

# BULLETIN

**ČESKOSLOVENSKÁ  
SPOLEČNOST  
PRO MECHANIKU  
PŘI ČSAV**

---

**1 · 1987**

# BULLETIN 1'87

## ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

40 LET ČINNOSTI SVÚSS PRO ROZVOJ APLIKOVANÉ MECHANIKY

Doc. Ing. Jaroslav Valchář, DrSc.

ředitel Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů, Praha

Základy Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů (SVÚSS) byly položeny v roce 1946, záhy po osvobození Československa. Ústav vznikl za významné podpory státu, z cílevědomé a moudré iniciativy několika předních strojírenských odborníků a z potřeby vytvořit v osvobozeném Československu základnu pro řešení náročných technických problémů ve stavbě strojů, zejména strojů pro energetiku.

S prvním obdobím existence ústavu jsou nerozlučně spojena jména vynikajících učitelů ČVUT. Byli to především prof.Ing. Miškovský, člen korespondent ČSAV a prof.Ing. Budinský, dr.tech.h.c., kteří se prvním nadaným pracovníkům ústavu stali nejen technickými a vědeckými rádci, ale i světlými osobními vzory.

Postupným vývojem bylo ze strojního referátu Škodových závodů a některých pracovníků ČKD vytvořeno výzkumné oddělení strojní Čs. závodů kovodělných a strojírenských, jehož vedení bylo v roce 1949 svěřeno prof.Ing. Aloisu Vrbovi, nositeli Řádu práce. V této době tvořilo ústav již asi 100 pracovníků. V průběhu dalších let byly zásluhou ředitele Vrby podrobněji vymezeny základní

ULLETIN

1/1987

s. společnosti pro mechaniku při ČSAV

ydává Čs.společnost pro mechaniku při ČSAV  
e spolupráci s Jednotou čs. matematiků a fyziků v Praze

dovědný pracovník: Ing. Rudolf Dvořák, CSc.  
vědecký tajemník Společnosti

edakce Bulletinu: Ing.Miloslav Okrouhlík, CSc.  
Ústav termomechaniky ČSAV  
Dolejškova 5, 182 00 Praha 8, tel. 8153158

Ing. František Havlíček, CSc.  
SVÚSS, 110 00 Praha 1, Husova 8,  
tel. 2355065-9

dresa sekretariátu: Vyšehradská 49, 128 00 Praha 2  
řčeno členům Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV  
iskne: Polygrafia 6 (Prometheus), Praha 8  
vid.č. UVTEI 79 038

výzkumné směry ústavu. Bylo tak vytvořeno pracoviště s vysokou odbornou úrovní, kvalitou práce a s živými vazbami na výrobní základnu. Od samého počátku sloužily výsledky jeho výzkumných prací technickému rozvoji strojírenství, zvyšování funkční způsobilosti strojů, jejich spolehlivosti a životnosti.

V roce 1950 bylo čs. strojírenství reorganizováno a ústav byl konstituován pod názvem Ústav pro výzkum strojní. Souběžně s tím byl v roce 1946 z matematického oddělení tehdejších Škodových závodů ustaven při Čs. závodech kovodělných a strojírenských teoretický výzkum, který postupně soustředil teoreticky nadané inženýry a matematiky k řešení náročných problémů, zejména v oblasti pružnosti, pevnosti a aerodynamiky, později také v oblasti matematické statistiky a výpočetní techniky. Při reorganizaci výzkumných ústavů v roce 1954 došlo k začlenění teoretického výzkumu do Ústavu pro výzkum strojní a ke změně názvu na Výzkumný ústav tepelné techniky. Po roce 1958 byl název upraven na Státní výzkumný ústav tepelné techniky a konečně v roce 1965 byl název změněn na Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů. Dislokace ústavu na mnoha místech v Praze byla postupně řešena výstavbou pracovišť v Běchovicích. V roce 1962, po odchodu prof. Ing. Vrby na ČVUT, byl ustanoven ředitelem ústavu Ing. Ladislav Michalička, CSc. V roce 1968 byly některé nevýzkumné činnosti ústavu vyčleněny do samostatné organizace. Na začátku roku 1971 převzal vedení ústavu akademik Karel Juliš. Pod jeho vedením byl v ústavu dále zvýrazněn význam rozvoje moderních výpočetních metod pro návrh strojů a prohloubena jeho součinnost s předními čs. výrobci strojů, zejména pro energetiku. Akademik Karel Juliš zastával funkci ředitele ústavu do roku 1982, kdy byl jmenován děkanem strojní fakulty ČVUT. V posledních letech bylo dále prohloubeno sepětí ústavu s VHJ resortu FMHTS a s VHJ CHEPOS, VÍTKOVICE, SIGMA a ČSVZ, při zachování tradičních úzkých vazeb na VHJ ŠKODA a ČKD.

Je velkou výhodou, že v době formulace poslání a způsobu práce ústavu bylo nalezeno vhodné řešení odpovídající potřebám čs. strojírenství. Plně se osvědčila základní myšlenka vytvořit v ústavu podmínky pro řešení nejobtížnějších úloh technických aplikací mechaniky, tuhých a poddajných těles mechaniky tekutin, termomechaniky a měřící techniky mechanických veličin ve stavbě

strojů. Tato skutečnost umožnila konkrétní uplatnění výsledků práce ve stavbě parních turbin, turbokompresorů, čerpadel, teplosměnných zařízení a sušáren, ale také zařízení pro povrchovou těžbu, potrubních systémů a významných funkčních uzlů strojů, jako převodovek s ozubenými koly, kluzných ložisek, ucpávek a pod.

SVÚSS je samostatnou, přímo řízenou příspěvkovou organizací federálního ministerstva hutnictví a těžkého strojírenství. Vedle tradiční výzkumné činnosti prováděné v úzké vazbě především na potřeby VHJ resortu je pověřen řadou dalších závažných činností.

Významnou částí pracovní náplně SVÚSS je expertiza činnost v oborech, které ústav výzkumně zajišťuje. Cílem této činnosti je poskytovat výrobcům strojních zařízení doporučení a informace pomáhající zlepšovat užitné vlastnosti jejich výrobků, zejména jejich provozní spolehlivost a ekonomiku provozu. Významných výsledků je dosahováno zejména v analýze poruchových stavů strojních zařízení. Analýzy, které se v ústavu provádějí s využitím výsledků teoretických a experimentálních šetření, vyúsťují v návrhy nápravných opatření spojené s jejich ověřením v technické praxi. V SVÚSS byly shromážděny velké zkušenosti, týkající se zejména posuzování životnosti strojních zařízení a jejich dílů, zajišťování klidného mechanického chodu strojních zařízení, vyvažování rotačních strojů a mechanismů, odstraňování nadmerného kmitání a dynamického namáhání strojních zařízení a dílů včetně základů.

