

# BULLETIN

## 2'07

### ČESKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

#### OBSAH

Přehled vědeckých společností sdružených v roce 2006 v Radě vědeckých společností České republiky .....	2
M. Kepka a kol.: Výpočtová mechanika ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. ....	11
C. Höschl: Diskuse k článku Humor a hračky v učebnicích mechaniky .....	20
Cena profesora Valenty a profesora Čiháka za rok 2006 .....	33
Kronika .....	35

#### CONTENTS

Overview of Scientific Societies Associated in the Council of Scientific Societies of the Czech Republic in the year 2006 .....	2
M. Kepka et al.: Computational Mechanics at ŠKODA VÝZKUM s.r.o. ....	11
C. Höschl: Discussion on the paper Pleasantry and Toys in Textbooks on Mechanics .....	20
Professor Valenta and Professor Čihák Prize 2006 .....	33
Chronicle .....	35

# **Přehled vědeckých společností sdružených v roce 2006 v Radě vědeckých společností České republiky**

Overview of Scientific Societies Associated in the Council of Scientific Societies of the Czech Republic in the year 2006

---

**Summary** *Bulletin No. 2/2006 contained basic information about the Council of Scientific Societies of the Czech Republic. Herein, we present the complete overview of scientific societies associated within the framework of this council.*

**Souhrn** *V Bulletinu České společnosti pro mechaniku č. 2/2006 jsme v úvodníku podali základní informace o Radě vědeckých společností ČR. Jako doplnění zde uvádíme kompletní seznam vědeckých společností sdružených v Radě včetně příslušných poštovních a internetovských adres.*

## **Vědy o neživé přírodě**

Česká aerosolová společnost, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6  
[cas.icpf.cas.cz](http://cas.icpf.cas.cz)

Česká asociace pracovníků v aplikované geofyzice, Přírodovědecká fakulta UK,  
Albertov 6, 128 43 Praha 2  
[www.caag.cz](http://www.caag.cz)

Česká astronomická společnost, Královská obora 233, 170 21 Praha 7  
[www.astro.cz](http://www.astro.cz)

Česká geografická společnost, Albertov 6, 128 43 Praha 2

[www.geography.cz](http://www.geography.cz)

Česká geologická společnost, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

[www.geologickaspolecnost.cz](http://www.geologickaspolecnost.cz)

Česká meteorologická společnost, Na Šabatce 17, 143 00 Praha 4

[www.chmi.cz/poboc/BR/metspol/metspol.html](http://www.chmi.cz/poboc/BR/metspol/metspol.html)

Česká společnost pro biomechaniku, Katedra anatomie a biomechaniky,

J. Martího 31, 162 52 Praha 6

[www.ftvs.cuni.cz/veda.php](http://www.ftvs.cuni.cz/veda.php)

Česká společnost pro kybernetiku a informatiku, Pod vodárenskou věží 4,

182 08 Praha 8

[www.cski.cz](http://www.cski.cz)

Česká společnost pro mechaniku, Dolejškova 5, 182 00 Praha 8

[www.csm.cz](http://www.csm.cz)

Česká společnost pro uhlíkové materiály, Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR,

V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 9

Česká společnost pro vědeckou kinematografii, Mendelova zemědělská a lesnická

univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Československá mikroskopická společnost, Ústav experimentální medicíny AV ČR,

Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4

[www.microscopy.cz](http://www.microscopy.cz)

Jednota českých matematiků a fyziků, Žitná 25, 117 10 Praha 1

[www.jcmf.cz](http://www.jcmf.cz)

Krystalografická společnost,

ÚMCH AV ČR, Heyrovského náměstí 2, 162 06 Praha 6

[www.xray.cz](http://www.xray.cz)

Vědecká společnost pro nauku o kovech, Katedra fyziky kovů MFF UK, Ke Karlovu 5,  
121 16 Praha 2

## **Vědy o živé přírodě**

Česká algologická společnost, Katedra botaniky PřF UK, Benátská 2, 128 01 Praha 2

Česká anatomická společnost, Ruská 87, 100 00 Praha 10

[www1.1fl.cuni.cz/cas/](http://www1.1fl.cuni.cz/cas/)

Česká bioklimatologická společnost, Boční 11/1401, 141 31 Praha 4

[www.cbks.cz](http://www.cbks.cz)

Česká botanická společnost, Benátská 2, 128 01 Praha 2

[www.natur.cuni.cz/CBS](http://www.natur.cuni.cz/CBS)

Česká fytopatologická společnost, Výzkumný ústav rostlinné výroby,

Drnovská 507, 161 00 Praha 6

[www.VRUV.cz/CSPP](http://www.VRUV.cz/CSPP)

Česká herpetologická společnost, Viničná 7, 128 44 Praha 2

[www.natur.cuni.cz/chs](http://www.natur.cuni.cz/chs)

Česká imunologická společnost, Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4

Česká kardiologická společnost, Pekařská 53, 656 91 Brno

Česká kinantropologická společnost, FTVS UK,

José Martího 31, 162 52 Praha 6

Česká kineziologická společnost, Katedra fyzioterapie UK FTVS,

José Martího 31, 162 52 Praha 6

*risc.upol.cz/ - varek/CKS/CKS.html*

Česká limnologická společnost, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,

Podbabská 30, 160 62 Praha 6

*www.cas.cz/cls*

Česká parazitologická společnost, Ruská 85, 100 05 Praha 10

*www.parazitologie.cz*

Česká společnost antropologická, Viničná 7, 128 44 Praha 2

Česká společnost entomologická, Viničná 7, 128 00 Praha 2

*www.entospol.wz.cz*

Česká společnost experimentální biologie rostlin, Ústav experimentální botaniky AV

ČR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6

*www.ueb.cas.cz*

Česká společnost histo- a cytochemická, Kamenice 3, 625 00 Brno

*www.med.muni.cz/hcspol/index.html*

Česká společnost chemická, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
[www.csch.csch](http://www.csch.csch).

Česká společnost ornitologická, Na Bělidle 252/34, 150 00 Praha 5  
[www.birdlife.cz](http://www.birdlife.cz)

Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii, Kladenská 48,  
160 00 Praha 6  
[csbmb.img.cas.cz](http://csbmb.img.cas.cz)

Česká vědecká společnost pro mykologii, pošt. příhr. 106, 111 21 Praha 1  
[www.natur.cuni.cz/cvsm/](http://www.natur.cuni.cz/cvsm/)

Česká zoologická společnost, Viničná 7, 128 44 Praha 2  
[www.natur.cuni.cz/zoospol/](http://www.natur.cuni.cz/zoospol/)

Československá společnost pro vědy zemědělské, lesnické, veterinární a potravinářské,  
Národní zemědělské muzeum, Kostelní 41, 170 00 Praha 7 (činnost přerušena)

Československá biologická společnost, Tomešova 12, 602 00 Brno

Československá společnost mikrobiologická, Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4  
[www.cssm.info](http://www.cssm.info)

Společnost klinické medicíny, Národní 3, 117 20 Praha 1, Chirurgická klinika VLA JEP  
Společnost pro biologickou psychiatrii, Psychiatrická léčebna Bohnice,  
Ústavní 91, 181 02 Praha 8  
[www1.lf1.cuni.cz/~zfishar/sbp/aktuality.htm](http://www1.lf1.cuni.cz/~zfishar/sbp/aktuality.htm)

## **Společenské vědy**

Česká archeologická společnost, Letenská 4, 118 01 Praha 1

Česká archivní společnost, Podskalská 19, 128 25 Praha 2

[www.cesarch.cz](http://www.cesarch.cz)

Česká asociace pedagogického výzkumu, Ústav pedagogických věd FF Masarykovy univerzity, Arne Nováka 1, 602 00 Brno

[www.phil.muni.cz/capv](http://www.phil.muni.cz/capv)

Česká demografická společnost, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6,  
128 43 Praha 2

[www.natur.cuni.cz/~demodept/cds/](http://www.natur.cuni.cz/~demodept/cds/)

Česká národopisná společnost, Národní 3, 117 20 Praha 1

[www.phil.muni.cz/etnol/narodopisna.html](http://www.phil.muni.cz/etnol/narodopisna.html)

Česká orientalistická společnost, Pod vodárenskou věží 4, 180 00 Praha 8

Česká pedagogická společnost, Katedra pedagogiky PdF MU, Poříčí 31,  
603 00 Brno

[www.cpds.cz](http://www.cpds.cz)

Česká platónská společnost, Jilská 1, 110 00 Praha 1

[ufar.ff.cuni.cz/platon/cpls.html](http://ufar.ff.cuni.cz/platon/cpls.html)

Česká společnost ekonomická, Politických vězňů 7, 110 00 Praha 1  
[www.cse.cz](http://www.cse.cz)

Česká společnost novořeckých studií, Ústav klasických studií FF MU,  
Arne Nováka 1, 660 88 Brno

Česká společnost pro hudební vědu, Ústav hudební vědy - Filozofická fakulta UK,  
náměstí Jana Palacha 2, 116 38 Praha 1  
[www.cshv.ff.cuni.cz](http://www.cshv.ff.cuni.cz)

Česká společnost pro mezinárodní právo, Národní 18, 116 91 Praha 1

Česká společnost pro politické vědy, VŠE, katedra politologie, W. Churchilla 4,  
130 67 Praha 3  
[www.e-politika.cz](http://www.e-politika.cz)

Česká společnost pro právo životního prostředí, Ústav státu a práva AV ČR,  
Národní 18, 110 01 Praha 1  
[www.cspzp.cz](http://www.cspzp.cz)

Česká společnost pro studium náboženství, Arne Nováka 1, 602 00 Brno  
[www.phil.muni.cz/relig/index.htm](http://www.phil.muni.cz/relig/index.htm)

Česká statistická společnost, MFF UK - KPMS, Sokolovská 83, 186 75 Praha 8  
[www.statspol.cz](http://www.statspol.cz)

České sdružení pro právní a sociální filozofii, Národní 18, 110 00 Praha 1

Českomoravská psychologická společnost, Kladenská 48, 160 00 Praha 6  
[www.cmps.ecn.cz](http://www.cmps.ecn.cz)



Jazykovědné sdružení České republiky, Letenská 4, 118 51 Praha 1

[www.ujc.cas.cz/js/](http://www.ujc.cas.cz/js/)

Jednota klasických filologů, Filozofická fakulta UK ÚŘLS, Celetná 20,

116 42 Praha 1

Kruh moderních filologů, nám. Jana Palacha 2, 116 38 Praha 1

Literárněvědná společnost, PF Univerzity Hradec Králové, Rokitanského 62,

500 03 Hradec Králové

Masarykova česká sociologická společnost, Husova 4, 110 00 Praha 1

[www.ceskasociologicka.org](http://www.ceskasociologicka.org)

Matice moravská, Arne Nováka 1, 602 00 Brno

[www.malice-moravska.cz](http://www.malice-moravska.cz)

Regionální organizace IALE ČR - Společnost pro ekologii krajiny, Přírodovědecká fakulta UK, Benátská 2, 128 01 Praha 2

Sdružení historiků České republiky (Historický klub 1872), P.O. BOX 66,

110 01 Praha 1

[www.phi.muni.cz](http://www.phi.muni.cz)

Společnost pro dějiny věd a techniky, Kostelní 42, 170 78 Praha 7

[www.go.to/dvt](http://www.go.to/dvt)

Společnost pro estetiku, Katedra estetiky FF UK, Celetná 20, 110 00 Praha 1

SISYFOS - Český klub skeptiků, Radlická 112, 150 00 Praha 5

*www.sisyfos.cz*

Uměleckohistorická společnost v českých zemích, Husova 4, 110 00 Praha 1

*www.dejinyumeni.cz*

Učená společnost České republiky, Národní 3, 110 00 Praha 1

*www.learned.cz*

## **ČESTNÉ ČLENSTVÍ**

Společnost pro vědy a umění (Washington DC)

*www.geocities.com/The\_SVU*

\*\*\*

## Výpočtová mechanika ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o.

Computational Mechanics at ŠKODA VÝZKUM s.r.o.

