DG Research EC, Unit Environment

Prof. Robert Day, University of Calgary, Kanada

Laboratoře ústavu navštívili další četní hosté ze zahraničí při bohaté účasti na mezinárodních akcích pořádaných ústavem (viz bod 4 c).

e) počet fungujících meziústavních dvoustranných dohod (tj. dohod, které plně financuje pracoviště a které nesouvisí s mezinárodní spoluprací v rámci dvoustranných meziakademických dohod).

## Přílohy:

### **Biomechanický model lidské hlavy pro stanovení kraniocerebrálního poranění**

Detailní prostorový model lidské hlavy byl vytvořen na základě sekvence CT-snímků s vysokým rozlišením. Model se skládá z lebky, která je modelována jako sendvičová konstrukce, kdy trabekulární kost je modelována pomocí tetrahedrálních elementů a kortikální kost je modelována skořepinovými elementy. Pro tvorbu geometrického modelu byly vytvořeny automatické procedury s důrazem na minimální ruční intervenci. Tento postup umožňuje rychle připravit z obrazových dat geometrii libovolné části lidského skeletu a jsou-li k dispozici jiná kvalitní obrazová data (např. magnetická rezonance) i dalších orgánů. V případě modelu lidské lebky není možno pomocí těchto automatických procedur rozlišit všechny struktury – například není možno oddělit šedou a bílou hmotu mozkovou. Pro model mozku byly tedy předepsány jednotné viskoelastické materiálové charakteristiky v celém objemu.

Vzniklý model byl použit pro rekonstrukci skutečného případu traumatické události, kdy během školní sportovní aktivity spadla na dvanáctiletého chlapce házenkářská branka. Z pooperačního tomografického vyšetření bylo možno pomocí výše uvedených technik vytvořit detailní model hlavy a podrobit jej simulovanému pádu branky. Počáteční podmínky pohybu byly stanoveny zvlášť pro model hlavy a pro branku. Pro určení složek vektoru rychlosti a zrychlení hlavy byl použit model lidského těla skládající se z tuhých částí. Tento model byl po uvedení do počáteční polohy podroben působení tíhového zrychlení. Vypočtené hodnoty vektorů rychlosti a zrychlení byly použity v simulaci úrazu pomocí metody konečných prvků a detailního modelu hlavy.

Vypočtené hodnoty zrychlení (lineárního i rotačního), maximální hodnoty vektoru deformace či napětí lze použít pro predikci poranění mozku. Pomocí maximální hodnoty působících sil, nebo deformační energie je možno predikovat frakturu lebky. Výsledky získané pomocí numerického modelování pro případ sportovního úrazu byly v dobré shodě s pozorovanými zraněními. Model lidského těla lze snadno použít nejen pro sportovní úrazy, ale např. pro simulaci dopravní nehody, zranění při běžné denní aktivitě, např. při ztrátě vědomí.

### **Biomechanical model of human head used in craniocervical injury assessment**

Detailed finite element model of human head used for head injury assessment was developed based on sequence of medical imaging data. The model consists of three-layered skull (cortical and trabecular bone), subarachnoidal space and brain. Tetrahedral elements are used to fill all three regions defined in the model. Procedures used to develop such a model based on medical imaging data are fully automatic and require minimal user intervention. This makes possible to use the model for *patient-specific* reconstruction of head injuries which is an important application of these FE models. Techniques used to develop the model need minimal user intervention. On one hand this approach creates the possibility to differentiate easily between individuals, on the other hand it keeps the model relatively simple, not accounting for certain inner structures. With the emphasis to minimize user intervention it is impossible to make difference between material properties of gray and white matter and therefore the same viscoelastic material properties are used for the entire brain.

Techniques used to reconstruct the geometry were applied to a real world accident reconstruction of a sport injury. The injury was an accident involving a 12-year old boy on whom a handball cage fell during school sport activity. Patient specific finite element model of the boy's head was constructed based on a series of CT data acquired postoperatively. The initial conditions of the impact were obtained using a rigid body model of a human body in computer simulation of the fall. Velocities and accelerations at the instant of head hitting the ground were used as initial conditions in FE simulation of the impact using the patient specific head model. Rigid-body model of human body can be used to reconstruct the kinematics of a traffic accident, sport accident or daily activity injury. Results from the numerical analysis were encouraging and showed good ability of the FE model to model the impact situation studied and to investigate the brain injury mechanisms.