Velmi závažnou oblastí nevýzkumné činnosti ústavu je příprava vědeckých pracovníků. Ústav je školícím pracovištěm ve vědních oborech mechanika tuhých a poddajných těles, termomechanika a mechanika tekutin, stavba energetických strojů a zařízení a měřící technika. Pro vědní obory mechanika tuhých a poddajných těles a termomechanika a mechanika tekutin je společně s Ústavem termomechaniky ČSAV a SVÚSS ustavena komise pro obhajoby kandidátských disertačních prací.

Vědecká příprava je v těchto oborech zabezpečována jak pro vlastní potřeby SVÚSS, tak pro externí, zejména výrobní organizace resortu HTS. K dnešnímu dni vychoval ústav přes 180 vědeckých pracovníků.

Nezanedbatelná je i pedagogická činnost pracovníků ústavu na vysokých školách, zejména na ČVUT Praha, a to jak v základním studiu, tak v postgraduálních kurzech. Posluchači vysokých škol jsou v přednáškách seznamováni s nejnovějšími poznatky ve vědních obořech tvořících pracovní náplň ústavu.

Velmi rozsáhlá je přednášková a publikační činnost pracovníků ústavu a jejich aktivní účast na konferencích, seminářích a sympoziozích.

Od vzniku ČSAV má SVÚSS tradičně úzké pracovní vztahy s akademickými ústavy, a to především s Ústavem termomechaniky, Ústavem teoretické a aplikované mechaniky, Ústavem teoretických základů chemické techniky, Ústavem materiálů a mechaniky strojů SAV a dalšími.

V celé činnosti ústavu je kladen mimořádný důraz na realizaci výsledků výzkumu v technické praxi. S ohledem na charakter řešených úkolů jsou výsledky zpracovávány převážně do formy výpočetových metod a směrnic, které jsou využívány předními strojírenskými podniky při návrhu nových výrobků, nebo při zvyšování parametrů výrobků současně vyráběných; využití výsledků prací ústavu přináší zejména zvýšení jejich spolehlivosti, životnosti a účinnosti.

S vývojem výpočetových metod a rozvojem využívání počítačů v technické přípravě výroby i ve vlastní výrobě se postupně mění charakter vytvářených podkladů, které se stále více blíží podkladům pro předvýrobní etapy (procesy) a v některých případech již mají charakter konstrukčního návrhu, příp. projekčních dokumentů. Jde zejména o automatizované metody realizované na počítačích s grafickým výstupem ke konstrukčnímu propracování nejdůležitějších a nejvíce exponovaných dílů strojů či zařízení, které mají rozhodující podíl na konečné technické úrovni řešení; celkovou konstrukci stroje navrhuje výrobce. V podstatě se jedná o společný komplexní návrh, výpočet či projekci nového stroje nebo zařízení s již započatým přechodem na soubory programu pro počítačový návrh strojů (CAD). Dokladem toho je vypracovaný počítačový návrh průtočných částí parních turbín, potrubních systémů, teplotně směnných aparátů a dalších zařízení.

Vedle mechaniky tuhých a oddajných těles a tekutin a termomechaniky je věnována zvláštní pozornost problematice mření a speciální přístrojové techniky pro laboratorní a průmyslovou diagnostiku a rozvoji výpočetních metod na počítačích. Dále je důsledně rozvíjena aplikace matematické statistiky na technické problémy a jsou sledovány některé hraniční disciplíny, jako jsou fluidoelastomechanika, tribologie a technická akustika.

Ústav dnes může poskytovat metodické podklady, hotové soubory výpočetních programů a konzultace výrobním závodům v oblasti statických výpočtů, dynamických charakteristik strojů a strojních částí, podkladů pro stanovení jejich namáhání, životnosti a spolehlivosti, pro řešení jejich pružného uložení, podkladů pro vyvažování rotačních strojů, navrhování složitých potrubních systémů, pro řešení průtočných částí lopatkových strojů, termodynamiku cyklů a transportní charakteristiky tepla a hmoty v teplotně směnných a technologických zařízeních, včetně sušáren.

Mimoto může poskytovat konzultace a expertízy v oblasti technické diagnostiky a ultrazvukové nedestruktivní defektoskopie strojů včetně návrhů příslušných zařízení a pokud se jedná o unikátní zařízení, příp. je i dodavatelským způsobem zabezpečovat.

## PŘEDÁNÍ MEDAILÍ ČS. SPOLEČNOSTI PRO MECHANIKU při ČSAV

Při příležitosti 20. výročí založení Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV byly na valném shromáždění dne 20.11.1986 předány první čestné plakety. Hlavní výbor je udělil třem nejvýznamnějším představitelům československé mechaniky a zasloužilým členům Společnosti.

Čestná plaketa Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV byla předána akademiku Karlu Julišovi, místopředsedovi ČSAV za jeho dlouholetou původní, mimořádně úspěšnou a mezinárodně uznávanou vědeckou a řídící činnost v oblasti mechaniky a její realizaci v rámci závažných technických projektů pro československé strojírenství a v neposlední řadě za jeho přínos ve funkci předsedy naší Společnosti.

Další čestná plaketa ČsSM při ČSAV byla předána akademiku Jaroslavu Němcovi, členu prezidia ČSAV, za originální tvůrčí činnost v oblasti speciálních oborů mechaniky, zejména v úzké spolupráci s průmyslovými resorty, za vytvoření vědecké a mezinárodně uznávané školy mezních stavů a za významné přínosy v oblasti výchovy mladé technické generace a při popularizaci vědy.

Třetí čestná plaketa ČsSM byla předána členu korespondentu Janu Jeriemu, dlouholetému místopředsedovi naší Společnosti, za jeho zásadní přínos a obětavou činnost pro rozvoj oboru mechaniky v ČSSR a za jeho významnou a dlouholetou reprezentaci československé vědy v čele čs. národního komité IUTAM. Naše Společnost si váží jeho rozsáhlé badatelské činnosti, zejména ve vztahu k průmyslovým resortům a vysokým školám.

Hlavní výbor Československé společnosti pro mechaniku při ČSAV rovněž udělil za dlouholetou a úspěšnou vědeckou činnost, která přispěla novými a původními poznatky k rozvoji mechaniky a k jejímu uplatnění v čs. průmyslu, svou plaketu "Za zásluhy o rozvoj mechaniky" těmto pracovníkům:

Doc. Ing. Otakar D a n ě k, CSc.

za vybudování čs. vědecké školy v oblasti analýzy a syntézy dynamických soustav se zaměřením na identifikaci strojních konstrukcí, která získala mezinárodní uznání a za jeho účinnou spolupráci při rozvoji naší Společnosti ve funkci vědeckého tajemníka.

