

Výroční zpráva Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR za rok 2005

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 oblasti mechaniky kontinua:

- Na základě kinematiky kontinua v rámci Riemannovy variety deformačních tenzorových polí byl nově formulován inkrementální princip virtuálních prací, ve kterém vystupuje modifikovaná Jaumannova-Zarembova časová derivace (B).

- Byl studován vliv napětí v tenké záznamové vrstvě z CoPtCr-SiO₂ na magnetické vlastnosti disku s cílem využít magnetický záznam s kolmou osou snadné magnetizace pro několikanásobné zvýšení současné meze hustoty záznamu. Výsledky těchto studií umožňují podání patentu: Intermediate layer for perpendicular magnetic recording media (B-C) – (spolupráce s Tsinghua University Taiwan).

- Užitím jediného vzorku byla testována možnost predikce J_R křivky na základě mikromechanického modelu, začleňujícího popis koalescence dutin, pro dva technicky důležité materiály – letecký dural a reaktorovou ocel. Zejména pro dural je tato predikce úspěšná a velmi dobře souhlasí s experimenty. Paralelně byla vyvíjena nová metodika XRDD, pomocí níž bude možné stanovit přesněji okolnosti nukleace dutin a upřesnit konstitutivní rovnice mikromechanického modelu (B).

- Byly nalezeny vhodné formy konstitutivních vztahů a stanoveny fyzikální veličiny, charakterizující dlouhodobé mechanické chování aplikačně významné třídy epoxidových částicových kompozitů, zahrnující mechanické i nemechanické vlivy a možnosti racionálního rozšíření předpovědi (B).

- Původním mezomechanickým modelem s tenzorovými vnitřními proměnnými byl velmi přesně vystižen průběh creepu při rozdílných časově závislých zatíženích a při vysokých teplotách (B).

V oblasti dynamiky:

- Teoretická analýza bifurkačních bodů a nestabilit a výsledky experimentů vedly k vývoji unikátního experimentálního zařízení pro výzkum interakce konstrukce a proudícího media v aerodynamickém tunelu. Výsledky experimentů umožňují zpětně zasahovat do parametrů i do základní struktury teoretických modelů, které umožňují praktické aplikace v inženýrské praxi. O zařízení projevil zájem pracoviště AIB na univerzitě v Bochumi a společnost Niemann and Partner GmbH, které jej využilo při aeroelastickém návrhu mostu přes Rýn u města Wesel, na komunikaci B58n (B).

- Teoreticky i experimentálně bylo prokázáno, že kapalinový tlumič se dvěma stupni volnosti (tlumící ohybové a krouživé kmitání) účinně omezuje nežádoucí horizontální kmity lehčích mostních konstrukcí a při vhodně volených podporových podmínkách nádrže i nežádoucí kmity krouťící. Byl vyšetřen vliv kapalin různých viskozit a vliv překážek v nádržích kapalinových tlumičů na jejich efektivnost (B).

V oboru tenkostěnných konstrukcí:

- Byla vypracována experimentální metoda pro určení meze mikroplastických deformací u feromagnetických materiálů. Metoda je založena na magnetoelastickém efektu spočívajícím ve změně magnetické permeability feromagnetického tělesa při jeho deformaci. Změna magnetické permeability je určována nepřímo – pomocí měření změn elektrického odporu tělesa při průchodu střídavého elektrického proudu tělesem (B).

- Na základě výsledků nové etapy experimentálního a teoretického vyšetřování byla rozšířena platnost dříve odvozených křivek únavové pevnosti (závislosti mezi rozkmitem namáhání a počtem cyklů namáhání) pro (i) mezní stav únavy a (ii) mezní stav použitelnosti tenkostěnných ocelových nosníků všech tvarů a rozměrů praktické důležitosti pro navrhování novodobých mostních konstrukcí (B).

- Byl vypracován postup hodnocení podmínek pro iniciaci lomu a pro platnost kritéria LBB (dříve teče než praská) u trubních těles s tupými trhlinami (C).

V biomechanice:

- Numericky byla analyzována lubrikace hlezenního kloubu člověka při chůzi s uvažováním filtrace synoviální kapaliny kloubní chrupavkou. Poznání ovlivnění typu lubrikace synoviálního kloubu vlastnostmi kloubní chrupavky přispívá k pochopení příčin artrózy synoviálních kloubů člověka (B).

- Byl vytvořen numerický model lidské lebky na základě dat získaných z počítačové tomografie (CT). Lebka je modelována pomocí sendvičového materiálu kosti lebky a pomocí programu ANSYS byla analyzována simulace nárazů, ke kterým dochází při dopravních nehodách (B).
- Byla provedena parametrická studie migrace cervikokapitální endoprotézy kyčelního kloubu do pánevní kosti. Analýza napjatosti byla řešena v závislosti na změnách geometrie pánevní jamky a způsobu osazení dřívku náhrady do femorální kosti (B).