## Publikace:

- (1) Brichtová E., and Jiroušek O.: *Biomechanický model kraniocerebrálního poranění*. - Česká a Slovenská neurologie a neurochirurgie. 11 (Supplementum 3): 22–22 (November 2006)

- (2) Jiroušek O.: *Explicit finite element models used for head injury criteria assessment of real world accidents*. - *Habilitation thesis, Faculty of Transportation Sciences, Czech Technical University in Prague (December 2006)*
- (3) Jiroušek, O., Jírová, J. and Jíra, J.: *Development and Validation of FE Model of Human Head in Frontal Impact*. - *Fourth International IASTED Conference on BIOMECHANICS, IASTED: 142-147, Eds: M. Doblaré (August 2006)*
- (4) Jiroušek, O. and Jíra, J.: *Head Injury Criteria Assessment Through Finite Element Modelling*. - *Engineering Mechanics 2006 :140-141, Eds: J. Náprstek, and C. Fischer (May 2006)*
- (5) Kunecký, J., Jírová, J. and Jiroušek, O.: *Drop test used for validation of FE models of human head for HIC assessment*. - *Engineering Mechanics 2006 :208-209, Eds: J. Náprstek, and C. Fischer (May 2006)*
- (6) Kunecký, J. and Jiroušek, O.: *Measurement of human head form acceleration: experimental approach using drop test compared to numerical simulation*. - *Advances in Measurement Techniques and Experimental Methods in Engineering Research and Practice, Institute Static and Dynamik of Structures Bergischen Universität Wuppertal: 13-14, Eds: R. Harte (April 2006)*
- (7) Jiroušek, O., Jírová, J. and Jíra, J.: *Numerical Modelling of Human Head Response to Low Velocity Impacts*. - *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Dental School, Wales College of Medicine, Cardiff University: 201-206, Eds: J. Middleton, M. Jones, and N. Shrive (March 2006)*

### **Numerické modelování účinků větru na budovy**

Častým problémem numerického řešení Navier-Stokesovy rovnice pro proudění vzduchu a interakce elastické konstrukce s proudem je numerická nestabilita, vycházející z hodnoty reálného Reynoldsova čísla v řádu  $10^6$  a nelineárního konvektivního členu. Podobné nestability lze redukovat začleněním tzv. stabilizačního členu do rovnice, což umožní velmi přesně řešit problematiku obtékání ostrohranných těles, popřípadě i jejich interakci s proudícím médiem. Tento postup byl vyzkoušen na několika modelech konstrukcí, jako jsou věže historických staveb, nebo jejich částí, u kterých bylo potřeba vyhledat slabá místa z hlediska proudění vzduchu a degradace materiálu a rovněž na konstrukcích kmitajících v proudu vzduchu. Příkladem použití uvedené metodiky je především řešení unikátní konstrukce nového hangáru letiště v Ruzyni v Praze, jehož největší rozměr dosahuje 180 m. Střecha hangáru je nesena pomocí táhel připojených k jedinému oblouku přes celé rozpětí budovy. Pracovníci oddělení dynamiky a stochastické mechaniky provedli výpočet a jeho ověření na aerodynamickém modelu hangáru v měřítku 1:250. Ukázalo se, že modifikované numerické řešení, které bylo implementováno do dostupného programu FEMLAB, uspokojivě předpovědělo tlaky a síly působící na konstrukci a tvar proudnic za obtékání konstrukce složitého nearodynamického tvaru. Ověřené numerické řešení může být s výhodou využito v případech, kdy není možné provádět experimenty. Metodika byla aplikována při řešení několika případů z praxe a rovněž i dílčích problémů spojených s řešením mezinárodních projektů NOAH'S ARK a CULTSTRAT podporovaných EC.

### **Numerical modelling of wind load at the buildings**

The numerical instability experienced often within the solution of flow-structure interaction for the flow with relatively high Reynolds number (order of  $10^6$ ) and non-linear convective term in the Navier Stokes equation has been reduced using the stabilization term included into the equation. In order to solve them the combination of standard Galerkin method and Least Square method (GLS) has been incorporated into the FEMLAB code.

The approach has been tested on several models of structures, like historical towers, their details, bridges or tall buildings. Particularly, it has been used at the new large building of the Prague airport hangar, which has the largest dimension 180 m. The roof of the hangar is supported by tendons that are hanged at the arch over the whole span. The researchers at the department of dynamics and stochastic mechanics prepared a calculation model and tested the results on the aerodynamic model in the scale 1:250. The experiments confirmed the conclusions obtained from the numerical solution of forces and flow patterns with excellent accuracy. The numerical receipt and solution may help in design or the analysis of structures that may not be experimentally tested on site or in the laboratory conditions. It has been used in several practical cases as well as by solution of partial tasks in international projects focused on cultural heritage like NOAH'S ARK or CULTSTRAT.