Miloslav Kepka, Pavel Polach, Milan Schuster, Marek Hejman

---

**Summery** *The article describes current activity of ŠKODA VÝZKUM s.r.o. in the field of computational mechanics on the occasion of 100 years since its foundation.*

### Úvod

ŠKODA VÝZKUM s.r.o. slaví v tomto roce 100 let samostatné výzkumné činnosti v Plzni. Opravdu je tomu již 100 let, kdy si Škodovy závody založily samostatnou výzkumnou organizaci, tenkrát zejména materiálové zkušebny pro podporu metalurgické výroby. O mnoho let později, v 50. letech, se součástí Výzkumného ústavu Škodových závodů stal Strojní výzkum. Jeho pracovníci byli velmi brzy schopni řešit problémy mechaniky, termomechaniky a proudění. Předností pracoviště se stala možnost zajišťovat složité inženýrské výpočty a současně si je experimentálními postupy ve vlastních laboratořích a vlastními prostředky verifikovat.

ŠKODA VÝZKUM s.r.o. uspořádala 24. 5. 2007 v Parkhotelu Plzeň u příležitosti oslav 100. výročí slavnostní setkání pro své zákazníky a partnery. Při této příležitosti obdržela od České společnosti pro mechaniku čestný diplom *za její průkopnické práce ve výzkumu a zkoušení složitých konstrukcí ve strojírenství, energetice, dopravě a obranném průmyslu, které přinesly vědě a technice mnoho nových poznatků v posledních 100 letech.*

Nyní nám však dovoďte, abychom již nehleděli tolik do minulosti, ale představili Vám zejména současný stav výpočtové mechaniky ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o.

## **Metoda konečných prvků pro výpočty pevnosti, únavové životnosti a crashové odolnosti**

Odbor Počítačové modelování navazuje na práci dřívější skupiny Aplikovaná matematika. Tato skupina odborníků se tradičně zabývala tvorbou programů pro výpočty, testováním numerických metod a jejich aplikací na průmyslové případy. Vysokou úroveň pracovníků v tehdejší době dokazují dochované výzkumné zprávy.

V devadesátých letech rostl tlak na výpočetní podporu výroby, zejména na výpočty metodou konečných prvků. Bylo nutné začít pro výpočty využívat komerční produkty. V té době byla do společnosti zakoupena jedna licence systému COSMOS/M, která byla následně rozšířena na síťovou verzi. Od počátku byl software využíván zejména pro teplotní výpočty a statické a dynamické výpočty konstrukcí. Velké množství úloh bylo řešeno pro společnost ŠKODA OSTROV s.r.o. Častým cílem výpočtů bylo stanovit kritická místa a velikosti namáhání. Výsledky výpočtů byly následně využity buď pro návrh provozního měření, nebo pro posouzení pevnosti jednoduchými „inženýrskými“ metodami. Pracovalo se na výpočtech nejružnějších částí i celků vozidel, návěsů apod. Mezi zákazníky patřila řada jiných firem i z dalších odvětví. Jmenujme například výrobce zařízení pro klasické i jaderné elektrárny nebo elektrických strojů.

S rozvojem CAD systémů a rostoucím množstvím jejich instalací se změnila požadavky zákazníků. Nejen tlak na kvalitu modelů a rychlost jejich tvorby, ale často i geometrie dodávaná přímo ve 3D, vedly k nákupu CAD systému I-DEAS. Ten byl následně doplněn výkonným softwarem na tvorbu MKP sítí programem FEMAP.

Vzrůstající povědomí i znalosti v oboru pevnostního posouzení, které jsou podmíněné stále větší dostupností výkonné výpočetní techniky i kvalitního programového vybavení, znamenají nárůst požadavků na kvalitu výpočetních prací a jejich větší specializaci a odbornost. Jedná se například o konstrukce, kdy výrobce musí prokázat zákazníkovi již v průběhu konstrukčních prací, že výrobek bude splňovat požadovaná kritéria pevnosti. Důkazem jsou požadavky na posouzení pevnosti či životnosti některých částí konstrukcí nebo pomoc při hledání varianty splňující

požadovaná kritéria. Cílem pevnostních výpočtů již není nalézt místo s největším namáháním, ale místo s nejmenší bezpečností vůči mezi únavy nebo s největším únavovým poškozením. Místa s největším namáháním a nejmenší pevností nemusí být nutně totožná. Typickým příkladem jsou svařované konstrukce, kde místo svaru má méně příznivé vlastnosti z hlediska pevnosti než základní materiál. Výpočty provedené metodou konečných prvků dávají k takovému hodnocení velké množství informací, které je zapotřebí zpracovat a vyhodnotit. K tomu účelu byl zakoupen únavový postprocesor FEMFAT.

V současné době v oblasti vozidel rostou požadavky na pevnost konstrukcí, ale i bezpečnost přepravovaných osob. Na hodnocení pasivní bezpečnosti cestujících při nárazu jsme již zvyklí u osobních automobilů. Dnes se tato kritéria uplatňují také pro autobusy i kolejová vozidla. Společně s rozvojem metod výpočtů jsou vytvářeny a přizpůsobovány i odpovídající schvalovací předpisy pro provoz. Tak zvané crash-simulace pomáhají vyšetřovat děje při nárazech vozidel a jsou prováděny v systému LS-DYNA. Jako příklad takové aplikace můžeme uvést vyšetřování crashové odolnosti kabiny nově vyvíjené třísystemové vysokorychlostní lokomotivy ŠKODA.

Znalosti v oboru dopravních prostředků jsou rozvíjeny i v rámci různých veřejně podporovaných projektů výzkumu a vývoje, ale nejčastěji prostřednictvím rozmanitých komerčních zakázek. Příkladem je spolupráce s českými i zahraničními výrobci autobusů, trolejbusů, návěsů a kolejových vozidel, jako jsou ŠKODA ELECTRIC s.r.o., NEOPLAN USA Corporation, METACO Bobr s.r.o., ŠKODA TRANSPORTATION a.s., ZVVZ Milevsko a.s. a další.

### **Multibody simulace pro řešení složitých dynamických a kinematických úloh**

Pro řešení problémů z oblasti dynamiky konstrukcí pomocí výpočtových modelů založených na soustavách těles je ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. od roku 1996 využíván specializovaný software Alaska. Multibody dynamika se tímto stala v rámci společnosti relativně samostatným vědním oborem. Software Alaska byl původně pořízen z důvodu zapojení ŠKODA VÝZKUM s.r.o. do projektu „BUS-EXPERT-SYSTEM for Dynamic

Simulation, Design and Quality Control“ v rámci programu Evropské unie COPERNICUS, jehož řešení probíhalo v letech 1995 až 1998. V rámci věcného řešení projektu byl ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. mj. vytvořen model autobusu a s ním provedeny simulace vybraných provozních situací. Znalosti získané při řešení projektu byly uplatněny při řešení komerčních zakázek a národních projektů zaměřených do oblasti dynamiky silničních vozidel určených pro hromadnou přepravu osob. Úspěšně řešené zakázky a projekty byly motivací pro další rozvoj aktivit v rámci multibody dynamiky, zejména v oblasti jaderného a energetického strojírenství, dalších odvětví dopravního strojírenství a částečně i oblasti biomechaniky.

V současné době jsou, kromě již zmíněného softwaru Alaska, ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. využívány pro řešení úloh z oblasti multibody dynamiky komerční softwary SIMPACK a MSA. Vlastní výpočtové modely jsou programovány v systému MATLAB.

Přestože multibody dynamika je ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. záležitostí několika jednotlivců, mají realizační výstupy převážně aplikační charakter. Přínos pro rozvoj oboru v nadnárodním měřítku je zejména v hledání nových přístupů ke zdokonalování multibody modelů a v netradičních aplikacích. Výhodou ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. je možnost verifikace většiny výpočtových modelů na základě provozních a laboratorních měření na reálných konstrukcích, realizovaných převážně s využitím experimentální základny společnosti.

ŠKODA VÝZKUM s.r.o. byl tradičním partnerem výrobní společnosti ŠKODA OSTROV s.r.o. při vývoji a zdokonalování vlastností silničních vozidel městské hromadné dopravy (trolejbusů a městských autobusů). Aplikační využití multibody dynamiky v oblasti prostředků hromadné dopravy bylo zákonitě zaměřeno zejména na vozidla vyráběná touto společností. V letech 2003 a 2004 spolupracovala ŠKODA VÝZKUM s.r.o. s firmou NEOPLAN USA Corporation na vývoji autobusu a kloubového trolejbusu pro město Boston. Součástí experimentální a výpočtové podpory byly i multibody simulace. V roce 2005 byly na základě výsledků multibody simulací navrženy rychlostní charakteristiky tlakem vzduchu řízených hydraulických tlumičů

vypružení náprav, vyráběných firmou BRANO a.s. Referenčními vozidly, pro které byl výzkum a vývoj řízených hydraulických tlumičů prováděn, byly dva typy meziměstského autobusu SOR (výrobce SOR Libchavy spol. s r.o.).

ŠKODA VÝZKUM s.r.o. spolupracovala také společností ZVVZ a.s. Milevsko na vývoji a ověřování dynamických a pevnostních vlastností cisternových návěsů s hliníkovými tlakovými nádobami. Provozní měření s reálným cisternovým návěsem NCG 40 a počítačové simulace s jeho virtuálními modely měly ověřit jízdní vlastnosti návěsu a potvrdit požadovanou dobu jeho provozní životnosti.

V oblasti kolejových vozidel byly ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. zatím vytvořeny pouze multibody modely dvounápravového otevřeného nákladního železničního vagonu MGR Coal Hopper HAA, určené pro simulace laboratorních zkoušek provedených v akreditované Dynamické zkušebně ŠKODA VÝZKUM s.r.o.