V oblasti mechaniky zrnitých materiálů a kompozitů:

- Byly vypracovány konstituční modely jemnozrnných zemin, založené na teorii elasto-plasticity a hypoplasticity, jež byly využity k numerickému modelování skutečných geotechnických problémů, pro predikci svahových deformací a studium vhodných technických řešení zvyšujících stabilitu svahu (B).
- Pomocí modelu oedometrické stlačitelnosti angulárního sypkého materiálu a materiálu se sférickými zrny byl popsán přechod z S creepu na G creep geomateriálů (B). Fyzikální model zrnitého prostředí ukázal vliv angularity na průběh hyperbolického (jednoosého) creepu, jeho hybridní povahu (S~ a G~ creep) a přechod vrozené na kompresní strukturu. V materiálu se sférickými zrny dochází k transformaci vlivem drcení zrn. Výsledek je pokrokem ve fyzikálním modelování zrnitého prostředí.
- Byla potvrzena fyzikální existence pasivní (horní) meze bočního tlaku v klidu a existence pasivního residuálního (sníženého) tlaku zrnitých materiálů, což potvrzuje oprávněnost navrhované teorie obecného bočního tlaku (General Lateral Pressure Theory – GLPT) v celém rozsahu (B).
- Byla upřesněna a úspěšně aplikována metodologie návrhu nové omítkové (maltové) směsi na bázi vápenné kaše a metakaolinu pro opravu památkových objektů (B).

V oblasti vývoje a využití experimentálních metod:

- Byla vypracována nová kombinovaná optická metoda, určená k měření 3D pole deformací na povrchu plochého zatěžovaného tělesa. Metodou interpolovaných elips se měří rovinné a fotometrickým stereem mimorovinné složky deformací. Všechny tři složky deformace jsou měřeny současně jednou kamerou a potřebná data zatěžovacího stavu jsou kódována v jediném obrázku (B).

V oblasti záchrany a zachování kulturního dědictví:

- Byly navrženy a ověřeny nové experimentální techniky hodnocení historických dřevěných konstrukcí, které podstatně zvyšují spolehlivost stanovení základních mechanických vlastností konstrukčních prvků a jejich stavu. Výsledky řešení již jsou aplikovány při opravách a úpravách těchto konstrukcí (B).
- Byl vypracován systém hodnocení dopadů vysoké návštěvnosti architektonických památek na jejich životnost a funkceschopnost (B).
- Byly zhodnoceny různé přístupy k spoluúčasti veřejnosti v plánování (nejen v oblasti cestovního ruchu) a detailně studovány možnosti využití vizualizačních technik a nástrojů v průběhu procesu plánování. Navržený optimální systém efektivního zapojení veřejnosti do procesu projednávání a schvalování projektů, plánů a programů rozvoje cestovního ruchu v historických sídlech byl aplikován na konkrétní situaci v Telči v rámci projektu podporovaného Evropskou komisí (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.

Ústav se jako vystavovatel účastnil v rámci expozice AVČR mezinárodního stavebního veletrhu FORARCH 2005 a představil svoji činnost na Salónu Investic a Inovací (Praha, září 2005).

Činnost ústavu v oblasti výzkumu kulturního dědictví byla prezentována členům Evropského parlamentu v Bruselu ve spolupráci se Stálou delegací ČR v EK a kanceláří CZELO 19. října 2005.

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

Pracovník ústavu D. Mašín získal čestné uznání Prof. Babušky za 2. místo v soutěži o cenu Prof. Babušky o nejlepší vědeckou práci v oboru počítačové mechaniky, počítačové analýzy a numerické matematiky v kategorii A.

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.

Byla zahájena práce na novém výzkumném záměru, zaměřeném na studium časově závislé odezvy materiálů, systémů a prostředí na působení přírodního i lidského činitele. Tento záměr sjednocuje dva hlavní současné výzkumné proudy v ústavu: i) výzkum mechaniky materiálů a těles v interakci s okolním prostředím a ii) výzkum interdisciplinárních problémů záchran architektického dědictví.

2. Vědecká a pedagogická spolupráce pracoviště s vysokými školami

a) nejvýznamnější vědecké výsledky pracoviště vzniklé ve spolupráci s vysokými školami (kromě výsledků uvedených v bodě 2 b);

- Ve spolupráci s Ústavem přístrojové a řídicí techniky Strojní fakulty ČVUT byla rozšířena možnost aplikace metody moirové interferometrie na měření deformačních změn na dřevěných vzorcích. V kombinaci s modelováním metodou konečných prvků byla ověřena semidestruktivní metoda umožňující přímé měření mechanických vlastností dřeva na vzorcích velmi malého rozměru (B).

- Ve spolupráci s Ústavem technické a experimentální fyziky ČVUT (společný grant GAČR) bylo při vývoji radiografické metody X-ray Dynamic Defectoscopy dosaženo významného pokroku ve vývoji metody přímé kalibrace tloušťky (B). Pomocí přímé kalibrace tloušťky jsou získávány kvalitativně lepší radiogramy s mikrometrickým rozlišením, bez nutnosti používat obtížně dostupné synchrotronní zdroje X-ray záření.

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 a s Fakultou stavební ČVUT, jedná se o smlouvě s Fakultou dopravní ČVUT Praha a FAST VŠB TU Ostrava. Všechny obsahují návrh rozšíření akreditace pro ÚTAM v rámci stávajících DSP. Smlouva je naplňována s FSv ČVUT Praha a FJFI ČVUT Praha.