Ing. Rudolf D v o ř á k, CSc.

za originální teoretické a experimentální práce v oblasti dynamiky plynů, které doznaly mezinárodní uznání, a za jeho obětavou a cílevědomou činnost při spoluřízení Společnosti po dobu více než 14 let.

Doc. Ing. Ladislav F r ý b a, DrSc.

za významné a mezinárodně oceněné vědecké práce z oblasti stability a dynamiky stavebních konstrukcí a za neocenitelné zásluhy o výchovu nové generace vědeckých pracovníků.

Doc. Ing. Jan J a v o r n i c k ý, DrSc.

za dlouholeté vynikající zásluhy o rozvoj novodobé experimentální mechaniky s originálními vědeckými přínosy, uznávanými i v zahraničí a rozsáhle využívanými v čs. průmyslu. Jeho neopomenutelnou zásluhou je rovněž přínos k rozvoji naší Společnosti, zejména ve funkci místopředsedy Společnosti a dlouholetého předsedy sekce Experimentální mechanika.

Doc. Ing. Ladislav K l a b o c h, CSc.

za původní práce v oboru experimentálních metod pružnosti s významným hospodářským přínosem, zejména v užití při řešení závažných provozních havarií a za vynikající dlouholetou pedagogickou činnost a aktivní práci v hlavním výboru naší Společnosti.

Ing. Zdeněk M o r a v e c, DrSc.

za originální vědeckou činnost v oboru mechaniky tekutin s výskytmi oceněnými v čs. energetickém strojírenství, zejména při stavbě parních turbin, turbokompresorů, ventilátorů a čerpadel a za jeho významné přínosy při rozvoji naší Společnosti.

Prof. Ing. Miroslav Pícha, člen korespondent ČSAV za originální práce v oboru vnitřní aerodynamiky lopatkových strojů a jejich praktické využití v čs. průmyslu, za mimořádně úspěšnou mezinárodní činnost v zemích RVHP ve prospěch čs. technických věd a aktivní přínos k rozvoji naší Společnosti.

Prof. RNDr. Jan Polásek, DrSc. za jeho vynikající vědeckou činnost v oblasti matematických metod v mechanice tekutin úspěšně aplikovanou při návrhu lopatkových strojů a za jeho neocenitelné zásluhy při rozvoji užité matematiky v ČSSR. Společnost zejména oceňuje jeho iniciativu a veliké zásluhy na založení Společnosti a konstituování její činnosti.

RNDr. Ladislav Prášek, CSc. za původní přínos k rozvoji vědního oboru mechaniky zejména v oblasti optimálního dimenování výkonných strojů a zařízení a jejich úspěšné realizace v technické praxi v k.p. Škoda a za dlouholetou a obětavou činnost v hlavním výboru Společnosti a ve vedení plzeňské pobočky.

Doc. Ing. Jaroslav Valtá, DrSc., člen korespondent ČSAV za dlouholeté vynikající zásluhy o rozvoj technické mechaniky a její užití při stavbě velkých strojů a strojních zařízení, za rozvoj nových vědních oblastí mechaniky (především biomechaniky) a za důsledné zavádění nových a perspektivních metod, za významný přínos k rozvoji mechaniky jako vědního oboru i k získání prestiže čs. mechaniky na domácím i mezinárodním foru, za významný přínos k rozvoji Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV ve funkci jejího dlouholetého předsedy.

Plakety předal dne 15. prosince 1986 na schůzi rozšířeného předsednictva Čs. společnosti pro mechaniku jmenovaným pracovníkům člen prezidia ČSAV akademik Jaroslav Němec, spolu s předsedou Společnosti členem korespondentem ČSAV Jaroslavem Valentou.

Přejeme našim zasloužilým pracovníkům do příštích let pevné zdraví, pohodu a další úspěchy ve prospěch naší vědy a techniky.

#### K TŘÍSTÉMU VÝROČÍ VYDÁNÍ NEWTONOVÝCH PRINCIPIÍ



Sir Isaac Newton.

V roce 1684 Sir Isaac Newton (1642-1727) zveřejnil část svých výzkumů pod názvem *De Motu Corporum (O pohybu těles)*. Ta- to kniha, revidovaná a rozšířená, se stala pak první částí Principií. Ani *De Motu* ani *Principia* by zřejmě nevyšly, nebýt Edmunda Halleyho (1656-1742), který Newtona přesvědčil, aby dílo po dlouhých odkladech přeče jen vydal. Výsledkem této snahy byl rukopis *Philosophia Naturalis Principia Mathematica*, předaný 28. dubna

1686 Britské královské společnosti. V květnu téhož roku rada společnosti dala souhlas s vydáním, avšak konstatovala, že pokladna společnosti je zcela vyčerpána předchozím vydáním knihy o chování ryb (Willughby: *De historia piscium*). E. Halley, sám žádný boháč, se nabídl, že Principia vydá na vlastní náklady: v červnu roku 1687 dílo vyšlo - malý kvartový svazek o 500 stranách, prodávaný v té době za 9 šilinků. Náklad není přesně znám, odhaduje se na 300 - 400 výtisků. Univerzitní knihovna v Praze vlastní výtisk prvního vydání z pozůstatku hraběte Kinského, z něhož zde uveřejňujeme reprodukci titulní stránky a stránky obsahující formulaci pohybových zákonů.

# PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.

Autore J. S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos Professore Lucaiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. P E P Y S, Reg. Soc. PRÆSES.  
Julii 5. 1686.



Londoni,  
Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Streater. Prostant Venales apud Sam. Smith ad insignia Principis Williae in Coemiterio D. Pauli, aliasq; nonnullos Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

Principia, které Laplace nazval "nejvýznačnějším dílem, jaké lidský génius stvořil", začínají úvodem, kde Newton zavádí časoprostorové pojmy, vzdává svůj hold Galileovi a vyvozuje z jeho experimentálních výsledků známé pohybové zákony, nazývané dnes jeho jménem.

[ 12 ]

## AXIOMATA SIVE LEGES MOTUS

Lex. I.

*Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.*

Projectilia perseverant in motibus suis nisi quatenus a resistentia aeris retardantur & vi gravitatis impelluntur deorsum. Trochus, cuius partes cohærendo perpetuo retrahunt se se a motibus rectilineis, non cessat rotari nisi quatenus ab aere retardatur. Majora autem Planetarum & Cometarum corpora motus suos & progressivos & circulares in spatiis minus resistentibus factos conservant diutius.

Lex. II.

*Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.*

Si vis aliqua motum quenvis generet, dupla duplum, tripla tripulum generabit, sive simul & semel, sive gradatim & successivè impressa fuerit. Et hic motus quoniam in eandem semper plagam cum vi generatice determinatur, si corpus antea movebatur, motus eius vel conspiranti additur, vel contrario subducitur, vel obliquo oblique adjicitur, & cum eo secundum utriusq; determinacionem componitur.