Od roku 2004 spolupracuje ŠKODA VÝZKUM s.r.o. se společností ŠKODA JS a.s. při vyšetřování vlastností pohonů regulačních tyčí jaderných reaktorů. Doposud byly vytvořeny multibody modely pohonu HRK jaderného reaktoru VVER 440/V213, pohonu LKP-M/3 jaderného reaktoru VVER 1000 a multibody model regulační tyče UR-70 výzkumného jaderného reaktoru IRT-200. Multibody modely jsou především určeny pro simulace činností pohonů v režimu pádu regulačních tyčí za klidu nebo při seismické události.

Věříme, že úspěšný rozvoj tohoto mladého oboru - multibody simulací - bude pokračovat i v následujících letech.

### **Výzkum proudění a CFD výpočty**

Výzkum proudění numerickými metodami má ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. dlouholetou tradici. Již od začátku šedesátých let probíhaly pomocí numerických simulací výzkumy proudění v částech parních a spalovacích turbín a experimentální výzkum vlastností proudění a aerodynamické interakce mezi prouděním a obtékanými pružnými tělesy, opět s aplikacemi do oboru turbín. Na zaměření výzkumných prací měly vliv měnící se požadavky průmyslové praxe a aktuální potřeby zákazníků.

Svůj rozhodující vliv na změnu metodiky výzkumné práce měl zejména vývoj numerických metod pro řešení úloh mechaniky tekutin a termomechaniky a rozvoj výpočetní techniky. V 90. letech byl do ŠKODA VÝZKUM s.r.o. zakoupen komerční CFD výpočetní systém FLUENT, který umožňuje efektivní řešení velmi složitých inženýrských úloh z oblasti průmyslových aplikací proudění, aero- i hydrodynamiky a sdílení tepla. Tím se ŠKODA VÝZKUM s.r.o. počátkem roku 1995 zařadila mezi první průmyslové komerční uživatele CFD systému FLUENT v ČR. Tento krok po osvojení a startu používání systému FLUENT znamenal kvalitativní skok v možnostech inženýrského řešení výpočtů a simulací proudění.

Numerické simulace proudění pomocí CFD systému FLUENT byly s úspěchem použity v oblasti energetiky, a to ve výzkumu proudění v průtočných částech parních turbín pro dnešní ŠKODA POWER a.s. Programem FLUENT byly řešeny úlohy proudění v profilových lopatkových mřížích parních turbín při návrhových a nenávrhových režimech, výpočty proudění v profilových mřížích rozváděcích a oběžných lopatek parních turbín, řešení proudových a teplotních polí ve vybraných částech spalovacích turbín (vstupní a výstupní hrdla, plamenec spalovací komory). Výpočetně bylo řešeno proudění ve 3D modelu lopatky nízkotlakého stupně turbíny, podařilo se řešit proudění celým vysokotlakým anebo nízkotlakým stupněm. Byly získány zkušenosti při modelování transsonického turbínového stupně. Program FLUENT byl použit i pro řešení dalších částí parních turbín, jako je paroproudový ejektor, parní kondenzátor a vysokotlaký regulační ventil. Výsledky simulací posloužily výrobcům parních turbín ke zlepšení průtoku páry a ke zvýšení účinnosti parních turbín.

V prvopočátku to byly projekty podporované MPO ČR, které umožnily rozšířit CFD výpočty i do oblasti dopravního průmyslu a získat potřebné metodické zkušenosti. Pro ŠKODA OSTROV s.r.o. a pro ŠKODA DOPRAVNÍ TECHNIKA (později ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o.) byly postupně řešeny úlohy spojené s výpočty proudění v částech dopravních prostředků. Pro ŠKODA OSTROV s.r.o. byla již před rokem 2000 numericky simulována tzv. rozmrazovací zkouška. Výpočet mapoval časový průběh postupného rozmrazování čelního skla trolejbusu. Simulace umožnily řešit to společně



s návrhem rozvodu topného vzduchu v přední části trolejbusu a pro několik variant ofukování čelního skla. FLUENT umožnil také výpočet chlazení bloků řídicí elektroniky na střeše trolejbusu při jízdě a v zastávce.

Se ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o. započala spolupráce v oboru CFD simulací proudění také kolem roku 2000. K prvním zakázkám patřily výpočty proudění modelem ventilátoru, řešení usazování částic ve variantách žaluziového prachového filtru, chlazení systému brzdového odporníku nebo chlazení desek měničů elektroniky pro elektrické lokomotivy.

Razantní rozvoj oboru dopravního strojírenství ve skupině ŠKODA Holding znamenal i nárůst počtu zajímavých úkolů pro výpočty proudění a termomechaniky zejména u kolejových vozidel. Ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. započaly výpočty vnějšího proudění okolo modelů kolejových vozidel. K prvním patřily studie vysokorychlostní lokomotivy a řídicího vozu podzemní dráhy. Pro ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o. bylo ve spojitosti s projektem metra 6Mt řešeno proudění při ventilaci stanoviště řidiče a několik variant ventilace prostoru cestujících včetně segmentu rozvodu vzduchu ve stropu vozu.

V roce 2001 započala stále trvající spolupráce s BONATRANS a.s. při řešení chlazení brzdových kotoučů pro různá kolejová vozidla. Cílem numerických simulací je výpočet odvodu tepla z brzdového kotouče při brždění pomocí proudu chladicího vzduchu při rotaci kotouče. Simulovány jsou různé modely kotoučů, ventilačních otvorů a různé varianty brzdových režimů.

V roce 2002 a 2003 byla pro ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o. řešena řada studií aerodynamiky kolejových vozidel a aerodynamické interakce jedoucích vozidel s okolím. Bylo simulováno míjení zjednodušených modelů vozidel, jízda v tunelu a možnosti určení vlivu na okolí tratě. Hlavním výsledkem těchto úloh bylo zjištění rozsahu požadavků pro řešení technických úloh, zjištění možností CFD simulací a podmínek pro zadání výpočtů a v neposlední řadě růst prestiže CFD simulací v oboru konstrukce kolejových vozidel.

Od roku 2004 probíhá spolupráce se ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o. na projektu vysokorychlostní třísystémové elektrické lokomotivy s označením ŠKODA 109E při řešení úkolů z oblasti vnější a vnitřní aerodynamiky a aerodynamiky komponent lokomotivy. CFD simulace s programem FLUENT umožnily výpočty vnějšího proudění okolo variant čela lokomotivy. Několik simulací modelovalo aerodynamický vliv jedoucí lokomotivy na okolí. Byl řešen průjezd lokomotivy 109E se soupravou vlaku dvojkolejným tunelem, průjezd okolo nástupiště, vjezd a průjezd jednokolejným tunelem a jízda vlaku v otevřené krajině. Výsledky simulací určily aerodynamické zatížení okolí a zjištěné hodnoty byly porovnávány s požadavky předpisů na interoperabilitu kolejových vozidel a následně promítnuty do konstrukce lokomotivy tak, aby vyrobený prototyp vyhověl ve schvalovacím procesu.

Součástí spolupráce se ŠKODA TRANSPORTATION s.r.o. na projektu lokomotivy 109E jsou i numerické simulace proudění a termodynamiky vnitřních prostor, interiéru a různých částí technologického vybavení lokomotivy. Program FLUENT byl nasazen při řešení ventilace stanoviště strojvůdce a při řešení tepelné pohody v kabině v závislosti na změně vnějšího prostředí. Provedené simulace proudění v modelech ventilačního traktu pro strojovnu, vstupů do klimatizace, rozváděcího potrubí a v okolí transformátoru umožnily provést konstrukční úpravy daných uzlů s cílem efektivních parametrů provozu zmíněných zařízení.

Inženýrský přístup k řešení úkolů mechaniky tekutin a termomechaniky umožňuje získat výsledky využitelné v průmyslové praxi. Moderní nástroje pro numerické simulace proudění již dovolují nastavit takové parametry pro simulační výpočet, aby byl minimální rozdíl mezi parametry simulací a parametry simulovaného reálného děje.

## **Závěr**

Ceníme si, že se nám za pomoci výpočetních metod podařilo úspěšně vyřešit širokou škálu úloh z průmyslové praxe a věříme, že jsme tak přispěli k rozvoji výpočetní mechaniky v ČR.

ŠKODA VÝZKUM s.r.o. realizuje mnoho zajímavých činností také v oblasti experimentální mechaniky. Jde např. o výzkum pevnosti a únavové životnosti rozměrných konstrukcí, experimentální analýzu napětí, výzkum kmitání a vibrací, lomovou mechaniku atd. Ale o experimentální mechanice ve ŠKODA VÝZKUM s.r.o. až někdy příště.

\*\*\*

## Diskuse k článku Humor a hračky v učebnicích mechaniky

Discussion on the paper Pleasantry and Toys in Textbooks on Mechanics

Cyril Höschl

---

**Summary** *The author comments a suggestion of a lecturer for solving similar problems as can be found in the cited paper. Among others, it concerns the dynamics of unrolling of roof covering paper roll. The solution of this unsophisticated problem is much more complicated than it could be expected.*

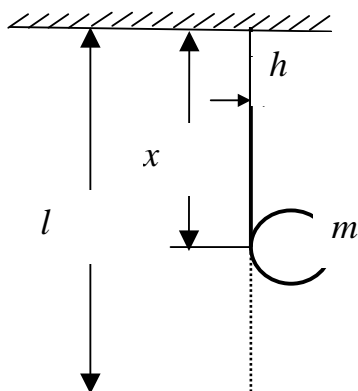
### Úvod

Málokterý příspěvek vzbudil takový čtenářský ohlas jako článek o humoru a hračkách v učebnicích mechaniky [1]. Rozbor pohybu válce na nakloněné rovině a s tím související problém pohybu kotouče hračky jo-jo inspiroval jednoho čtenáře k otázce, která je natolik zajímavá, že se jí v tomto příspěvku podrobně věnujeme. Čtenář si vzpomněl, jak nedávno rozbaloval na šikmé střeše své chaty svitek papírové krytiny. Protože jde o pohyb pod vlivem síly tíže, můžeme si pro jednoduchost představit, že by rovina střechy byla svislá. Pak půjde o volný pád rozbalujícího se svitku. To na obecnosti řešení nic nemění, neboť pohyb svitku bude probíhat na nakloněné rovině stejně jako na svislé, až na změnu časového měřítka v poměru  $\sin\alpha:1$ , kde  $\alpha$  je úhel, který svírá nakloněná rovina s vodorovnou rovinou. Počátek krytiny, což je pás dlouhý  $l$  m, přidržíme a svitek pustíme. Bude se volným pádem rozbalovat. Bude-li pás krytiny tenký, bude mít svitek velmi přibližně tvar válce. Jeho poloměr bude malý vzhledem k délce pásu a vodorovný posuv osy svitku bude pomalý, takže k tomuto pohybu nebudeme přihlížet. Zanedbáme-li ohybovou tuhost pásu, roztažitelnost a jeho

možné rozkmitání, změnil se původní polohová energie svitku  $mgl$  na polohovou energii rozvinutého pásu  $\frac{1}{2}mgl$ , neboť jeho těžiště se nyní nachází o  $\frac{1}{2}l$  níže než těžiště svitku na počátku. Kinetická energie je po úplném rozbalení nulová. Kam se tedy druhá polovina potenciální energie poděla? Čtenář se pokusil problém analyzovat, došel k závěru, že svitek klesá s konstantním zrychlením  $\frac{1}{2}g$  (což, jak ukážeme, není správný výsledek), ale problém nevysvětlené ztráty poloviny potenciální polohové energie nevyřešil. Budeme se tím tedy zabývat.