Pracovníci ústavu jsou členy 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) a pravidelně jsou jmenováni do zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky, do komisí pro obhajoby doktorských a habilitačních prací na těchto školách, na DF Jana Pernera Univerzity Pardubice i v zahraničí (Technická Univerzita v Žilině). Jsou garanty volitelných předmětů a zajišťují specializované přednášky doktorského studia na uvedených VŠ, vypracovávají oponentské posudky doktorských disertací i habilitačních prací, jsou školiteli-specialisty (FD ČVUT, PrFUK). Jsou rovněž školiteli zahraničních studentů-stážistů v rámci evropského výměnného programu podporovaného EU. V rámci studijních programů magisterského a bakalářského studia vedou přednášky a cvičení, vedou diplomové práce (FD ČVUT, PrFUK, 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. Konzultační podpora mladého architekta P.Hladíka v oblasti inteligentních materiálů vedla k vypracování projektu „Moving structure“, který získal čestné uznání na bienále architektury Possible Futures v Miami Beach 2005

3. Spolupráce pracoviště s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou

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

4 projekty

- Projekt MŠMT KONTAKT E660, „Hodnocení historických dřevěných staveb in situ“, česká část projektu podporovaného z americké National Science Foundation ve spolupráci s NCSU Raleigh a firmou Ron Anthony (USA). Výsledek podrobně uveden v příložené anotaci.

- Projekt MPO: č. FT-TA/091, název: Výzkum a vývoj technologie výroby vysokopevných ocelových pásů a vysokopevných trubek s vyšší životností a spolehlivostí provozu, partnerská organizace: ISPAT NOVÁ HUŤ a.s., Ostrava. Projekt začal v říjnu 2004, v roce 2005 byly určeny hodnoty lomové odolnosti šroubovicově svařovaných trubek DN700 z oceli s mezí kluzu 415 MPa a trubek DN500 z oceli s mezí kluzu 450 MPa z hlediska kritéria LBB (dříve teče než praská) 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."

- Projekt MMR č. WA-019-05-Z08-OPTURISM - Optimální využívání kulturních a přírodních památek pro rozvoj cestovního ruchu. Mezioborový řešitelský tým vede ÚTAM a tvoří ho pracovníci Akademie věd ČR, Vysoké školy Ekonomické, Národního památkového ústavu, Univerzity v Hradci Králové a Plzni. Projekt je zaměřen na vyhodnocení turistického potenciálu ČR na úrovni regionů a měst, limitů a možností 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:

25 různých vědecko-technických problémů bylo řešeno v rámci HS pro ekonomickou sféru.

Mezi nejvýznamnější z hlediska závažnosti pro národní hospodářství lze považovat následující: (i) Vyšetření příčin havárie ropovodu Družba, ke které došlo v lednu 2005. Teoretickým a experimentálním výzkumem mechanických a lomově-mechanických vlastností materiálu havarované trubky jsme jako nejzávažnější skutečnost, podílející se na havárii ropovodu, identifikovali extrémně nízkou lomovou houževnatost materiálu trubky v místě iniciace trhliny; (ii) Aplikace pravděpodobnostní metody výpočtu délky života laminátových a ocelových anténních nástavců a její porovnání s dlouhodobým měřením únavy pro České radiokomunikace vykazovalo velmi dobrou shodu. Tento výsledek umožní použít metodu a získané znalosti k velmi přesnému zhodnocení doby života obdobných konstrukcí bez nutnosti dlouhodobého měření, např. u obtížně dostupných staveb; (iii) Tenzometrické měření a vyhodnocení sil na objektu nové Popradské sportovní haly (Slovensko) pro firmu Tension systems, s.r.o.; (iv) spolupráce s Národním památkovým ústavem při analýzách materiálů, diagnostice poruch a návrzích záchrany významných památkových objektů: Karlštejna, Křivoklátu, Veltrus, Pernštejna.

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

d) odborné expertizy zpracované v písemné formě pro státní orgány a instituce: uveďte jejich celkový počet a jmenovitě ty, které považujete za nejvýznamnější.

Kolem 40 posudků a expertiz. K nejvýznamnějším náleží překlady dvou evropských Eurokódů pro Český normalizační institut; vyhodnocení kvalit města Regensburg (Německo) pro zápis na seznam světového kulturního dědictví pro UNESCO World Heritage Office v Paříži; 17 posudků vypracovaných prostřednictvím Czech Science Foundation pro European Science Foundation Unit for Physical and Engineering Science; posouzení stavu a poruch budovy Národního muzea v Praze, posouzení stavu a poruch krovu Černínského paláce pro MZV ČR, posudek materiálů vybraných pro opravu spárovací malty kamenného zdiva Karlova mostu pro Magistrát HMP.

Významná je spolupráce s městskými samosprávami a úřady, např. ve spolupráci s městem Telč byl vypracován a naplněn scénář představení a projednávání existujících a připravovaných plánů na obnovu a nové využití rozsáhlého areálu bývalého panského dvora v Telči jako součást projektu podporovaného Evropskou komisí.

4. Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

Informace o významných mezinárodních vědeckých spolupracích pracoviště:

a) přehled mezinárodních projektů, které pracoviště řeší v rámci mezinárodních vědeckých programů, např. v rámci ESF, NATO, EU, SRP, UNESCO a dalších;

EC 5.rámcový program: 2 projekty (ONSITEFORMASONRY, HISTOCLEAN)

EC 6.rámcový program: 5 projektů (PICTURE, NOAH'S ARK, CULTSTRAT, I-SAMCO, SAUVEUR)

b) nejvýznamnější vědecké výsledky dosažené v rámci mezinárodní spolupráce;

- Výsledkem práce na projektu HISTOCLEAN je zařízení, které umožňuje na základě vstupů ze speciálně vyvinuté optické metody počítačovým programem vyhodnocovat reliéf a další parametry povrchu zkoumaného objektu, využitelné nejen pro původně zamýšlenou kontrolu jakosti čištění povrchu historických konstrukcí laserem, ale i pro mnohem širší třídu experimentálních úloh vedoucích k analýze topografie povrchu.

- V projektu ONSITEFORMASONRY bylo dosaženo několik významných výsledků, zejména: i) byl navržen a vyroben v prototypu přenosný zatěžovací rám o kapacitě 100kN pro zkoušení stavebních materiálů in situ, ii) byla navržena a odzkoušena metodika zkoušek mechanických vlastností malých vzorků křehkých materiálů pomocí tzv. protézování; iii) byla vyvinuta opticko akustická metoda detekce poruch soudržnosti povrchových vrstev konstrukcí s podkladem.
- Projekt PICTURE je zaměřen na výzkum vlivu cestovního ruchu na podobu, zdroje a ekonomiku malých historických měst. ÚTAM zpracoval studii a hodnocení dopadů a rizik způsobených vysokým počtem návštěvníků architektonického dědictví na jeho životnost a degradaci a významně se podílel na vytvoření návrhu ucelené metodiky „Posuzování vlivu cestovního ruchu v sídlech“, která je obdobou známé EIA a je hlavním výstupem projektu.
- V projektu NOAH'S ARK byla zpracována studie „Hodnocení a kategorizace typických historických konstrukcí a prvků z hlediska jejich citlivosti k působení povětrnosti a přírodním katastrofám i k možnostem uplatnění ochranných opatření“, která je základem výstupu, zaměřeného na prevenci a odstraňování škod z výše uvedených zátěží a vlivů.
- V projektu CULTSTRAT byl zpřesněn numerický model proudění vzduchu okolo složitých detailů historických objektů, umožňující provádění výpočtů s vysokým Reynoldsovým číslem.
- Ve spolupráci s CLPCHM Bulharské AV byl experimentálně ověřen průběhu dlouhodobých procesů tečení a zotavení na epoxidových kompozitech a k jejich kvantifikaci byla použita vlastní míra vazkopružné poddajnosti a numerický přechod mezi relaxačními a creepovými charakteristikami.

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

- Mezinárodní vědecká konference „4th European-African Conference on Wind Engineering“, Praha, 11-15.7.2005, 225 účastníků, z toho 212 zahraničních, (hlavní organizátor).
- 3. mezinárodní konference "Stavebnictví a nemovitosti: expertiza a oceňování", Praha 26.-27. 9. 05. 60 účastníků, z toho 30 zahraničních (spolupořadatel).
- Workshop RILEM u příležitosti založení nového Technického výboru RILEM TC AST „In Site Assessment of Structural Timber“, Praha, 30.5.2005, 11 účastníků, z toho 8 zahraničních (hlavní organizátor).
- Spoluorganizování opakovaných jednání Evropské stavební technologické platformy (ECTP) Focus Area Cultural Heritage ve funkci koordinátora pracovní skupiny WG 6, připravujících témata a zaměření 7.rámcového programu EK v oblasti výzkumu kulturního dědictví.

d) výčet jmen nejvýznamnějších zahraničních vědců, kteří navštívili pracoviště AV ČR.

Akademik Nikola Hajdin, President Srbské Akademie věd a umění, Srbsko a Černá Hora
 Prof. Bert van Rietbergen, Technische Universiteit Eindhoven, Holandsko
 Prof. Robert V. Goldstein, Ústav problémů mechaniky Ruské AV, Moskva, Rusko
 Prof. Giovanni Solari, President IAWE, University of Genova, Itálie
 Prof. Masaru Matsumoto, University of Kyoto, Japonsko
 Prof. Claudio Borri, University of Florence, Itálie
 Prof. Øivind Lunde, Director RWNC Trondheim, Norsko
 Prof. Greg Tegart, The Australian National University, Canberra, Austrálie

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

Meziústavní projekt ÚTAM – USTARCH SAV: „Spolehlivost diagnostiky imperfekcí stavebních konstrukcí in situ a na jejich fyzikálních modelech“ (2003-2005)

Přílohy:

Seznam knižních publikací vydaných na pracovišti - uveďte včetně počtu stran a ISBN (pokud bylo publikaci přiděleno).