Lex. III.

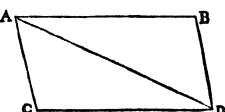
*Actioni contrariam semper & aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales & in partes contrarias dirigi.*

Quicquid premit vel trahit alterum, tantundem ab eo premitur vel trahitur. Siquis lapidem digito premit, premitur & hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi allegatum trahit, retrahetur etiam & equus aequaliter in lapidem: nam funis utrinque distentus eodem relaxandi se conatu urgebit Equum versus lapidem, ac lapidem versus equum, tantumque impediet progressum unius quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens, motum ejus vi sua quomodo cum mutatione mutaverit, idem quoque vici sim in motu proprio candem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob aequalitatem pressionis mutuae) subibit. His actionibus aequales sunt mutationes non velocitatum sed motuum, (scilicet in corporibus non aliunde impeditis:) Mutationes enim velocitatum, in contrarias itidem partes factae, quia motus aequaliter mutantur, sunt corporibus reciproce proportionales.

#### Corol. I.

*Corpus viribus conjunctis diagonalem parallelogrammi eodem tempore describere, quo latera separatis.*

Si corpus dato tempore, vi sola  $M$ , ferretur ab  $A$  ad  $B$ , & vi sola  $N$ , ab  $A$  ad  $C$ , compleatur parallelogrammum  $ABDC$ , & vi utraq; feretur id eodem tempore ab  $A$  ad  $D$ . Nam quoniam vis  $N$  agit secundum lineam  $AC$  ipsi  $BD$  parallelam, haec vis nihil mutabit velocitatem accedendi ad lineam illam  $BD$  a vi altera genitam. Accedit igitur corpus eodem tempore ad lineam  $BD$  sive vis  $N$  imprimatur, sive non, atque adeo in fine illius temporis reperiatur alicubi in linea illa.



Kniha I Principií obsahuje první tištěnou zmínku, týkající se jeho metody fluxi - předchůdce infinitesimálního počtu. Newton nazýval proměnné fluentami a označoval je písmeny, například  $x$ ,  $y$ . Zavedl symbol  $\alpha$ , který považoval za velmi malý časový interval. Veličiny  $\alpha$  a  $\alpha^2$  pak byly malé přírůstky fluent v čase. Poměrem  $\alpha/\alpha^2$  označoval okamžité

změny  $y$  a  $x$  - tedy tečnu ke křivce  $F(x,y)=0$ . Rychlosti, s nimiž se fluenty mění nazýval fluxemi a označoval je nejdříve  $p$ ,  $q$ , později pro ně zavedl označení  $x'$ ,  $y'$ . Veličiny, k nimž  $x$  a  $y$  jsou fluxemi (antiderivace), Newton označuje  $x$ ,  $y$ . Newton rozuměl svými fluxemi (derivacemi) především rychlosti. Znamená symbol  $\alpha$  nulu, nebo je to infinitesimální veličina? Newton se pokusil o vysvětlení tohoto stanoviska teorií "prvního a posledního poměru", která obsahuje pojem limity, avšak v takovém tvaru, že ji bylo možné pochopit jen s obtížemi.

#### Poznámka:

Z historie je znám hořký spor mezi Newtonem a Leibnizem o prvenství objevu infinitesimálního počtu. Newton dospěl k svým závěrům v letech 1665-1666, bezprostředně po získání svého bakalářského titulu na Trinity College v Cambridge. Ta byla v té době uzavřena, neboť v Anglii rádila morová epidemie a Newton se uchýlil domů, do Woolthropu (hrabství Lincolnshire) a strávil tam nejplodnější léta svého života - podle jeho pozdějšího tvrzení tam objevil mj. binomickou větu, infinitesimální počet, gravitační zákon a podstatu barev. Dnes je zřejmé, že Newton objevil zásady infinitesimálního počtu asi o 10 let dříve než Leibniz, avšak Leibnizovy práce byly naprostě nezávislé na Newtonových objevech a navíc Leibnizovi přísluší priorita v datu uveřejnění - Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, qua nec irrationales quantites moratur et singulae pro illi calculi genus. (Nová metoda pro maxima a minima, jakož i pro tečny, která platí i pro lomené a iracionální hodnoty a pozoruhodný způsob výpočtu k tomuto účelu, Acta Eruditorium, 1684). Leibnizovo pojedání infinitesimálního počtu bylo obecnější, nezávislé na kinematici a geometrickém vyjádření. Leibniz zavedl symboliku a terminologii, kterou používáme dodnes, např.  $dx$  a  $dy$  pro diferenciály  $x$ ,  $y$ , integrační znamení  $\int f(x)dx$ , pojem funkce, termíny calculus differentialis a calculus integralis apod.

Nevraživost dosáhla takové míry, že Newton v roce 1726, deset let po Leibnizově smrti, vyškrtl ze třetího vydání Principií všechny zmínky o tom, že Leibniz vytvořil podobnou infinitesimální metodu. Spor o prioritu trval 200 let, vyvolal hlubokou roztržku mezi anglickými a "kontinentálními" vědci a ve svých důsledcích znamenal zdržení přirozeného vývoje matematiky v Anglii.

Kniha I Principií dále obsahuje odvození Keplerových zákonů ze zákona o přitažlivé síle nepřímo úměrné čtverci vzdálenosti. Probírá se problém dvou těles a jsou odvozeny dráhy planet za předpokladu, že gravitační síly vlivy ostatních nebeských tě-

les jsou zanedbatelné. Kniha I končí úvahami o korpuskulární teorii světla.

Druhá kniha Principií se zabývá pohybem v prostředí s odpořem. Newton předpokládal, že odpor prostředí je úměrný rychlosti pohybujícího se tělesa pro malé rychlosti, pro velké rychlosti řešil případ za předpokladu odporu prostředí úměrného čtverci rychlosti. Dále jsou uvedeny základy hydromechaniky, matematické studium vlnového pohybu a zárodky variačního počtu. Mezi mnoha dalšími fyzikálními koncepcemi se Newton též zabývá šířením zvuku a kritikou Decartovy vírové planetární teorie, podle níž se pohyb planet vysvětluje jako důsledek vírů, které udržují otáčivý pohyb planet kolem Slunce. Newton konstatuje, že "vírová teorie je v naprostém rozporu s astronomickými pozorováními a namísto vysvětlení pohybu nebeských těles pouze mate naše představy o nich".