### Rozbalování svitku střešní krytiny

Jak již bylo řečeno, případ budeme řešit jako úlohu o volném rozvíjení svitku na svislé rovině pod vlivem tíže. Svitek je nahoře upevněn, jak naznačuje obr. 1, a v obecném okamžiku poklesl o délku  $x$ .



Obr.1

Jádro, na které je svitek navinut, zanedbáme. Budeme tedy předpokládat, že pás vyplňuje celý průřez svitku. Počáteční hmotnost svitku  $m_0$  se při rozvíjení změní na aktuální hodnotu  $m$ , a také počáteční poloměr svitku  $r_0$  se zmenší na  $r$ . Tloušťka krytiny je  $h$  (zahrnuje i případné drobné nerovnosti povrchu, takže si můžeme představit, že vrstvy krytiny na sebe doléhají bez mezer). Poměr délky odvalené části k celé délce označíme pro stručnost  $\xi = x/l$ . Z požadavku zachování hmotnosti svitku dostaneme, že

$$m = m_0(1 - \xi), \quad r^2 = r_0^2(1 - \xi). \quad (1)$$

Protože svitek je válcové těleso, dostaneme jeho moment setrvačnosti k centrální ose

$$J_0 = \frac{1}{2} m_0 r_0^2, \quad J = \frac{1}{2} m r^2 = J_0 (1 - \xi)^2. \quad (2)$$

Potenciální polohovou energii budeme měřit vzhledem k hladině  $x=l$ , takže její počáteční velikost bude

$$V(x=0) = m_0 g l. \quad (3)$$

Po částečném rozvinutí svitku se tato energie bude skládat ze dvou částí, z polohové energie rozvinutého pásu a téže energie pohybujícího se svitku:

$$V(x) = m_0 g l \left[ \xi \left( 1 - \frac{1}{2} \xi \right) + (1 - \xi)^2 \right]. \quad (4)$$

Rozdíl obou energií

$$V(0) - V(x) = \frac{1}{2} m_0 g l \xi (2 - \xi) \quad (5)$$

se musí rovnat – pokud je daná mechanická soustava konzervativní – kinetické energii  $T(x)$  odvinujícího se svitku. Ta se skládá z energie posuvného a rotačního pohybu:

$$T(x) = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} m r^2 \right) \left( \frac{\dot{x}}{r} \right)^2 = \frac{3}{4} m \dot{x}^2 = \frac{3}{4} m_0 (1 - \xi) \dot{x}^2. \quad (6)$$

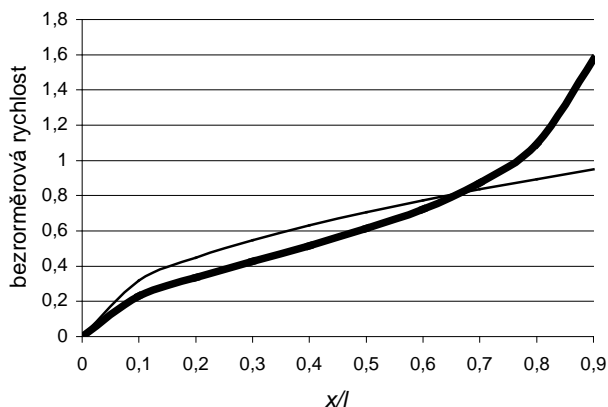
Z energetické bilance

$$V(0) - V(x) = T(x) \quad (7)$$

dostaneme vertikální rychlost pohybu osy svitku – k malé odchylce její trajektorie od svislice nepřihlížíme – v bezrozměrovém poměru

$$\frac{\dot{x}}{\sqrt{2gl}} = \sqrt{\frac{\xi(2-\xi)}{3(1-\xi)}}. \quad (8)$$

Rychlost osy svitku tedy vztahujeme k rychlosti, kterou by dosáhlo těleso vypuštěné z klidu volným pádem po dráze  $l$ . Průběh této rychlosti je znázorněn na obr. 2. Průběh volného pádu je znázorněn tenkou čarou. Rychlost osy svitku je na počátku  $\xi = 0$  nulová, ke konci však limituje pro  $\xi \rightarrow 1$  k nekonečnu. Tato zvláštnost je důsledkem přijatých zjednodušujících předpokladů.



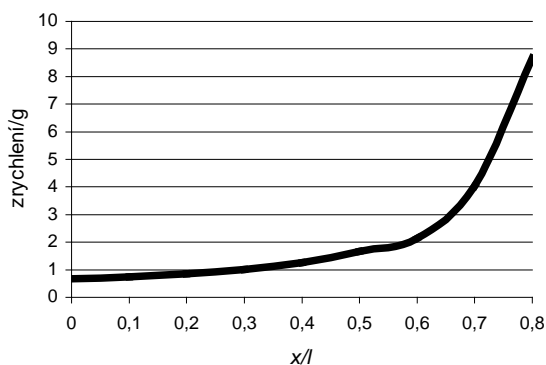
Obr. 2

Kdybychom nezanedbávali jádro, na kterém je cívka navinuta, a brali je jako hmotu připevněnou na konec pásu, dostali bychom omezenou rychlost. Je to obdobný problém, s jakým se čtenáři mohli setkat již při rozboru pohybu biče, kde uvedená singularita vysvětluje jev známý jako praskání biče [2]. Vztah (8)

budeme derivovat podle času a využijeme přitom vztahů  $d(\dot{x}^2)/dt = 2\dot{x}\ddot{x}$ ,  $d\xi/dt = \dot{x}/l$ .

Dostaneme zrychlení  $\ddot{x}$  (opět v bezrozměrovém poměru)

$$\frac{\ddot{x}}{g} = \frac{1}{3} \frac{2 - 2\xi + \xi^2}{(1 - \xi)^2}. \quad (9)$$



Obr. 3

Jeho průběh je znázorněn na obr. 3. Na začátku pohybu je zrychlení  $2g/3$ , ke konci limituje k nekonečnu. Pokud bychom chtěli znát závislost dráhy na čase  $x = x(t)$ , musili bychom rovnici (8) integrovat. My se však místo toho pokusíme odvodit diferenciální rovnici, která celý děj popisuje. Jde o

soustavu o jednom stupni volnosti, takže pohyb bude popsán jedinou diferenciální rovnicí. Zobecněná souřadnice bude  $x$ , zobecněná síla  $mg$ .<sup>1)</sup> Tato síla vstoupí do výpočtu prostřednictvím potenciální polohové energie. Ze vztahů (4) a (6) dosadíme do Lagrangeovy rovnice

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{d}{dt} \frac{\partial V}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial V}{\partial x}. \quad (10)$$

První člen na pravé straně je nulový, protože potenciální energie  $V$  nezávisí na rychlosti  $\dot{x}$ . Po dosazení máme

<sup>1)</sup> Veličina  $x$  není tedy kartézská souřadnice, ta by se měnila v intervalu  $\langle 0, x \rangle$ .

$$\frac{3}{2}m_0(1-\xi)\ddot{x} - \frac{3}{2}m_0\frac{\dot{x}^2}{l} + \frac{3}{4}m_0\frac{\dot{x}^2}{l} = m_0g(1-\xi). \quad (11)$$

Po úpravě dostaneme pohybovou rovnici ve tvaru

$$\ddot{x} - \frac{1}{2(l-x)}\dot{x}^2 = \frac{2}{3}g. \quad (12)$$

Je to nelineární diferenciální rovnice. Snadno se můžeme přesvědčit, že řešení (8) a (9) této rovnici vyhovují. Veličinu  $x$  k tomu nepotřebujeme znát, dosadíme totiž  $x = \xi l$  a rovnice (12) bude splněna identicky.

Posoudíme ještě energetickou bilanci při infinitesimálním pohybu  $x \rightarrow x + dx$ . Diferencujeme bilanční rovnici  $V(0) - V(x) = T(x)$  a dojdeme k závěru, že při poklesu cívky o  $dx$  se potenciální energie samotného svitku zmenší o  $2mgdx$ , kdežto potenciální energie odvinutého pásu se zvětší o  $mgdx$ . Celkem se tedy uvolní potenciální polohová energie  $mgdx$ . Ta se změní v přírůstek kinetické energie svitku  $dT$ . Z rovnice (6) dostaneme

$$dT = \frac{\partial T}{\partial x}dx + \frac{\partial T}{\partial \dot{x}}d\dot{x} = -\frac{3}{4}m_0\frac{\dot{x}^2}{l}dx + \frac{3}{2}m_0\dot{x}d\dot{x} = dT_1 + dT_2. \quad (13)$$

Tento výraz se musí rovnat  $mgdx$ . Protože  $\dot{x}d\dot{x} = (d\dot{x}/dt)\dot{x}dt = \ddot{x}dx$ , bude

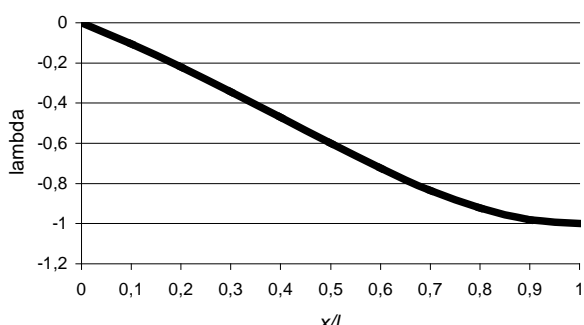
$$-\frac{3}{4}m_0\frac{\dot{x}^2}{l} + \frac{3}{2}m_0\ddot{x} = mg. \quad (14)$$

Dosazením z rovnic (1), (8) a (9) se přesvědčíme, že (14) vskutku platí. Po úpravě zjistíme, že (14) je totožná s rovnicí (12), což jsme mohli očekávat.

První člen na pravé straně rovnice (13) představuje změnu  $dT_1$  kinetické energie, vyvolanou zmenšením hmotnosti svitku o  $m_0dx/l$ , druhý člen  $dT_2$  odpovídá přírůstku  $d\dot{x}$  rychlosti  $\dot{x}$ . Jestliže do těchto výrazů dosadíme už odvozené hodnoty, dostaneme

$$dT_1 = -m_0g\frac{2\xi - \xi^2}{2(1-\xi)}dx, \quad dT_2 = m_0g\frac{2 - 2\xi + \xi^2}{2(1-\xi)}dx. \quad (15)$$





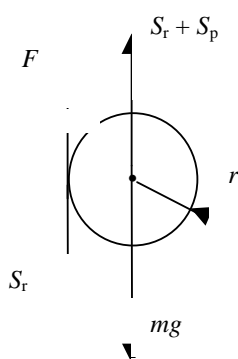
Obr. 4

Poměr  $\lambda = dT_1/dT_2$  zůstává konečný i v limitě  $\xi \rightarrow 1$  a je znázorněn na obr. 4.