EACWE 4 The Fourth European and African Conference on Wind Engineering (J. Náprstek, C. Fischer eds.), ISBN 80-86246-26-4 (all), 366 stran, ITAM, Praha 2005

Lubrikace hlezenního kloubu člověka při chůzi

Autor: Miroslav Hlaváček

Snaha o pochopení degenerativních procesů v lidských synoviálních kloubech vedla ke vzniku mnoha studií vyšetřujících lubrikační vlastnosti kloubní chrupavky. Některé modely berou v úvahu přestup kapaliny přes povrch chrupavky. Hou et al. (J. Biomech. 25: - 247-259 - (1992)) a Jin et al. (Proc. Inst. Mech. Engrs, Part H: J. Eng. Med. 206: - 117-124 - (1992)) došli k závěru, že pórovitost chrupavky ovlivňuje lubrikaci velmi málo. My jsme došli k názoru opačnému. Analyzovali jsme numericky lubrikaci kotníku člověka při chůzi, při zanedbání kluzného efektu. Uvažovali jsme dvoufázové modely směsi pro synoviální kapalinu (ideální a vazká kapalná fáze) i pro kloubní chrupavku (pružná pórovitá matrice a ideální intersticiální kapalina v pórech). V modelu pouze ideální kapalná fáze prostupuje přes kloubní povrch i póry matrice, což dává možnost modelovat vznik ochranného synoviálního gelu, který brání bezprostřednímu kontaktu kloubních povrchů. Vyšetřovali jsme normální i patologickou (artritickou) chrupavku. Tyto dvě kloubní chrupavky se liší, mimo jiné, hodnotami mechanických vlastností matrice chrupavky (zejména modulů pružnosti a permeability). Výpočty ukazují, že v centrální části kontaktu kloubních ploch voda a menší molekuly v ní rozpuštěné proudí ze synoviální mezery do chrupavky, je-li chodidlo na zemi, a naopak intersticiální kapalina proudí opačně, z pórů chrupavky ven, je-li chodidlo ve vzduchu. S výjimkou krátkého zlomku trvání kroku, kapalinový film se zachovává. Po několika málo krocích, během každého kroku a blízko maximálního zatížení a okamžiku, kdy prsty nohy opouští podložku, roste však koncentrace makromolekulárního komplexu kyseliny hyaluronové a proteinů tak, že se synoviální kapalina změní na stabilní gel, aby se krátce nato gel změnil opět v kapalinu. V patologickém případě tloušťka vrstvy tohoto ochranného gelu s přibývajícím kroky rychle klesá, takže brzy dojde, alespoň krátkodobě při každém kroku, ke kontaktu kloubních povrchů, což není žádoucí. Není tomu tak u normální chrupavky, kdy zůstává tloušťka ochranného gelu zachována. Lubrikace normální chrupavky je rovněž výhodnější, je-li chůze přerušena a krátce nato opět zahájena. Periodické zatížení při chůzi je pro lubrikaci kapalinovým filmem výhodnější než stálé zatížení při stání, kdy se velmi rychle synoviální kapalina vyfiltruje v gel, který pak po uvedení do pohybu zajišťuje jen meznou lubrikaci (boundary lubrication), dokud nepronikne mezi povrchy čerstvá synoviální kapalina. Podrobným rozбором jsme zjistili, že Hou et al. a Jin et al. zcela opomenuli ve svém modelu existenci mezní vrstvy při povrchu chrupavky s vysokým tokem intersticiální kapaliny přes kloubní povrch. Výsledky publikované nedávno jinými autory (Soltz et al., J. Biomech. Engng ASME 125: - 585-593 - (2003)) existenci této mezní vrstvy rovněž potvrzují. Analýza ukazuje, jak vlastnosti kloubní chrupavky ovlivňují typ lubrikace synoviálního kloubu a může být příspěvkem k pochopení mechanických příčin artrózy synoviálních kloubů člověka.

Squeeze-Film Lubrication of the Human Ankle Joint Subjected to the Cyclic Loading Encountered in Walking

Miroslav Hlaváček

Many studies have investigated the lubrication properties of articular cartilage in order to understand degenerative processes in the human synovial joints. Some models take into account the fluid transfer across the cartilage surface. Hou et al. (J. Biomech. 25: - 247-259 - (1992),) and Jin et al. (Proc. Inst. Mech. Eng., Part H: J. Eng. Med. 206: - 117-124 - (1992)) came to the conclusion that cartilage porosity effects lubrication only slightly. We have come