Třetí kniha Principií nazvaná De Mundi Systemate (O rádu světa) obsahuje odvození teorie universální gravitace. Jsou určeny oběžné dráhy planet a jejich oběžnic a komet. Probírá se teorie přílivu a odlivu, precese bodu rovnodennosti a jsou vysvětlovány nerovnoměrnosti v oběhu velkých planet Jupitera a Saturna jako důsledek vzájemných rušivých gravitačních účinků. Zde jsou položeny základy "problému tří těles". Mezi mnoha důsledky univerzální gravitační teorie, popisovanými v této části Principií, je skutečnost, že země je na pólech sploštělá.

Ředitel pařížské observatoře G.D. Cassini (1625-1712) a jeho syn Jacques (1677-1756) došli na základě chybných geodetických měření k závěru opačnému, totiž že země je sploštělá na rovníku. Francouzská akademie věd v důsledku těchto rozporných názorů se rozhodla vyjasnit záležitost novým geodetickým měřením. V roce 1735 (osm let po Newtonově smrti) byla vyslána expedice do Ecuadoru pod vedením La Condamina, a jiná do Laponska, vedená Maupertistem. Voltaire celou záležitost se zájmem sledoval, Maupertis neměl příliš v lásce a intuitivně cítil, že pravdu má Newton. Ředitel Laponské expedice nazval markýzem polárního kruhu a La Condaminovi adresoval posměšné dvojverší

Vous avez confirmé dans les lieux pleins d'ennui  
Ce que Newton connut sans sortir de chez lui.

To, co jste dokázal a potil krev a sůl,  
to Newton pochopil, aniž se z domova hnul.

(Překlad PhDr. L. Vášová)

Dlouhá léta po vydání se Principie setkávaly se značnou oponicí. Nejvýznamnější matematici konce 17. století - Huygens, Leibniz, John Bernoulli a Cassini se postavili proti Newtonově gravitační teorii. Až do roku 1745 teorie pohybu nebeských těles nedosáhla úrovně popsané v Principiích a po dalších 40 let se pozornost vědeckého světa upírala výlučně k jistým jevům, které byly ve zdánlivém rozporu s Newtonovou gravitační teorií. Ze srovnání záznamů o pohybu Jupitera a Saturna plynulo, že průměrná úhlová rychlosť Saturna při pohybu kolem Slunce klesá, zatímco úhlová rychlosť Jupitera roste. Z toho se dovozovalo, že podle třetího Keplerova zákona se Jupiter k Slunci neustále přibližuje, zatímco Saturn se od Slunce vzdaluje. O vysvětlení tohoto jevu se bez úspěchu pokusili Euler a Lagrange. Laplace v roce 1773 (tehdy čtyřiaadvacetiletý) podal vysvětlení - nepravidelnost v oběhu velkých planet není sekulární, ale periodická s velmi dlouhou dobou periody. Pozdější astronomická pozorování Laplaceovu teorii plně potvrdila.

Principie, největší Newtonovo dílo, nejsou jeho jedinou publikací. Newton byl však tak citlivý vůči kritice, že po útocích R. Hookea a dalších, jimž byl vystaven po vydání svého revolučního článku o podstatě barev a světla v Philosophical Transactions v roce 1672, se rozhodl nic ze svých výzkumů nezveřejňovat. Dlouho skutečně nic nevydal, až do doby, kdy ho Halley přemluvil k vydání Principií. Mezitím dvakrát přepsal svůj rukopis o infinitesimálním počtu a jeho další dílo o optice též zůstalo v rukopise. R. Hooke, prezident Britské královské společnosti, v roce 1702 zemřel, Newton se o rok později sám stal prezidentem společnosti a jeho nechuť k publikování se poněkud zmírnila. V roce 1704 vyšla jeho Optika se dvěma přílohami, totiž De quadratura curvarum a Enumeratio linearum tertii ordinis. Kvadratura křivek však vznikla již v roce 1671 a další studie o křivkách třetího rádu byla napsána roku 1676. Jeho další dílo Arithmeti-

ca universalis, obsažená již v algebraických přednáškách z let 1673-1683, byla uveřejněna až v roce 1707.

Kniha kladla a dodnes klade mimořádné nároky na čtenáře: je psána v latině, používá se důsledně Apolloniova geometrická metoda výkladu, zavádí se pojem fluxí, který byl cizí jeho současníkům pro svou novost a dnešním čtenářům špatně pochopitelný pro neobvyklost zápisu. Modernímu čtenáři je kniha dostupná v anglickém překladu z 18. století, překladatelem byl Andrew Motte, revizi provedl Florian Cajori v obnoveném vydání University of California Press, 1934. Kniha nikdy nebyla přeložena do češtiny, vyšla však v Praze již v roce 1776, vydavatelem byl Jan Tesánek (1728-1788), matematik, profesor pražské University Karlovy.

Důležitou roli při popularizaci Newtonova díla sehrál Halleyho výtah z Principií, původně napsaný pro krále Jamese II. a později publikovaný v Phil.Trans. No 186, Jan., Feb., Mar., 1687. Výtah je v angličtině a poskytuje jasný a srozumitelný obsah Principií i výklad Newtonových myšlenek.

O velikosti Newtonova génia svědčí i jeho schopnost uvědomit si slabiny systému světa, který předkládá. V závěru třetí knihy uvádí:

"Až dosud jsem vyložil jevy nebe a moře silou tíže, ale příčinu tíže jsem nikterak neudal. Tato síla se rodí z nějaké příčiny, která proniká bez zmenšení až do středu Slunce a planet a která nepůsobí podle velikosti povrchu částic, na něž působí, ale podle velikosti pevné masy, jejíž působení dosahuje do ohromných vzdáleností, přičemž jí ubývá se čtvercem vzdálenosti. Příčinu těchto vlastností tíže jsem však nemohl z jevu odvodit a hypotézy nevytvářím (*hypotheses non fingo*). A tak stačí, že tíže existuje a působí podle zákonů, které jsme vyložili a že vyhovuje všem pohybům těles na zemi i na moři".

Newtonův model světa, založený na absolutním prostoru a čase a krásný svou blízkostí k mechanismu běžně pozorovatelné okolní reality, vydržel bez nutných revizí 200 let.

Albert Einstein k tomu řekl ku příležitosti dvoustého výročí Newtonova úmrtí:

"Teorie relativity přeměnila newtonovsky absolutní a nehybný prostor ve fyzikální konstrukci, která má životně důležitý význam. Pouze v kvantové mechanice přestala Newtonova diferenciální metoda odpovídat skutečnosti, opustila se strohá příčinnost. Nechť nám duch Newtonovy metody dá sílu k obnovení souhlasu mezi fyzikální realitou i nejhlubším rysem Newtonova učení - přísnou příčinností".

Ing. M. Okrouhlík, CSc.

#### Literatura

KRAMER, E.A.: *The nature and growth of modern mathematics*. Hawthorn Books, Inc., New York, 1970.