Na počátku pohybu je přírůstek kinetické energie dán výlučně přírůstkem rychlosti. Ke konci jsou obě části v limitě stejné, avšak opačných znamének. Jejich součet je tedy v limitě nulový, ale to je

správné, protože i hmotnost svítka  $m$  se blíží k nule.

Dostali jsme tedy konzistentní řešení, které popisuje pohyb cívky. Chceme-li získat informaci o průběhu síly  $F$  přenášené do závěsu odvinutým pásem krytiny, musíme částečně odvinutý svitek myšleným řezem uvolnit a napsat pro něj pohybové rovnice. A tady se ukáže úskalí našeho řešení. Pro větší názornost budeme postupovat d’Alembertovou metodou, tj. připojíme setrvačnou sílu a setrvačný moment a napíšeme pro vzniklou soustavu podmínky rovnováhy. To někteří čtenáři budou považovat za ryzí formalismus. D’Alembertův princip se bohužel v mnoha učebnicích a na mnohých školách vykládá jako pouhé formální převedení jednoho členu rovnice na její druhou stranu. O dalekosáhlém významu tohoto principu pojednal autor na jiném místě [3]. Setrvačný moment znázorníme ekvivalentní dvojicí sil  $S_r$  na rameni  $r$  (obr. 5).



Obr. 5

Při virtuálním posuvu osy svítka o  $\delta x$  vykoná setrvačný moment práci  $S_r r(\delta x/r) = S_r \delta x$ , takže síla  $S_r$  je zobecněnou silou rotační setrvačnosti. K ní je třeba připočítat sílu  $S_p$  příslušnou posuvnému pohybu. Celková zobecněná setrvačná síla je jejich součtem. Z odvinutého pásu se na svitek přenáší síla  $F = R - m_0 g \xi$ .

Z momentových výminek pro uvolněný svitek dostáváme

$$S_p + S_r = mg = m_0 g(1 - \xi), \quad (16)$$

$$F = S_r. \quad (17)$$

Porovnáme-li rovnici (16) s rovnicí (11), zjišťujeme, že levá strana Lagrangeovy rovnice představuje zobecněnou setrvačnou sílu, tedy součet obou dílčích zobecněných setrvačných sil. Pravá strana je zobecněnou akční silou. Zobecněné setrvačné síly generuje kinetická energie. Protože kinetické energie posuvného pohybu a rotačního pohybu

$$T_p = \frac{1}{2}m\dot{x}^2, \quad T_r = \frac{1}{4}mr^2\left(\frac{\dot{x}}{r}\right)^2 = \frac{1}{4}m\dot{x}^2 \quad (18)$$

jsou k sobě ve stálém poměru, budou i zobecněné setrvačné síly k sobě v témže poměru  $S_p : S_r = 2 : 1$ . Přitom podle (10) a (18)

$$S_p = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_p}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T_p}{\partial x}, \quad S_r = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_r}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T_r}{\partial x}. \quad (19)$$

To znamená, že například setrvačná síla  $S_p$  není pouhým součinem hmotnosti a zrychlení  $m\ddot{x}$ , ani časovou změnou hybnosti  $(d/dt)(m\dot{x})$ . Tento druhý výraz odpovídá Newtonovu zákonu pro případ proměnlivé hmotnosti; platil by, kdyby  $T_p$  nezáviselo na  $x$ . To je pozoruhodné zjištění. S tím se budeme muset ještě vyrovnat a nalézt příčinu rozporu.

Z rovnice (16) dostaneme  $2S_r + S_r = 3S_r = m_0g(1 - \xi)$ , takže se do svitku podle (17) přenáší síla  $F = \frac{1}{3}m_0g(1 - \xi)$ . Pro reakci v závěsu pak máme

$$R = F + m_0g\xi = m_0g(1 + 2\xi)/3. \quad (20)$$

Reakce se tedy mění v závislosti na  $x$  lineárně od hodnoty  $R(0) = m_0g/3$  do hodnoty  $R(l) = m_0g$ .

Když do rovnic (19) dosadíme výrazy (18), vyjde nám

$$S_p = m\dot{x} + m\ddot{x} + \frac{1}{2}m\frac{\dot{x}^2}{l-x}, \quad (21)$$

$$S_r = \frac{1}{2}m\dot{x} + \frac{1}{2}m\ddot{x} + \frac{1}{4}m\frac{\dot{x}^2}{l-x}. \quad (22)$$

Dosazením (21) a (22) do (16) dostaneme (12).

Odpověď na čtenářovu otázku podává rovnice (7). Je to energetická bilance, která byla základem našeho řešení a je splněna po celou dobu trvání děje. Dokonce i v závěru

děje (na konci rozbalování) dostaneme kinetickou energii v limitě rovnou polovině původní potenciální energie svitku (jde o limitu součinu hmotnosti a kvadrátu rychlosti, kdy jeden činitel limituje k nule a druhý k nekonečnu). Otázkou zůstává, co se děje po skončení popisovaného děje. Kdyby to vazební podmínka umožňovala, došlo by patrně k jo-jo efektu, tj. celý proces by se opakoval v opačném smyslu (svitek by se opět navinování vytvářel a stoupal na druhé straně – pokud by nebylo ztrát – do původní výše). Skutečný proces by byl však podstatně ovlivněn vlastnostmi materiálu, které se liší od ideálních předpokladů, a skutečnými okrajovými podmínkami.

### Námítka proti podanému řešení problému

Uvedené řešení je založeno na energetické bilanci, tedy na zákonu zachování energie. Je však evidentně v rozporu s větou o impulzu a hybnosti, která musí rovněž platit. Zkusme postup řešení obrátit a alternativní řešení založit na této větě. Pak ovšem nebude splněn zákon zachování energie. Nově odvozené setrvačné síly odlišíme od předchozího řešení hvězdičkou.

Podle věty o impulzu a hybnosti musí být

$$S_p^* = \frac{d}{dt}(m\dot{x}) = m\dot{x} + m\ddot{x}, \quad (23)$$

$$S_r^* = \frac{1}{r} \frac{d}{dt} \left[ \left( \frac{1}{2} m r^2 \right) \left( \frac{\dot{x}}{r} \right) \right] = \frac{1}{2} m\dot{x} + \frac{1}{2} m\ddot{x} - \frac{1}{4} m \frac{\dot{x}^2}{l-x}. \quad (24)$$

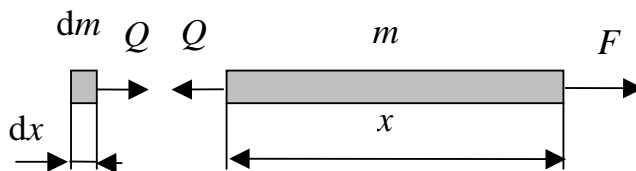
Když součet těchto sil dosadíme do rovnice (16), dostaneme po úpravě rovnici (12), avšak s koeficientem u druhého členu  $-7/6$  místo  $-1/2$ :

$$\ddot{x} - \frac{7}{6(l-x)} \dot{x}^2 = \frac{2}{3} g. \quad (25)$$

To znamená, že zrychlení  $\ddot{x}$  vyjde nyní větší než podle rovnice (12) a že energetická bilance nebude splněna. Které řešení je tedy správné? A kde hledat příčinu uvedené neshody?

## Intermezzo

Zvolme jiný, jednodušší případ, kdy dochází k rozpornému řešení. Je to úloha o řetězu, který modelujeme jako hmotné, dokonale ohebné a neroztažitelné vlákno. Řetěz je uložen „bez ladu a skladu“ v krabici, odkud je vytahován. Abychom se vyhnuli započítávání změn potenciální polohové energie, budeme předpokládat, že řetěz vytahujeme z krabice vodorovně na dokonale hladké podložce. Když vytáhneme část řetězu o délce  $x$ , bude její hmotnost  $m = \mu x$ , kde  $\mu$  je hmotnost jednotkové délky řetězu. Řetěz budeme vytahovat konstantní silou  $F$ , takže vykonáme práci  $Fx$ . Sledujme, co se stane, když se délka zvětší o infinitesimální přírůstek  $dx$ . Práce  $Fdx$  se spotřebuje nejen na přirychlení už vytažené části řetězu, ale také na urychlení elementu řetězu, který byl až dosud v klidu a náhle se musí pohybovat rychlostí  $\dot{x} > 0$ . To znamená náhlou změnu pohybového stavu, nespojitou změnu rychlosti, a tedy ráz. Jak je na obr. 6 znázorněno, element o hmotnosti  $dm = \mu dx$  uvolněný myšleným řezem měl hybnost nulovou a vzápětí bude mít hybnost  $\dot{x}dm$ .



Obr. 6

To znamená, že na něj musí působit síla  $Q$ , jejíž impulz se bude rovnat výsledné hybnosti:

$$Qdt = \dot{x}dm, \text{ a tedy } Q = \dot{x}\dot{m}. \quad (\text{a})$$

Hmotnost oddělené části tyče se nezměnila, takže pro ni bude platit pohybová rovnice

$$F - Q = F - \dot{x}\dot{m} = m\ddot{x}. \quad (\text{b})$$

Síla  $F$  bude tedy

$$F = m\ddot{x} + \dot{x}\dot{m} = \frac{d}{dt}(m\dot{x}). \quad (\text{c})$$

Tuto rovnici vynásobíme  $dx = \dot{x}dt$ , abychom dostali energetickou bilanci. Dostaneme

$$Fdx = m\dot{x}dx + \dot{x}^2 dm = m\dot{x}d\dot{x} + \dot{x}^2 dm. \quad (d)$$

Totální diferenciál kinetické energie  $T = m\dot{x}^2 / 2$  je

$$dT = m\dot{x}d\dot{x} + \frac{1}{2} \dot{x}^2 dm. \quad (e)$$

Ze srovnání obou posledních rovnic vidíme, že

$$Fdx = dT + \frac{1}{2} \dot{x}^2 dm. \quad (f)$$

To znamená, že kromě kinetické energie vytažené části řetězu musíme dodat ještě kinetickou energii, kterou uvádíme elementární částice řetězu postupně z klidu do pohybu, a to rázem. Teprve při započítání této energie platí zákon zachování energie a zároveň i věta o impulzu a hybnosti.