to an opposite conclusion. We have analysed numerically squeeze-film lubrication of the human ankle joint during walking, the effect of surface sliding being neglected at this stage. Biphasic mixture models are considered for synovial fluid (an ideal and viscous fluid phases) and for articular cartilage (an ideal interstitial fluid and an elastic porous matrix). In the model, the ideal fluid phase passes through the articular surface and matrix pores. This allows for a possibility to model an inception of a protective synovial gel that prevents the joint surfaces from an intimate contact. The cartilage matrix is considered both normal and pathological (with primary osteoarthritis). The two types of cartilage differ, among others, in the values of mechanical properties of the cartilage matrix (those of the elastic moduli and permeability). Calculations show that water and small solutes of synovial fluid imbibe into the articular cartilage during the stance period, while the interstitial fluid of the cartilage exudes and enriches the lubricant during the swing period in a central part of the contact at each step. With the exception of a short part of the pace period, the fluid film is preserved. Soon after the onset of walking, repeatedly near the load culmination of each step, however, the concentration of the macromolecular hyaluronic acid-protein complex increases so much that the synovial fluid turns into a gel and, shortly after, it changes back again into a fluid there. In the pathological case, the protective synovial gel layer is quickly depleted after several steps and the surfaces may come briefly into contact in each cycle, which is not good. With normal cartilage, however, the protective intermittent gel film (formed briefly at each step) maintains its thickness for a longer time. Normal cartilage also behaves more favourably, when a long walk is broken and then resumed shortly afterwards. With the normal articular cartilage, maintenance of a lubricating fluid film is much aided by the cyclic nature of the loading encountered in walking, compared with the steady loading in standing where the fluid film is quickly filtered out into a protective permanent gel film. After the onset of walking, the joint with the gel layer in between works only in the boundary mode of lubrication, until a fresh synovial fluid penetrates into the contact. Our detailed analysis revealed that Hou et al. and Jin et al. omitted in their model the existence of a boundary layer at the cartilage surface with a high interstitial fluid flux through the porous cartilage and across the joint surface. The results published by Soltz et al. (J. Biomech. Engng ASME 125: - 585-593 - (2003)) also corroborate the existence of such a layer. Our analysis demonstrates the importance of articular cartilage properties for the lubrication mode and may serve as a contribution to better understanding of the reasons of synovial joint arthrosis.

Publikace:

Hlaváček M.: Squeeze-Film Lubrication of the Human Ankle Joint Subjected to the Cyclic Loading Encountered in Walking. - Journal of Tribology, Trans. ASME 127: - 141-148 - (2005).

Analýza mechanických vlastností historického dřeva

Miloš Drdácký, Ivo Jirovský, Bo Kasal, Michal Micka, Jiří Minster

Pro posouzení bezpečnosti historické konstrukce nebo pro návrh restaurátorského postupu záchrany kulturní památky potřebují odborníci údaje o technických vlastnostech použitého materiálu. Vědci Ústavu teoretické a aplikované mechaniky vypracovali metodiku zjišťování mechanických vlastností historického dřeva pomocí zkoušek malých vzorků, odebraných z historických konstrukcí nebo objektů. Metoda používá dvou typů zkušebních tělísek – třísky trojúhelníkového průřezu a válečku o průměru 4,5 mm. Tříska se používá pro zjištění tahové pevnosti a odebíráme ji z historické konstrukce ve směru, který sleduje vlákna dřeva, pomocí upravené okružní pily dvěma řezy, vzájemně pootočenými o 60°. Váleček získáme z historické konstrukce jako jádrový vývrt speciálním dutým vrtákem rovněž vyvinutým v ÚTAM. Vrtáme ve směru kolmém na letokruhy a odebrané jádro zkoušíme při zatížení tlakem. Pomocí teoretického a experimentálního výzkumu badatelé odvodili metodiku převodu naměřených přetvoření na technicky použitelné hodnoty, charakterizující historické dřevo. Popisovaná analýza je součástí širšího komplexu šetrných experimentálních metod navržených a ověřených pro posuzování historických dřevěných konstrukcí, kdy nelze použít standardní zkoušky, neboť příliš poškozují památky.

Metoda byla použita při průzkumech několika významných památkových objektů. Na hradě Karlštejně posloužila k odvození výpočtových hodnot pevností historického dřeva stropů v Mariánské věži, na hradě Pernštejně byla využita pro zjištění změny vlastností dřeva po požáru sýpky.

An analysis of mechanical properties of timber

Miloš Drdácký, Ivo Jirovský, Bo Kasal, Michal Micka, Jiří Minster

In order to assess the safety of a historic structure or to design a renovation process for safeguarding cultural monuments, experts need data about technical engineering properties of the materials that have been used. Researchers from the Institute of Theoretical and Applied Mechanics have elaborated a method for investigation the mechanical properties of timber by means of experiments on small specimens that are extracted or cut from historic structures or objects. The method uses two types of specimens – prismatic specimens of small triangular cross section (with a side length of 3-8 mm) and cylindrical cores of small (4.5 mm) diameter. A relatively shallow cut is used for measurement tensile strengths. We cut the specimen out of the timber structure along the fibres, using a thin small-diameter kerf saw inclined 45° with respect to the surface of the part. A cylindrical specimen is obtained by core drilling. A special hollow drill developed at the Institute is used. We drill in the direction perpendicular to the annual growth rings and the withdrawn core is loaded by compression in a special fixture. Using a combined theoretical and experimental approach, the researchers have elicited a method which enables the measured displacements to be converted into technically usable values characterising the timber under study. This analysis forms part of a set of complex experimental techniques which are friendly to historic timber, and which have been proposed and verified for assessing historic timber structures in cases when standard methods cannot be used due to their damage that they would do to the structures under investigation.

The method has been used to examine several important monuments. For example, the method has afforded a derivation of the computational strength values of the historic roof timber of the Marian Tower at Karlštejn Castle. At Pernštejn Castle the method has been used to learn about changes in the properties of the timber after the granary fire.