STRUJK, D.J.: *A concise history of mathematics*. G. Bell & Sons, London, 1956.

BOYER, C.B.: *A history of mathematics*. John Wiley & Sons, New York, 1968.

BRONOVSKI, J.: *The ascent of man*. BBB, London, 1973.

COHEN, I.B. (editor): *Isaac Newton's papers and letters of natural philosophy*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1958.

Zájem o hry se prolíná celou historií moderní matematiky. Současně s kybernetikou se rozvíjela i teorie her: tu dnes po-važujeme za matematickou disciplínu, která souvisí s teoretic-kou kybernetikou a s operačním výzkumem. Zabývá se zkoumáním situací, ve kterých dochází ke střetání zájmů jednotlivců ne-bo skupin. Cílem je určit nejracionálnější možné chování účast-níků v konfliktních situacích. Tato disciplína má velký význam např. v ekonomice.

Vraťme se však ke hrám, které slouží spíše ke společenské zábavě a k rekreaci. Některé z nich využívají pouze náhody, u jiných závisí úspěch také - nebo dokonce výlučně - na znalos-tech, dovednostech a zkušenostech hráče. I tyto hry byly a jsou předmětem zájmu matematiků, zvýrazněným v současnosti velkým rozšířením osobních počítačů s nebyvalými technickými možnostmi. Jednou z her, jejíž základ spočívá čistě v mechanice, je kuleč-ník. Objevil se v 16. století na dvoře Karla IX. ve Francii a stal se brzy přepychovou hrou pro nejvyšší společenské vrstvy. Zvlášt horlivě se této hře věnovali Ludvík XIII. a Ludvík XIV. Do konce 17. století byla hra vyhrazena výlučně panovníkovi a šlechtě. Teprve v 18. století se objevily první kulečníkové sto-ly ve veřejných místnostech, avšak i tehdy šlo ještě o výsadní hru, která nebyla všeobecně povolena. Kulečník zlidověl teprve koncem uvedeného století a zejména v 19. století, kdy se roz-sířil do kaváren po celé Evropě, do Ruska i do Jižní Ameriky. Postupně pronikl i do Severní Ameriky. Měl ovšem mnoho obměn. U nás se ponejvíce hrál francouzský "karambolový" kulečník. V Německu se značně rozšířila hra "pyramidka", při níž má kuleč-níkový stůl v rozích a ve středech dalších stran jamky, tj. dí-ry opatřené pytlíky. Tyto jamky, které má také americký kuleč-ník (pool), se při jiných hrách zakrývaly pokličkami. To poně-kud vadilo, a tak se u nás od konce minulého století vyráběly

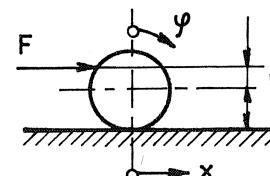
téměř výhradně kulečníky karambolové, tj. bez jamek. Vyráběly je pro tuzemsko i pro vývoz pražské firmy Stočes a Vogel, Neubauer a Žabokrtský. Např. firma F. Žabokrtský vyráběla od roku 1887 průměrně 50 kulečníkových stolů a 500 tág ročně.

Kulečníkový stůl se vyráběl z břidlice 40 mm tlusté nebo z mramoru. Lacinější stoly byly též litinové nebo dřevěné. Deska musila být dokonale roviná a vodorovná. Potahovala se zeleným sukinem. Kavárenské kulečníky mají hrací plochu 1,5 x 2,85 m. Okraje tvoří mantinely potažené pryží. Hrací koule jsou slonovi-nové, zpravidla o průměru 52 mm. Tága se klíží ze štěpin jasano-vých, bukových a kokosových. Spodní konec je rozšířen a vylit olovem, horní konec bývá kostěný a je přikrytý kůžičkou, která se křídaje.

Čtenáře bude jistě zajímat, že teoretický rozbor kulečníko-vé hry pochází od Gasparda Coriolise (*Théorie mathématique des effets du jeu de billard*, Paris 1835) a že studii o dynamice té-to hry najdeme i v poznámkách Arnolda Sommerfelda, jenž se pro-slavil zejména svými pracemi z kvantové mechaniky.

Následující úvahy založíme na některých zjednodušujících předpokladech. Až na výjimky, o kterých se zmíníme později, za-nedbáme tření při dotyku mezi koulími. Budeme však počítat s Coulombovým třením mezi koulí a stolem, popř. mantinelem. Také silové působení mezi tágem a koulí si zjednodušíme na pouhý im-puls osamělé síly, která působí většinou vodorovně.

Položme si otázku, kde musíme tágem zasáhnout stojící kou-li, aby se počala valit po stole. Zřejmě to nebude v těžišti, tj. ve vzdálenosti  $r$  nad stolem (obr. 1), ale o něco výše, ve vzdálenosti  $r + e$ . V tom případě získá koule nejen postupnou, ale i potřebnou rotační rychlosť. Připomeňme, že moment setrvačnosti koule k libovolné centrální ose je  $\frac{2}{5} mr^2$ . Silový im-puls  $\int F dt$  udělí kouli hybnost  $m\dot{x}_0$  a impuls  $\int F edt$  mo-mentu síly jí dodá moment hybnosti  $\frac{2}{5} mr^2 \dot{\varphi}_0$ .



OBR. 1 - 19 -

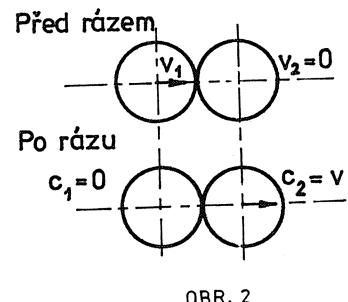
Bude tedy

$$\int F dt = m \dot{x}_0, \quad (1)$$

$$e \int F dt = \frac{2}{5} mr^2 \dot{\phi}_0. \quad (2)$$

Podmínkou valení je požadavek, aby  $\dot{x}_0 = r \dot{\phi}_0$ . Odtud a z předchozích rovnic vyjde  $e = \frac{2}{5} r$ . Zasáhneme-li tedy kouli ve výšce  $\frac{2}{5} r$  nad stolem, docílíme čistého valení. Zasáhneme-li kouli v jiné výšce, bude se po stole nejen odvalovat, ale i smýkat. Kdyby se koule pouze smýkala a neotácela, neměla by žádný spin. Tak by tomu bylo kratičký okamžik po nárazu tāga do stojící koule ve výšce  $r$  nad stolem. Zasáhneme-li kouli výše, bude mít dopředný spin, zasáhneme-li ji níže, půjde o zpětný spin. Rotační osa bude přitom vodorovná a kolmá k dráze.