Sledujme nyní, co se stane, přestane-li síla  $F$  působit v okamžiku vytažení celého řetězu z krabice. Nadále se řetěz bude pohybovat s energií  $T$ , ačkoli jsme podle (f) dodali z vnějšku práci  $Fl = T + (1/2) \int \dot{x}^2 dm$ , tedy větší. To znamená, že soustava není konzervativní, část dodané energie se ze systému ztratila. Neztratila se ovšem ze světa. Kdybychom předpokládali poddajný řetěz, změnila by se patrně v energii vlnění vzbuzeného dříve popsány rázy při uvádění až dosud klidných hmotných elementů v krabici do pohybu. Přitom by mohly popřípadě vznikat i plastické deformace a část energie by se rozptýlila do okolí v podobě tepla. Jestliže jsme přijali předpoklad neroztažitelného řetězu, vlastně absolutně neroztažitelného vlákna, pak se lze domýšlet, že se energie daná posledním členem v rovnici (f) rozptýlila jen v podobě tepla, neboť přetvoření (poměrnou deformaci) vlákna jsme ze svých úvah vyloučili.

### Odstranění rozporu a nové pochyby

Vrátíme se k původní úloze. Abychom našli příčinu rozporu mezi oběma řešeními, porovnáme setrvačné síly v obou případech. Z rovnic (21) až (24) zjistíme, že

$$S_p = S_p^* + \frac{1}{2} \frac{m_0}{l} \dot{x}^2, \quad S_r = S_r^* + \frac{1}{2} \frac{m_0}{l} \dot{x}^2. \quad (26)$$

To znamená, že v rovnici (16), plynoucí z energetické bilance, budeme mít

$$S_p^* + S_r^* + \frac{m_0}{l} \dot{x}^2 = mg. \quad (27)$$

Třetí člen na levé straně (27) musíme k součtu obou zobecněných setrvačných sil doplnit, aby energetická bilance (16) platila i pro tyto rigorózně odvozené setrvačné síly (23) a (24). Prozkoumejme význam tohoto členu. Když rovnici (27) znásobíme  $dx$ , dostaneme energetickou bilanci v diferenciální formě. Třetí člen se dá upravit pomocí (1):

$$\frac{m_0}{l} \dot{x}^2 dx = m_0 d\xi \dot{x}^2 = -\dot{x}^2 dm. \quad (28)$$

Záporné znaménko na pravé straně znamená, že se hmotnost svitku při pohybu zmenšuje.

A vysvětlení je nasnadě. Protože náš model předpokládá válcový tvar svitku a v intervalu  $dt$  se z něho uvolní hmotnost  $|dm| = -dm$ , neuvolní se jako element pásu délky  $dx$  o hmotnosti  $|dm|$ , ale jako rotačně symetrická obruč téže hmotnosti. Ta má obvodovou rychlost  $\dot{x}$  a rotační kinetickou energii  $\dot{x}^2 |dm|/2$ . Stejnou rychlost i energii má posuvný pohyb, takže celková kinetická energie obruče je právě  $\dot{x}^2 |dm|$ . O tuto energii se zmenší kinetická energie svitku  $dT = (S_p + S_r)dx$ , takže rigorózní energetická bilance bude

$$dT^* = (S_p^* + S_r^*)dx = \left( mg - \frac{m_0}{l} \dot{x}^2 \right) dx. \quad (29)$$

To znamená, že se uvolněná potenciální energie  $mgdx$  nepřemění celá na energii  $T^*$ , ale jen její část, zbytek se z mechanického systému „ztratí“ obdobně jako u řetězu, tj. přemění se v teplo a rozptýlí se do okolí. Je to energie související s náhlým zastavením uvolněné rotující obruče o hmotnosti  $dm$ . To ovšem znamená, že soustava není konzervativní.

Avšak ve skutečnosti se hmotný element tímto způsobem neuvolňuje. Když se element pásu o délce  $dx$  pokládá na střechu, je jeho okamžitá rychlost vzhledem ke střeše nulová, k žádné nespojitosti této rychlosti nedochází a žádná kinetická energie se

ze svitku neodnáší. To znamená, že matematický model by měl být konzervativní. Je tedy otázka, zda řešení založené na zachování energie v původní verzi, tj. rovnice (21), (22) a (12), ačkoli jsou principiálně pro zvolený nekonzervativní matematický model nesprávné, nepopisují realitu lépe než rigorózní řešení (23), (24) a (25). Toto rigorózní řešení platí totiž pro náš nerigorózní model. Kdybychom to chtěli přesněji analyzovat, musili bychom opustit představu, že svitek má válcový tvar. Musili bychom předpokládat, že má obrys daný obloukem Archimédovy spirály, v němž se všechny hmotné elementy pohybují kolem osy svitku po kružnicích (ve stálé vzdálenosti od osy) až do okamžiku, kdy opouštějí svitek. Jejich rychlost se mění spojitě a k žádnému rázu nedochází. Úlohu by bylo možné dále zpřesnit zahrnutím také vodorovných složek rychlostí do výpočtu. To by však byla už značně komplikovaná úloha. Mohli bychom ji řešit také experimentálně. Experiment by nám však nedal spolehlivou odpověď, protože by se při něm rušivě projevovaly skutečné vlastnosti použitého materiálu, jež jsme si v našich teoretických úvahách zidealizovali.

### **Perpetuum mobile**

Kdyby se „pater-noster“ vyobrazený v příspěvku [1] na str. 13 pohyboval ve vakuu, neexistovala by vztlková síla. Tíha pístů, připoutaných plynovou náplní válců ke dnům válců tak, jako by písty byly zavěšeny na nelineární pružině, by nemohla produkovat žádnou energii, protože by tato tíha působila na obou stranách pater-nosteru stejným směrem a nerušila by rovnováhu. Na vzniku pohybu se proto může podílet pouze soustava vztlkových sil. Nejjednodušší důkaz, že žádnou energii náš mechanismus nevydává, je konstatování, že jde o uzavřený konzervativní mechanický systém. Jenže to je důkaz kruhem.

Bez omezení obecnosti budeme předpokládat, že děj ve válci je izotermický, takže změna objemu válce bude přímo úměrná změně síly na píst působící. Nejprve si všimneme pohybu jednoho válce po vertikálách. Na pravé straně našeho pater-nosteru se objem válce vlivem tíže pístu zvětší o  $\Delta V$ , na levé se naopak o stejnou hodnotu zmenší. Proto bude vztlková síla na pravé straně větší oproti rovnovážnému stavu o  $\rho g \Delta V$  a na

dráze  $h = h_2 - h_1$  (což je vzdálenost os obou bubňů) vykoná práci  $h\rho g\Delta V$ . Stejná práce se vykoná i na levé části, kde bude smysl změny vztlakové síly i dráhy opačný. Při oběhu jednoho válce se na obou vertikálách proto vykoná práce

$$A_{\text{vert}} = 2(h_2 - h_1)\rho g\Delta V. \quad (30)$$

Zbývá určit práci v úvratích. Například při obrátce na dolním bubnu se píst pod hydrostatickou silou  $\rho gh_2 S$  posune celkem o dráhu  $2\Delta V/S$ , přičemž pohyb se děje proti působící síle, takže se vykoná práce  $(\rho gh_2 S)(-2\Delta V/S) = -2\rho gh_2\Delta V$ . Obdobná práce se vykoná i na horní úvratí, avšak s kladným znaménkem. Celkem se tedy na bubnech vykoná práce

$$A_{\text{bubny}} = -2(h_2 - h_1)\rho g\Delta V. \quad (31)$$

Součet prací (30) a (31) je nulový, takže žádné perpetuum mobile nevzniká. V uvedených vzorcích značí  $\rho$  hustotu kapaliny,  $S$  plochu pístu.

## Literatura

- [1] HÖSCHL, C.: Humor a hračky v učebnicích mechaniky. Bulletin ČSM 3, 2006, s. 5-14.
- [2] HÖSCHL, C.: O práskání bičem a chytání ryb na udici. Bulletin ČSM 3, 1987, s. 19-22.
- [3] HÖSCHL, C.: Energetické principy v mechanice tuhých a poddajných těles. In: Modelování a měření v termomechanice kontinua. Učební texty kurzu ve dnech 26. – 29. května 2004 (R. Matas, editor). VTS Škoda výzkum a Západočeská univerzita v Plzni, 2004.

\*\*\*



## Cena profesora Valenty a profesora Čiháka za rok 2006

Professor Valenta and Professor Čihák Prize 2006

---

V roce 1999 byl zřízen Fakultou strojní ČVUT v Praze a Česko-slovenskou společností pro biomechaniku při AV ČR Nadační fond pro biomechaniku člověka. Jeho sídlo je na ČVUT v Praze a hlavním představitelem je prof. ing. Svatava Konvičková, CSc.

Nadační fond každoročně vyhlašuje soutěž pro mladé vědecké pracovníky a studenty z oboru biomechaniky člověka. Za práce, které jsou přínosem v oblasti biomechaniky, je udělena *Cena prof. Valenty a prof. Čiháka*.

Práce se předkládají ve dvou kategoriích, a to *samostatná vědecká práce* a *diplomová práce*. Vítěz první kategorie získá finanční odměnu 40.000,- Kč. Vítěz druhé kategorie je odměněn částkou 10.000,- Kč.

Účastníci soutěže musí splňovat tyto požadavky:

- a) věk do 35 let,
- b) práce musí být zaměřena na biomechaniku člověka.

Pro zařazení do soutěže je nutné zaslat ve vyhlášeném termínu na adresu sekretariátu nadačního fondu dva výtisky přihlašované práce, přičemž rozsah není striktně dán, životopis a soupis publikací.

V letošním roce proběhlo slavnostní předávání Ceny prof. Valenty a prof. Čiháka za rok 2006 dne 24. května 2007 ve vile Lanna v Praze 6.

Cena v hodnotě 40.000,- Kč byla udělena JUDr. ing. Libuši Demjančukové, Ph.D. z katedry mechaniky Západočeské univerzity v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, za práci

Numerical Simulation of Blood Flow in Compliant Large Sized Arteries

a cena v hodnotě 10.000,- Kč ing. Václavu Klikovi z katedry matematiky ČVUT v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, za diplomovou práci

Mathematical and Numerical Analysis of Differential Equations of Bone Remodelling.

Ceny předala předsedkyně nadačního fondu prof. ing. Svatava Konvičková, CSc.

\*\*\*

## Kronika

Chronicle

---

### 75 let prof. ing. Miroslava Baldy, DrSc., FEng.

Dne 20. 5. 2007 oslavil své 75. narozeniny významný odborník v oboru mechanika - prof. ing. Miroslav Balda, DrSc., FEng. Prof. Balda se narodil jako první ze dvou synů Aloise a Magdaleny Baldových. Otec byl opravář a ladič pian a matka byla v domácnosti. Po maturitě s vynikajícím výsledkem nebyl v roce 1951 doporučen ke studiu na vysoké škole. Nastoupil do zaměstnání v plzeňské Škodovce, zaučil se soustružníkem a později pracoval jako konstruktér-detailista. Po jednom roce byl konečně přijat k dennímu studiu na Vysoké škole strojní a elektrotechnické v Plzni. Na tehdejší katedře mechaniky a pružnosti pracoval jako pomocná vědecká síla u prof. Šejvla. Promoval s vyznamenáním ve specializaci tepelných turbin u prof. Bečváře.