Publikace:

Drdácký, M., Jirovský, I., Slížková, Z.: On structural health and technological survey of historical timber structures. Proceedings "Conservation of Historic Wooden Structures" (ed. G.Tampone). 1: 278-284, Collegio degli Ingegneri della Toscana, Florence (2005)

Minster, J., Drdácký, M., Jirovský, I., Kloiber, M., Micka, M., Slížková, Z.: Diagnostic techniques to assess mechanical characteristics of historical timber. Proceedings "Heritage, Weathering and Conservation - HWC 2006", Madrid 21-24 June 2006 (po recenzi přijato k publikaci ve sborníku konference prostřednictvím nakladatelství A.A. Balkema Publishers)

Vývoj hypoplastického konstitučního modelu pro jemnozrnné zeminy

David Mašín, Ivo Herle

Většina v současné době dostupných konstitučních modelů pro jemnozrnné zeminy je založena na teorii elasto-plasticity. Tyto modely jsou buď snadno kalibrovatelné na základě standardních laboratorních experimentů, ale nevystihují dostatečně chování zemin (zejména jejich nelinearitu), nebo mají velký počet materiálových parametrů bez jasného fyzikálního významu, což komplikuje jejich využití v geotechnické praxi. Teorie hypoplasticity, tj. teorie velkých trvalých přetvoření, svou podstatou nelineární, se jeví jako vhodná alternativa k elasto-plastickým modelům. Vývoj hypoplastických modelů se ovšem do dnešních dnů soustředil hlavně na předpověď chování hrubozrnných materiálů.

Proto jsme soustředili pozornost na vývoj nového konstitučního (materiálového) modelu pro jemnozrnné zeminy založeného na teorii hypoplasticity (Mašín, 2005). Důraz byl kladen na využitelnost modelu v technické praxi se zaměřením na jíly. Model kombinuje výhody klasických elasto-plastických modelů založených na mechanice kritických stavů, mezi něž patří nízký počet materiálových parametrů s jasným fyzikálním významem, s nelineárním charakterem základní hypoplastické rovnice. Kalibrace materiálových parametrů je v principu možná na základě dvou standardních laboratorních experimentů, předpovědi modelu jsou přesto srovnatelné s předpověďmi nejsložitějších dostupných elasto-plastických modelů založených na principu kinematického zpevnění, jak demonstrujeme např. v článku Tamagnini et al. (2005). Praktickou aplikovatelnost hypoplastického vztahu jsme dále prokázali numerickou simulací skutečné geotechnické konstrukce, a to zkušebního tunelu pro Heathrow expres v Londýně (Mašín a Herle, 2005b).

V souvislosti s aplikacemi modelu jsme studovali (Mašín a Herle, 2005a) některé důsledky matematické formulace hypoplastického modelu pro jíly, zejména pak přítomnost a tvar mezní plochy v prostoru napětí-pórovitost. Tato plocha je základní charakteristikou chování zemin. Prokazujeme, že mezní plocha hypoplastického modelu dobře odpovídá ploše zjištěné experimentálně.

Práce (Mašín, 2005) byla odměněna čestným uznáním Prof. Babušky - 2. místem v soutěži o cenu Prof. Babušky o nejlepší vědeckou práci v oboru počítačové mechaniky, počítačové analýzy a numerické matematiky, kategorie A, která je vyhlašována Českou společností pro mechaniku a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Development of a hypoplastic constitutive model for fine-grained soils

David Mašín, Ivo Herle

Most of the currently available constitutive models for fine-grained soils are based on the theory of elasto-plasticity. These models are either easy to calibrate by means of standard laboratory experiments, but do not represent correctly non-linear character of soil behaviour, or they have a big number of material parameters without a well-defined physical meaning, so possibility of their application in a geotechnical practice is limited. Non-linear theories, such as theory of hypoplasticity, are therefore good alternatives to elasto-plastic models. However, research on hypoplastic models to date focused mainly on the prediction of behaviour of granular materials.

In the research we focused on the development of a new material (constitutive) model for fine-grained soils based on the theory of hypoplasticity, which would be applicable in an engineering practice. Mašín (Mašín, 2005) developed a hypoplastic model for clays. Model combines advantages of classical elasto-plastic models based on the critical state soil mechanics, such as a small number of material constants with a clear physical meaning, with non-linear character of a basic hypoplastic equation. Calibration of material parameters is, in principle, possible using just two standard laboratory experiments. Nevertheless, model predictions are comparable with predictions of advanced kinematic hardening elasto-plastic models, as we show in the paper by Tamagnini et al. (2005). Practical applicability of hypoplastic models we demonstrated by simulation of a real geotechnical problem - Heathrow express trial tunnel in London (Mašín and Herle, 2005b).

We also studied (Mašín and Herle, 2005a) some consequences of a mathematical formulation of a hypoplastic model for clays, particularly existence and a shape of a state boundary surface in a stress-void ratio space. This surface is a key characteristics of the behaviour of fine grained soils. We demonstrated that the state boundary surface predicted by the hypoplastic model is close to the state boundary surface observed experimentally.

The research has been awarded by a second position in a Prof. Babuška's prize for a best research work in a computer mechanics, computer analysis and numerical mathematics, category A, by a Czech Society for Mechanics and Union of Czech Mathematicians and Physicists.