## PUBLIKACE:

Výsledky práce byly přijaty k publikování ve sborníku 12th International Conference on Wind Engineering, Cairns, Australia, 1-6.7. 2007 pod názvem  
*Král, R., Pospíšil, S., Janata, V., Náprstek, J.: Experimental and numerical assessment of hangar with roof arch under wind flow. - 12th International Conference on Wind Engineering, Cairns, Australia, 1-6 July 2007(accepted)*

*Pospíšil S., Král, R., Náprstek, J.: Numerical model of nonlinear wind-structure interaction. - Proceedings of the 4th International Symposium on Computational Wind Engineering, Yokohama, Japan, 16-19 July 2006: 307-311 (2006)*

*Bláha, J., Pospíšil, S., Drdáký, M.: Failures of architectural heritage due to wind effects. - Proceedings of Heritage, Weathering and Conservation HWC-2006, Madrid, 21-24 June 2006, Spain: 409-417(2006)*

## 2) seznam knižních publikací vydaných na pracovišti

1. European Research on Cultural Heritage – State-of-the-Art Studies (M.Drdáký ed.), ISBN 80-86246-21-3 (all), Vol.4 (ISBN 80-86246-25-6) 599 str., ITAM, Praha 2006
2. European Research on Cultural Heritage – State-of-the-Art Studies (M.Drdáký, S.Simon eds.), ISBN 80-86246-21-3 (all), Vol.5 (ISBN 80-86246-28-0) 368 str., ITAM, Praha 2006
3. Engineering Mechanics 2006 – Book of Extended Abstracts (J. Náprstek, C. Fischer eds.), ISBN 80-86246-27-2, First Edition 2006, ITAM Prague, 452 str. + CD

## II. Tabulková část

Kvantitativní údaje o spolupráci pracoviště s vysokými školami, počtech pracovníků doktorských studijních programech (DSP), mezinárodní vědecké spolupráci a počtech přihlášených vynálezů, užitečných vzorů, udělených patentů a uzavřených licenčních smluv.



## II) Tabulková část

### Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ

(část IIA. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

<b>Identifikační číslo organizace (IČ)</b>	68378297
<b>Zkrácený název pracoviště</b>	ÚTAM

1) <b>Forma vědeckého vzdělávání</b>	počet absolventů v r. 2006	počet doktorandů k 31.12. 2006	f
doktorandi (studenti DSP) v prezenční formě studia		6	
doktorandi (studenti DSP) v kombinované a distanční formě studia		14	
<b>C e l k e m</b>		20	
- z toho počet doktorandů ze zahraničí		0	

2) <b>Forma výchovy studentů pregraduálního studia</b>	
celkový počet diplomantů	10
počet pregraduálních studentů podílejících se na vědecké činnosti ústavu	20

3) <b>Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti pracovníků ústavu</b>	věd. hodnost nebo titul		vědecko-pedagog. hodnost	
	DrSc., DSc.	CSc., PhD	profesor	docent
počet k 31. 12. 2006	9	9+10	5	4
z toho uděleno v roce 2006	0	0	0	0

4) <b>Pedagogická činnost pracovníků ústavu</b>	letní semestr 2005/06	zimní semestr 2006/07
Celkový počet odpřednášených hodin na VŠ	470	454
Počet semestrálních cyklů přednášek, seminářů a cvičení	22	21
Počet pracovníků ústavu pedagogicky působících na VŠ	13	14

## Doktorandi

presenční školitel př.v r.2006

Kytýř	Jír.
Kunecký	Jír.
Vyčichl	Jír.
Krumphanz	Mic.
Mašín	Her.
Kloiber	Drd.

## Komb+dist

Šperl	Gaj.
Hračov	Pos.
Král	Pos.
Pudil	Pos.
Konečný	Mar.
Křivý	Mar.
Slánský	Mar.
Valigura	Mar.
Valihrach	Mar.
Hanzlík	Mar.
Jirovský	Drd.

Slížková	Drd.
Drdácký T.	Drd.
Frankl	Drd.