Sledujeme, co se stane, narazí-li koule, která se posouvá, ale nerotuje, do stojící koule. Předpokládejme přímý centrální ráz (obr. 2).



OBR. 2

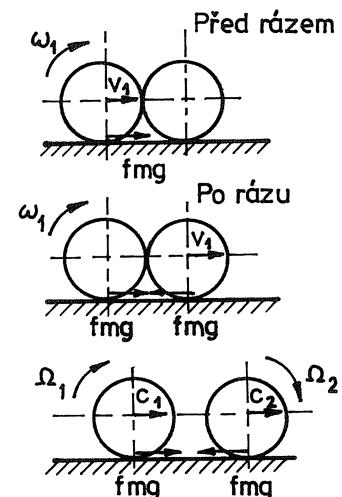
První koule měla před nárazem rychlosť  $v_1 > 0$ , druhá  $v_2 = 0$   
Po nárazu budou mít tyto koule rychlosti

$$c_1 = \frac{1}{2}(1 - \varepsilon) v_1, \quad (3)$$

$$c_2 = \frac{1}{2}(1 + \varepsilon) v_1. \quad (4)$$

Tyto rovnice dostaneme z Newtonovy teorie rázu. Součinitel restituice pro slonovinu  $\varepsilon = 0,89$ . Bude tedy  $c_1 = 0,055 v_1$ ,  $c_2 = 0,945 v_1$ . Položíme-li přibližně  $\varepsilon = 1$  (dokonale pružný ráz), vyjde  $c_1 = 0$ ,  $c_2 = v_1$  (obr. 2). V tom případě si koule pouze vymění hybnosti (první koule zůstane po rázu stát, druhá bude v pohybu pokračovat místo první koule).

Proberme nyní případ přímého centrálního rázu dvou koulí na kulečníkovém stole. Zde je třeba předpokládat, že koule mají kromě translační rychlosti také dopředný nebo zpětný spin. Nechť má narážející koule v okamžiku těsně před nárazem rychlosť  $v_1$  a úhlovou rychlosť  $\omega_1$ , zatímco druhá koule stojí (obr. 3).



OBR. 3

Je-li  $\omega r_1 > v_1$ , působí třecí síla  $f_{mg}$  na první (levou) kouli vpravo. Protože zanedbáváme tření mezi koulemi, ne-

může rázová síla ovlivnit rotaci koulí. Bezprostředně po nárazu bude tedy spin koulí stejný jako před nárazem, ale hybnost obou koulí se vymění (za předpokladu dokonale pružného rázu). Vzápětí se dají obě koule do pohybu za současného smýkání a valení. Zanedbáme-li valivý odpor, bude zřejmě

$$c_1 = fgt, \quad c_2 = v_1 - fgt, \quad (5, 6)$$

$$\Omega_1 = \omega_1 - \frac{5}{2} \frac{fg}{r} t, \quad \Omega_2 = \frac{5}{2} \frac{fg}{r} t. \quad (7, 8)$$

První i druhá koule pokračují v pohybu směrem od hráče. Je to tedy tzv. protažený strk (protažený štouch). První koule je třecí silou zrychlována a její rotace zpožďována, až po čase

$$t_1 = \frac{2}{7} \frac{r\omega_1}{fg} \quad (9)$$

začne rovnoměrné čisté valení s rychlostí

$$\bar{c}_1 = \frac{2}{7} \frac{v_1}{fg} \quad (10)$$

Druhá koule, která ihned po rázu získala postupnou rychlosť  $v_1$ , je třecí silou zpožďována, ale její rotační pohyb je zrychlován, až po době

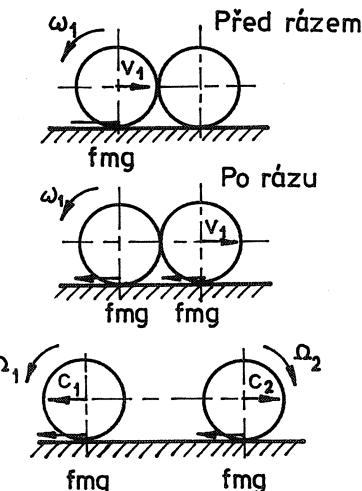
$$t_2 = \frac{2}{7} \frac{v_1}{fg} \quad (11)$$

smýkání ustane a následuje rovnoměrné čisté valení rychlostí

$$\bar{c}_2 = \frac{5}{7} v_1. \quad (12)$$

Jak se poměry změní, narazí-li do stojící koule jiná koule opět rychlosť  $v_1$ , ale se zpětným spinem podle obr. 4. Poměry druhé koule se nezmění. První koule se bude po nárazu vracet s postupnou rychlosťí  $c_1$  a s úhlovou rychlosťí  $\Omega_1$ ,

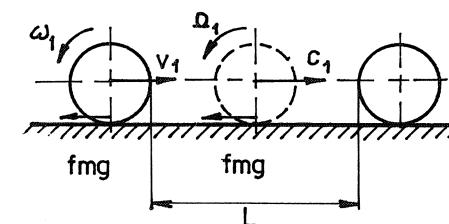
pro něž stále platí vztahy (5, 7), avšak smysl pohybu je opečný (obr. 4).



OBR. 4

Je to tedy tzv. tahák (koule se po nárazu vraci).

Jak docílit toho, aby první koule ve vzdálenosti  $L$  od druhé koule měla v okamžiku nárazu nulový spin (a tedy zůstala po nárazu stát)? První kouli musíme na počátku udělit zřejmě nejen postupnou rychlosť, ale také zpětný spin (obr. 5).



OBR. 5

Vyjde

$$c_1 = v_1 - fgt, \quad (13)$$

$$\Omega_1 = \omega_1 - \frac{5}{2} \frac{fg}{r} t. \quad (14)$$

Spin bude nulový v okamžiku  $t_0$ , pro který vyjde z rovnice (14)

$\Omega_1 = 0$ . Dostaneme

$$t_0 = \frac{2}{5} \frac{\omega_1 r}{fg}. \quad (15)$$

Za tu dobu urazí první koule dráhu

$$L = v_1 t_0 - \frac{1}{2} f g t_0^2. \quad (16)$$

Dosazením (15) do (16) získáme kvadratickou rovnici, z níž vyjde menší z obou kořenů

$$\omega_1 r = 2,5 v_1 \left[ 1 - \sqrt{1 - 2 f g L / v_1^2} \right]. \quad (17)$$