Publikace:

Mašín, D.: A hypoplastic constitutive model for clays. - International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. 29 (4): 311-336 (2005)

Mašín, D., Herle, I.: State boundary surface of a hypoplastic model for clays. - Computers and Geotechnics. 32 (6): 400-410 (2005a)

Mašín, D., Herle, I.: Numerical analyses of a tunnel in London clay using different constitutive models. - In Proc. 5th Int. Symposium TC28 Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground. Amsterdam, The Netherlands: 595-600. (2005b)

Tamagnini, C., Mašín, D., Costanzo, D. and Viggiani, G.: An evaluation of different constitutive models to predict the directional response of a reconstituted fine-grained soils. In Proc. Int. workshop Modern trends in geomechanics, Vienna, Austria, in print (2005)

II. Tabulková část

Kvantitativní údaje o spolupráci pracoviště s vysokými školami, počtech společných vědecko-pedagogických pracovníků (ústav AV ČR a VŠ), vědecké výchově a 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 2005)

Identifikační číslo organizace (IČ)	68378297
Zkrácený název pracoviště	ÚTAM

1)	Forma vědeckého vzdělávání	počet absolventů v r. 2005	počet doktorandů k 31.12. 2005	počet nově přijatých v r. 2005
	doktorandi (studenti DSP) v prezenční formě studia		5	3
	doktorandi (studenti DSP) v kombinované a distanční formě studia		15	1
	C e l k e m		20	4
	- z toho počet doktorandů ze zahraničí			

2)	Forma výchovy studentů pregraduálního studia	
	celkový počet diplomantů	14
	počet pregraduálních studentů podílejících se na vědecké činnosti ústavu	10

3)	Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti pracovníků ústavu	věd. hodnost nebo titul		vědecko-pedagog. hodnost	
		DrSc., DSc.	CSc., PhD	profesor	docent
	počet k 31. 12. 2005	13	17	6	4
	z toho uděleno v roce 2005				

4)	Pedagogická činnost pracovníků ústavu	letní semestr 2004/05	zimní semestr 2005/06
	Celkový počet odpřednášených hodin na VŠ	300	450
	Počet semestrálních cyklů přednášek, seminářů a cvičení	15	15
	Počet pracovníků ústavu pedagogicky působících na VŠ	12	14

Vědeční pracovníci, DSP, spolupráce s VŠ

(část IIA výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2005)

pokračování 1

5) Spolupráce ústavu s VŠ ve výzkumu	pracoviště AV příjemcem	pracoviště AV spolupříjemcem
Počet projektů a grantů, řešených v r.2005 společně s VŠ (včetně grantů GA ČR a GA AV)	3	6
Počet pracovníků VŠ, kteří mají v ústavu vedlejší pracovní úvazek	4	
Počet pracovníků ústavu, kteří mají na VŠ vedlejší pracovní úvazek	9	

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.*

Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

(část IIB. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2005)

Identifikační číslo organizace (IČ)	
Zkrácený název pracoviště	

1. Počet konferencí s účastí zahraničních vědců (pracoviště jako pořadatel nebo spolupořadatel)	4
2. Počet zahraničních cest vědeckých pracovníků ústavu	78
2a/ z toho mimo rámec dvoustranných dohod AV ČR	71
3. Počet aktivních účastí pracovníků ústavu na mezinárodních konferencích	69
3a/ Počet přednášek přednesených na těchto konferencích	64
3b/ z toho z v a n é přednášky	6
3c/ Počet posterů	20
4. Počet přednášejících na zahraničních univerzitách	
5. Počet členství v redakčních radách mezinárodních časopisů	14
6. Počet členství v orgánech mezinárodních vědeckých vládních a nevládních organizací (společnosti, komitety)	10
7. Počet přednášek zahraničních hostů v ústavu	1
8. Počet grantů a projektů financovaných ze zahraničí	7
8a/ z toho z programů EU	7

*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 jednotlivé izolované přednášky (semináře) v rámci návštěv*

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

k bodu 8a: Viz následující list "Programy EU"

- 1) *uvedte číslo projektu včetně identifikace programu (např. FP6, DG INFO, DG EAC, DG AGRI, ESF atd.)*
- 2) *např. STREP, IP, NoE, SSA, CA, Marie Curie atd.*
- 3) *uvedte instituci , zemi (např. Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg, Denmark)*
- 4) *odhad finančního podílu připadající na pracoviště na rok 2005*

**Počty udělených patentů, užitných vzorů, přihlášených vynálezů
a platných licenčních smluv v AV ČR v roce 2005**

(část IIC. výroční zprávy vědeckých pracovišť AV ČR za rok 2005)

Identifikační číslo organizace (IČ):	68378297
Zkrácený název pracoviště:	ÚTAM

1. Patenty udělené v ČR	
1a. v zahraničí	
2. Zapsané užitné vzory	
3. Přihlášky vynálezů	
4. Přihlášky užitných vzorů	
5. Platné licenční smlouvy celkem	
5a. z toho uzavřené v roce 2005	

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.

Tabulkovou část vyplnil

j m é n o a p o d p i s :

t e l e f o n / e m a i l :