Po ukončení vysoké školy jubilant nastoupil do Strojního výzkumu Výzkumného ústavu Škoda, který byl veden prof. Marcellim. Tam pracoval a podílel se na řešení problematiky klidnosti chodu velkých turbosoustrojí. V roce 1968 po předčasném úmrtí prof. Marcelliho převzal řízení výzkumných prací z této oblasti. V této době dokončoval svoji kandidátskou dizertační práci *Výpočet dynamických vlastností rotorů turbosoustrojí*. Na konci stejného roku odjel na roční stáž na Technische Hogeschool Delft do Holandska k prof. A. D. de Paterovi, u něhož studoval problematiku dynamiky kolejových vozidel na náhodných tratích. Ta byla ve Škodovce - jednom z největších výrobců lokomotiv - velmi aktuální. Roční stáž prof. Baldy byla tehdy na žádost hostitelského pracoviště prodloužena o půl roku. Po návratu ze stáže roku 1970 byl jubilant pověřen vedením skupiny technické dynamiky a v roce 1972 založil středisko pro počítačové měření a jeho zpracování, které později přerostlo ve středisko technické kybernetiky. V roce 1982 byl jubilant pověřen vybudováním střediska technické

dynamiky, které řídil dva roky. V roce 1984, kdy dokončoval doktorskou dizertační práci *Dynamické vlastnosti velkých strojů*, byl jmenován vedoucím Strojírenského výzkumu Ústředního výzkumného ústavu ŠKODA, který vedl až do roku 1990. Po změně režimu byl jubilat ustanoven ředitelem ústavu, který řídil až do svých 60 let, kdy na vlastní žádost ukončil po 41 letech zaměstnanecký poměr v koncernu ŠKODA a.s. Plzeň. Hlavním důvodem byla snaha vrátit se k práci v oboru mechanika, kterou mu vysoká funkce neumožňovala. Proto nastoupil do nového pracovního poměru v Ústavu technologie a spolehlivosti strojních konstrukcí Československé akademie věd, kde již řadu let působil jako externista, do funkce vedoucího vědeckého pracovníka. Od roku 1992 byl jubilat pověřen vedením tohoto ústavu. Po různých peripetiích, kdy se měnil majitel i název (ZČU v Plzni, AV ČR), zredukovaný ústav se stal plzeňskou pobočkou Ústavu termomechaniky AV ČR. Tuto pobočku prof. Balda řídil až do konce roku 1999, kdy její řízení předal mladšímu kolegovi a sám se stal jeho zástupcem.

Kromě vědecké činnosti se prof. Balda věnoval i pedagogické činnosti. Již koncem 50. let učil mechaniku na škodovácké průmyslovce a v letech 1988-1990 přednášel speciální partie z předmětu části strojů na tehdejší VŠSE v Plzni. Řadu let byl školitelem aspirantů a později doktorandů. Na katedře mechaniky FAV ZČU v Plzni zavedl a přednášel několik let předměty statistická mechanika a experimentální mechanika. V roce 1994 získal hodnost docenta a o tři roky později byl jmenován profesorem v oboru mechanika. I po ukončení přímého pedagogického působení prof. Balda zůstává členem oborové rady doktorského studia pro aplikovanou mechaniku, místopředsedou stálé komise pro obhajoby dizertačních prací a místopředsedou zkušební komise pro státní závěrečné zkoušky.

Přestože prof. Balda nebyl nikdy politicky angažován, dostalo se mu řady ocenění, z nichž můžeme jmenovat tři plakety ŠKODA, medaili *Za zásluhy o rozvoj mechaniky* od Československé společnosti pro mechaniku a v roce 1992 získal *Historickou pečeť města Plzně* udělenou primátorem za zásluhy o rozvoj výzkumu. V roce 2004 mu byla udělena čestná medaile ZČU v Plzni za výsledky ve výzkumu a spolupráci s univerzitou.

O odborné erudovanosti, schopnosti komunikovat, jazykové dispozici a v neposlední řadě i o morálních vlastnostech jubilanta svědčí i členství a funkce v celé řadě prestižních institucí, jako jsou: členství vědeckých rad ZČU, Fakulty aplikovaných věd, Ústavu termomechaniky ČSAV, členství ve zkušebních komisích kandidátských prací pro obor mechanika tuhých a poddajných těles a konstrukcí na ČVUT Praha a členství ve Vědeckém kolegiu pro mechaniku. Jak už bylo zmíněno, jubilant je členem oborové rady doktorského studia v oboru aplikovaná mechanika na ZČU FAV, členem redakční rady Strojnického časopisu, místopředsdou České společnosti pro mechaniku, členem Národního komitě IFToMM. Byl dlouholetým členem mezinárodního Technical Committee on Rotor Dynamics of IFToMM. Šest let působil v podoborové komisi Strojírenství Grantové agentury ČR, z toho pak dva roky jako předseda oborové komise Technické vědy. Jubilant je uveden i v americkém "Who is Who in Engineering" a českém "Kdo je kdo". V roce 1995 se stal zakládajícím členem Inženýrské akademie České republiky, v níž je členem Rady Inženýrské akademie ČR. Grémiem Vědecké rady AV ČR byl pověřen sestavením a předsednictvím komise pro obhajoby vědeckého titulu DSc. (doktor věd) v oblasti mechaniky těles, konstrukcí, mechanismů a prostředí. Na tuto funkci v roce 2006 rezignoval.

Prof. Balda je ženatý s manželkou Marií, s níž má tři syny - Pavla, Petra a Michala. Všichni dosáhli vysokoškolského vzdělání a dělají rodičům radost.

Celoživotním koníčkem jubilanta je sportovní střelba, v níž dosáhl titulu mistr střelby a funkci trenéra a rozhodčího I. třídy. Mezi další koníčky patří fotografování, práce s počítači, chalupaření a zpívání. Dodnes je členem Junáka (Šedá střela), do kterého vstoupil v roce 1945.

Pro srdečnou a veselou povahu, ochotu sdílet informace a pomáhat mladším a méně zkušeným kolegům máme na naší katedře pana profesora Baldu moc rádi a přejeme mu ještě mnoho šťastných a plodných let.

Jan Dupal, Vladimír Zeman

\*

## **Prof. Ing. Pavel Marek, DrSc. pětasedmdesátníkem**

Čas letí: těm, kteří před pěti lety slavili sedmdesátiny, je dnes pětasedmdesát, a aby slavili znovu. Jedním z takových je vědecký pracovník Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR v.v.i. a profesor Stavební fakulty Vysoké školy báňské TU Ostrava prof. ing. Pavel Marek, DrSc. Tím slavným připomínaným dnem je 24. červen 1932.

Narodil se v Praze, tam i vystudoval Stavební fakultu, po ní „asistentoval“ 5 let na Vysoké škole železniční. Následovalo pět let projektování ocelových konstrukcí v Kovoprojektě, včetně tříapůlleté tvrdé praxe v městě Ranchi v Indii při výstavbě závodu strojírenské metalurgie, kde byl zodpovědný za projekt ocelových konstrukcí ocelárny. Po návratu do Prahy opět úspěšné asistentování a později (od r. 1974) docentování na katedře ocelových konstrukcí Stavební fakulty ČVUT v Praze. Mezitím, v letech 1968-70, hostoval jako „research associate“ na univerzitě Lehigh v Bethelhemě v Pennsylvanii. Posléze, v roce 1982, následovalo vyprovození z fakulty. To bylo už za nového vedení katedry, bez účasti jeho často vzpomínaného učitele prof. F. Faltuse, DrSc. Doktorskou práci, podanou v r. 1978, směl obhájit až v roce 1991, jmenování profesorem následovalo po habilitaci v roce 1997 v Ostravě.

Exil ve Sportovních stavbách n.p., který následoval po odchodu z ČVUT a trval až do roku 1989, kolegu Marka nezlomil, naopak, jak se stává silným osobnostem, posílil. Umožnil mu nejen projektovat zajímavé ocelové konstrukce (např. dvě desítky celoocelových plaveckých bazénů postavených v Československu podle jeho patentu), ale zejména spolupracovat na výzkumných úkolech týkajících se mezních stavů, spolehlivosti a únavy na ÚAM Brno. V tomto období hodně publikoval, k významným pracím patří nesporně nejprve v češtině a potom dvakrát v němčině vydaná kniha *Grenzzustände der Metallkonstruktionen* (1981, 1983 a doplněné vydání 1986), zaměřená na komplexní pojetí metody mezních stavů kovových konstrukcí s uvažováním plasticity, přizpůsobení, únavy, lomu, stability, zbytkových pnutí apod. Na pozvání hostoval na edmontonské univerzitě v Kanadě a na univerzitě SJSU v Kalifornii, kde

setrval až do roku 1996. Tam se také rodilo jeho stěžejní dílo, spočívající v uplatnění simulační techniky a osobních počítačů pro kvalitativně nové posuzování spolehlivosti konstrukcí (SBRA – Simulation Based Reliability Assessment), a tam také v roce 1995 s kolegou M. Guštarem zpracovali a publikovali základní učebnici této nové metody. Od té doby vyšla dále rozšiřovaná verze této knihy ještě dvakrát, k metodě bylo uspořádáno několik desítek seminářů a konferencí jak doma, tak i v zahraničí, vyšly více než čtyři stovky časopiseckých a sborníkových publikací, úspěšně byly obhajovány dizertační a habilitační práce rozšiřující a zdokonalující metodu SBRA. Pod vedením P. Marka bylo řádně dokončeno devět grantových projektů včetně mezinárodního projektu Tereco (bruselské agentury Leonarda da Vinci).

Po definitivním návratu do republiky v roce 1996 nastoupil kolega Marek v Ústavu teoretické a aplikované mechaniky v Praze a současně nabídl své zkušenosti a pomoc při budování nově zřizované Stavební fakulty při Vysoké škole báňské v Ostravě. V Praze dále pracoval na rozvíjené nové koncepci řešení úloh spolehlivosti konstrukcí; v Ostravě, kam minimálně každý druhý týden na 2 – 3 dny dojíždí, obětavě přednáší základní mechanické disciplíny a spolehlivost konstrukcí, školí doktorandy a pomáhá s koordinací výzkumu na škole, především z hlediska rozšiřování aktivit a zahraničních styků. Za poslední dekádu za jeho obětavé pomoci a rad získalo titul Ph.D. nebo Doc. (nebo jsou v závěrečné fázi příprav k obhajobě) 11 mladých spolupracovníků. Jeho studenti se úspěšně uplatňují ve studentských soutěžích, dvěma pomohl k dlouhodobým stážím v USA a další uvedl na mezinárodních konferencích a povzbuzoval je k publikování. Své pražské a ostravské pracoviště zapojil do uspořádání už osmi domácích a jedné mezinárodní konference. O zájmu o SBRA metodu svědčí četné (v některých případech i několikaměsíční) pracovní pobyty zahraničních odborníků v Praze a v Ostravě i četná pozvání P. Marka k aktivní účasti na odborných akcích v blízkém i velice vzdáleném zahraničí.