## **Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ**

(část IIA výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

pokračování 1

<b>Spolupráce ústavu s VŠ ve výzkumu</b>	pracoviště AV příjemcem	pracoviště AV spolupříjemcem
Počet projektů a grantů, řešených v r.2006 společně s VŠ (včetně grantů GA ČR a GA AV)	5	3
Počet pracovníků VŠ, kteří mají v ústavu vedlejší pracovní úvazek	4	
Počet pracovníků ústavu, kteří mají na VŠ vedlejší pracovní úvazek	12	

### **K oddílu 1:**

1. a 2. řádek: *uvádějí se i studenti DSP, kteří se v ústavu školí (školitel je pracovníkem ústavu),  
třebaže proces akreditace tohoto programu pro ústav AV ČR nebyl dosud dokončen*

### **K oddílu 2:**

1. řádek: *uvádí se celkový počet diplomantů, kteří během roku měli vedoucího práce z ústavu AV ČR*

### **K oddílu 3:**

1. řádek: *uvádí se celkový počet fyzických osob v hlavním pracovním poměru (včetně pracovníků zaměstnaných na částečný úvazek)*

### **K oddílu 4:**

1. a 2. řádek: *uvádí se celkový počet odpřednášených hodin na všech vysokých školách dohromady,  
ale pouze u těch vyučujících, kteří mají hlavní pracovní poměr v AV ČR*

3. řádek: *uvádí se počet pracovníků bez ohledu na rozsah úvazku v AV ČR*

### **K oddílu 5:**

1. řádek: *n e z a h r n u j í s e stipendia na zahraniční pobyty, granty určené pouze na nákup techniky, literatury apod.*

## **Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ**

(část IIA výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

pokračování 2

### 6) Společná pracoviště ústavu s účastí VŠ

Název spol. pracoviště	Počet pracovníků	
	fyz. p.d.	prům.přep.
<i>Společné pracoviště regenerativní medicíny</i>		
Počet participujících pracovníků z ústavu		
Počet participujících pracovníků z partnerských pracovišť		

**K oddílu 6:**

### **Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště**

část IIB. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

<b>Identifikační číslo organizace (IČ)</b>	68378297
<b>Zkrácený název pracoviště</b>	ÚTAM

1. Počet konferencí s účastí zahraničních vědců (pracoviště jako pořadatel nebo spolupořadatel)	8
2. Počet zahraničních cest vědeckých pracovníků ústavu	99
2a/ z toho mimo rámec dvoustranných dohod AV ČR	90
3. Počet aktivních účastí pracovníků ústavu na mezinárodních konferencích	94
3a/ Počet přednášek přednesených na těchto konferencích	87
3b/ z toho z v a n é přednášky	11
3c/ Počet posterů	15
4. Počet přednášejících na zahraničních univerzitách	3
5. Počet členství v redakčních radách mezinárodních časopisů	16
6. Počet členství v orgánech mezinárodních vědeckých vládních a nevládních organizací (společnosti, komitěty)	19
7. Počet přednášek zahraničních hostů v ústavu	1
8. Počet grantů a projektů financovaných ze zahraničí	6
8a/ z toho z programů EU	6

CULT-STRAT  
NOAH'S ARK  
PICTURE  
I-SAMKO  
SAUVEUR  
EC CULTURE 2000

k bodu 4: *Započítávají se semestrální nebo delší kursy nebo jim rovnocenné ucelené bloky přednášek;*

*n e z a p o č í t á v a j í s e j e d n o t l i v é i z o l o v a n é p ř e d n á š k y ( s e m i n á ř e ) v r á m c i n á v š t ě v*

k bodu 5: *Počítá se každé členství v redakční radě u každého pracovníka ústavu*

k bodu 6: *Počítá se každé členství pracovníka ústavu ve výboru nebo podobném orgánu mezinárodní vědecké organizace*

k bodu 8: *Započítávají se granty a výzkumné projekty vypsané zahraničními nebo mezinárodními (např. EU) agenturami a firmami*

**Počty udělených patentů, užitných vzorů, přihlášených vynálezů  
a platných licenčních smluv v AV ČR v roce 2006**  
(část IIC. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2006)

<b>Identifikační číslo organizace (IČ):</b>	68378297
<b>Zkrácený název pracoviště:</b>	ÚTAM

1. Patenty udělené v ČR	0
1a. v zahraničí	0
2. Zapsané užitné vzory	0
3. Přihlášky vynálezů	0
4. Přihlášky užitných vzorů	0
5. Platné licenční smlouvy celkem	0
5a. z toho uzavřené v roce 2006	0

*Případné dotazy k vyplnění tabulky zodpoví Ing. Dana Šemberová,  
Patentové a licenční služby SSČ AV ČR, tel.: 224005231, email: semberova@kav.cas.cz.*

**Prosíme o vyplnění všech rubrik, tzn. prázdné rubriky vyplňte nulami.**

<i>Tabulkovou část vyplnil Ing. Jiří Minster, DrSc. 286 892 512; minster@itam.cas.cz</i>
--