Je zřejmé, že profesor Marek neměl, a ve svých 75 letech stále nemá, fádňí život. Ani jeho žena Marienka, se kterou nedávno i s dětmi a přáteli oslavili zlatou svatbu, si na nudu nemůže stěžovat. Teprve na četná naléhání a po delší době se odhodlal začít

psát své paměti a pořádat své dílo, obávám se však, že jeho preferencí stále zůstává práce a služba vědě a studentům.

Milý Pavle, na konci své gratulace k sedmdesátinám jsem Ti přál odvahu občas vypnout a oddechnout si. Jak vidím, komu není rady, není mu pomoci. Tak tedy aspoň: ať Ti slouží ty zbytky zdraví, které ve svém věku máme. Ať se Ti daří a ať máš radost z toho, co děláš.

Prof. Ing. Vlastimil Křupka, DrSc.

\*

## **Prof. Ing. Antonín Píštěk, CSc. sedmdesátníkem**

Prof. ing. Antonín Píštěk, CSc., ředitel Leteckého ústavu Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, dovršil 1. června 2007 významné životní jubileum – 70 let životní pouti, naplněné mimořádnou pracovitostí a obětavostí ve prospěch našeho letectví.

Již od mládí je okouzlen vším, co souvisí s létáním a leteckou technikou. Není proto divu, že jej tento vážný zájem přivádí ke studiu oboru stavba letadel. V roce 1957 absolvuje Střední průmyslovou školu strojnickou se zaměřením na stavbu letadel v Uherském Hradišti. Následuje dálkové studium v témže oboru na Letecké fakultě VAAZ v Brně, které ukončuje v roce 1965. Svě vysokoškolské vzdělání si doplňuje postgraduálním studiem na VUT v Brně v oblasti numerických metod a programování v roce 1971. Vědeckou výchovu završuje obhajobou své kandidátské dizertační práce v roce 1981 na téma *Optimalizace leteckých konstrukcí*. Takto cílevědomě teoreticky připraven a obohacen o vlastní zkušenosti přispíval k rozvoji naší letadlové techniky i



svého oblíbeného vědního oboru - pevnosti letadel z pozic významných funkcí v našem leteckém průmyslu.

Od roku 1960 pracuje jako statik - výpočtář leteckých konstrukcí v podniku LET Kunovice. Podílí se na vývoji a úpravách letounů L-200, Z-37, L-410, L-610 a také kluzáků L-13 a L-23. V roce 1979 se stává vedoucím oddělení pevnosti letadel a v roce 1990 na krátkou dobu dokonce hlavním konstruktérem. Ještě v témže roce tento post opouští a stává se vedoucím projekce letadel v dalším věhlasném moravském leteckém podniku Moravan Otrokovice. V této době již intenzivně spolupracuje s katedrou letadel na Strojní fakultě Vysokého učení technického v Brně, a tím vlastně zahajuje svou kariéru vysokoškolského pedagoga. Na základě obhajoby své habilitační práce na téma *Automatizace pevnostních výpočtů letadel* se stává docentem. V roce 1992 je ustanoven do funkce vedoucího katedry letadel a po transformaci katedry na Letecký ústav FS VUT se v roce 1993 stává jeho prvním ředitelem. V roce 2001 je jmenován profesorem v oboru stavba dopravních strojů a zařízení. Pod jeho vedením se práce Leteckého ústavu ještě větší měrou přimyká k současným potřebám průmyslové praxe a jako zkušený muž z praxe citlivě ovlivňuje i hlavní činnost - výchovu nových leteckých inženýrů.

Na Leteckém ústavu je vybudována zkušebna letecké techniky se zaměřením na statické a dynamické zkoušky letadel s certifikátem Úřadu pro civilní letectví. Pod jeho vedením jsou zpracovávány učiteli a studenty Leteckého ústavu projekty nových letadel, resp. se spolupracuje na řadě dalších projektů tuzemských i zahraničních. Z projektů, které se dočkaly realizace u leteckých firem, připomeňme projekt ultralehkého letounu KP-2U „Sova“, který se vyráběl v jihlavské firmě KAPPA s.r.o a později u firmy Jihlavan Aeroplanes v Jihlavě. Z projektů „dospělejších letounů“ je to poslední „dítko z projekční dílny“ Leteckého ústavu VUT-100 Cobra. Tento letoun nyní prodělává intenzivní certifikační zkoušky ve výrobním závodě Evector v Kunovicích.

Od roku 2000 je prof. Pištěk vedoucím Centra leteckého a kosmického výzkumu při Leteckém ústavu na VUT v Brně. V současné době koordinuje na Leteckém ústavu

projekt malého bezpilotního letounu VUT-001 Marabu a projekt letounu Enfica-FC s palivovými články ve spolupráci s univerzitou v Torinu v Itálii.

Prof. Píštěk vykonává řadu dalších významných funkcí v tuzemských i zahraničních vědeckých orgánech a komisích. Je členem vědeckých rad na FSI VUT v Brně, Fakultě vojenských technologií na Univerzitě obrany v Brně a FT Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, předsedou státních zkušebních komisí na FS ZČU v Plzni a Žilinské univerzitě v Žilině. Je zástupcem ČR v Advisory Group for Aeronautics při EU v Bruselu a členem řady českých odborných společností, včetně Společnosti pro mechaniku, kde vykonává funkci předsedy odborné skupiny letectví. Dále je členem redakční rady dvou zahraničních odborných leteckých časopisů a jednoho domácího časopisu.

Takto bychom mohli podrobněji vyjmenovávat celou řadu dalších funkcí, zásluh a aktivit našeho oslavence. Avšak jeho největší zásluhou je, že přišel na závěr své plodné a úspěšné dráhy leteckého konstruktéra mezi nás, na akademickou půdu, předávat své cenné zkušenosti studentům a spolupracovníkům. Vážíme si jeho úsilí, zaujetí a elánu, s jakým pracuje ve prospěch našeho ústavu, školy a celého letectví. Přejeme mu k tomu do dalších let mnoho zdraví a životní síly i pohody a co nejčastěji pocity radosti z dobře vykonané práce.

Za kolektiv Leteckého ústavu FSI VUT v Brně  
Doc.Ing.Vladimír Daněk,CSc.

\*

## Profesor Křen šedesátníkem

Je tomu už 33 let, co mě pan profesor Šejvl požádal, zda bych nenalezl mezi studenty vhodného adepta na místo asistenta na katedře mechaniky tehdejší Vysoké školy strojní a elektrotechnické v Plzni. Ihned jsem si vzpomněl na studenta Křena a ač byl právě na výuce, vyrušil jsem jej z ní a otázal se, zda by tuto nabídku přijal. Odpověď byla kladná a tím začala jeho velmi úspěšná kariéra v oboru mechanika. Čas neuvěřitelně rychle běží, a tak mám tu milou příležitost připomenout osobnost dnes již profesora Křena při dosažení zralého věku 60 let.

Narodil se v Liticích, což je dnes již část Plzně, 9. května 1947. Jako vyučený kovomodelář absolvoval Střední průmyslovou školu v Plzni a poté Strojní fakultu VŠSE, obor energetické stroje a zařízení – pokaždé s vyznamenáním. Pak, jak jsem se již zmínil, ing. Jiří Křen nastoupil na katedru mechaniky, které zůstal věrný dodnes. Projevil se jako velmi úspěšný pedagog, ať již ve cvičeních, či postupně jako přednášející základních předmětů mechaniky i předmětů specializačních, z nichž řadu zavedl. Jmenujme zde namátkou předměty Úvod do biomechaniky, Vázané mechanické soustavy, Mechanika manipulačních zařízení v magisterském studiu či Nelineární mechanika kontinua a Interakce kontinuí různých fází v doktorském studijním programu. Již z těchto několika příkladů je vidět široký rozsah jeho zájmu i odpovídající vědecké a výzkumné práce. Zde jako školitel vychoval již řadu doktorandů.

Významně se podílel, a stále se podílí, na aplikovaném i základním výzkumu v různých oblastech diskrétní mechaniky a mechaniky kontinua. Spolupracoval a podílel se zejména na řešení problémů analýzy a syntézy vyšší kinematické dvojice a dále na řešení problémů interakce kontinuí různých fází, kde se věnoval zejména tzv. nesdružené metodě řešení. V posledních letech se jeho pozornost obrátila především k problémům interakce kontinuí různých fází s aplikacemi v biomechanice člověka. Byl a je spoluřešitelem a řešitelem celé řady vědeckých úkolů a grantů. Jako příklad uveďme projekty Optimalizace soustav s převodovým ústrojím z hlediska dynamických vlastností, Interakce nestlačitelného proudícího media s pružným okolím se zaměřením

na vyvolaná napětí a jejich ovlivňování, Metody řešení úloh s volnou hranicí v mechanice, Biomechanika dolní části močového traktu, Matematické modelování orgánů pánevní oblasti se zaměřením na močové ústrojí, Modelování horních cest močových a jejich vazby na dolní část močového traktu atd. Oponentní řízení uzavřených projektů vždy potvrdilo vysokou odbornou úroveň řešených vědeckých úkolů.

Podílel se rovněž na řešení aktuálních úkolů technické praxe. Zde uvedme např. spolupráci s ÚVMV Praha, se závodem Těžkého strojírenství Škoda Plzeň a s Tatrou Kopřivnice. Dále spolupracoval s firmou Centropen Dačice a s JE Temelín. Náplní práce byla zejména analýza a syntéza soustav s ozubenými koly, kinematická analýza a syntéza složených mechanismů, statická, kinematická a dynamická analýza dvacetiválcové válcovací stolice, syntéza vaček, statický a pevnostní výpočet zátky paragonerátoru atd.

V posledních letech se intenzivně a velmi úspěšně zapojil i do řídicí práce – již druhé volební období je děkanem Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni (vzniklé v roce 1991 sloučením bývalé VŠSE a Pedagogické fakulty v Plzni). Výčet členství ve vědeckých radách, sněmech a komisích by zabral rovněž hodně místa.

Ale dost suchého výčtu bohaté činnosti prof. Křena. Pro mne a mé kolegy je především výborným člověkem, rozdávajícím optimismus a elán plnými hrstmi. Toto bych chtěl zvlášť zdůraznit – je pro mne velkým příkladem tím, jak se dokázal vyrovnávat s problémy, které mu život v nemalé míře přinášel. Jistě mu v tom nesmírně pomáhalo rodinné zázemí, především jeho manželka Zuzana.

Jirko, přeji Ti i jménem všech spolupracovníků do dalších desítek let hodně zdraví, spokojenosti doma i v práci a ať Tě optimismus nikdy neopustí!

Josef Rosenberg

\*\*\*