Druhý kořen nevyhovuje úloze. První koule narazí do druhé s nulovým spinem a s rychlostí

$$c_1(t = t_0) = v_1 \sqrt{1 - 2 f g L / v_1^2}. \quad (18)$$

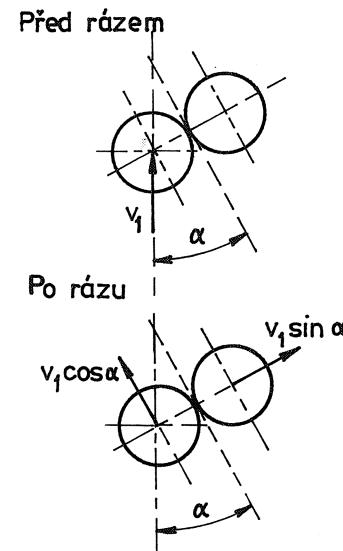
Má-li být tato rychlosť nenulová a reálná, musí být

$$v_1 > \sqrt{2 g f L}. \quad (19)$$

Na pravé straně nerovnosti je rychlosť volného pádu s výšky  $fL$ . Je-li splněna podmínka (19) a úhlová rychlosť  $\omega_1$  je větší než podle vztahu (17), bude mít první koule v okamžiku nárazu ještě

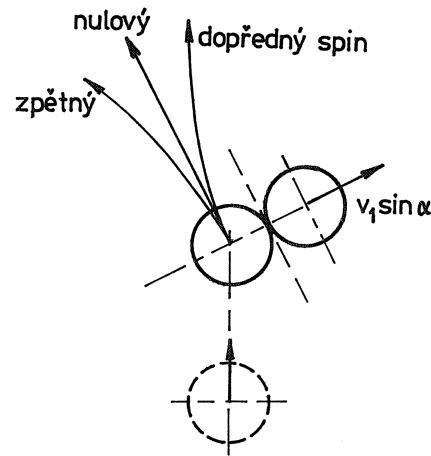
zpětný spin a bude se po nárazu vracet (tahák). V opačném případě, bude-li  $\omega_1$  menší než vychází z rovnice (17), půjde o protažený strk.

Až dosud jsme se zabývali případem, kdy se středy obou koulí pohybovaly po téže přímce. Narazí-li první koule do druhé excentricky (obr. 6), nemůže rázová síla působící mezi dokonale hladkými koulemi ovlivnit jejich rotaci, ani složku rychlosti spadající do směru tečny.



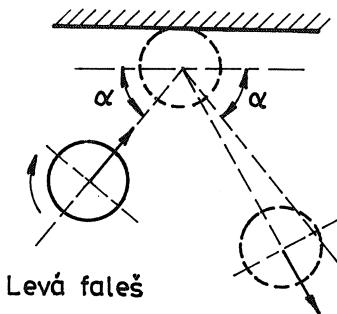
OBR. 6

Druhá koule se proto začne pohybovat ve směru spojnice středů koulí rychlosťí  $v_1 \sin \alpha$  (za předpokladu dokonale pružného rázu) a první koule se odchýlí do směru kolmého k této spojnicě s rychlosťí  $v_1 \cos \alpha$ . Dráhy obou koulí budou proto po nárazu vzájemně kolmé (při nedokonale pružném rázu by byl úhel mezi oběma dráhami o něco menší než pravý). Dráha druhé koule je přímočará. O první kouli to platí jen tehdy, měla-li první koule při nárazu nulový spin. V opačném případě se dráha první koule vlivem tření mezi koulí a stolem parabolicky zakřivuje (obr. 7).



OBR.7

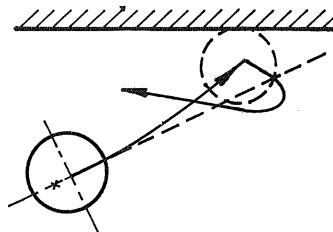
Působí-li na kouli silový impuls mimo vertikální rovinu proloženou středem koule rovnoběžně s tágem, udělí se tím kouli také rotace kolem vertikální osy (vrtný pohyb). Jeví-li se tato rotace při pohledu shora ve směru hodinových ručiček, je to levá faleš (v opačném případě jde o pravou faleš). Koule s levou falší se od mantinelu odráží tak, že se její dráha pootočí proti očekávanému směru ve smyslu hodinových ručiček (obr. 8).



OBR.8

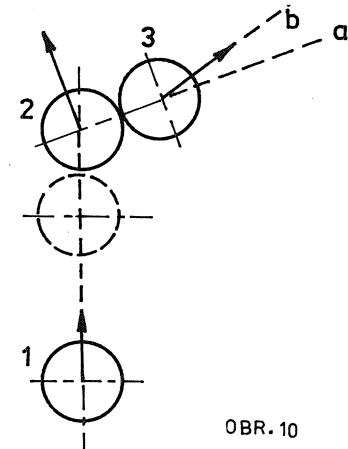
- 26 -

Levá či pravá faleš se může superponovat k dopřednému či zpětnému spinu. Osa rotace zůstává v tom případě v rovině kolmé k dráze, ale je skloněna obecně šikmo k rovině stolu. Nejsložitější pohyb se kouli udílí strkem shora, zvaným massé. Při něm směřuje tāgo na kouli mírně odkloněné od vertikály a narazí v místě nedalekém od nejvýše položeného bodu koule. Osa uděleného rotačního pohybu má v tomto případě obecný směr. Účinkem sil tření se pak dosahuje zvláštních efektů (srov. s obr. 9; bod nárazu tāga je označen křížkem).



OBR.9

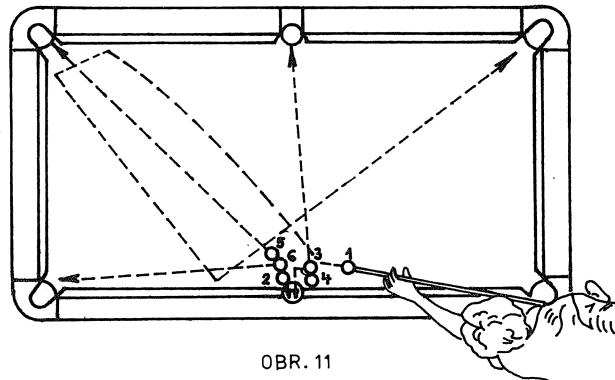
Tření mezi koulemi je třeba uvažovat v případě tzv. zamrzlých koulí (stojící koule, které se dotýkají). Tehdy se rázová síla zvětší natolik, že si koule vlivem třecí síly sdělují i rotační pohyb a dojde k odchylce od očekávané dráhy (třetí koule se vlivem impulsu od třecí síly pohybuje po dráze b místo po dráze a, obr. 10).



OBR.10

- 27 -

V článku J. Walkera (Scientific American, July, 1983) se uvádí příklad televizní exhibice Steve Mizeraka, který dokáže - s pravděpodobností úspěchu asi 0,75 - jedním úderem na první kouli poslat do jamek všech šest koulí rozestavěných podle obr. 11.



OBR. 11

První kouli je nutno udělit levou faleš a protažený strk. Na třetí kouli působí při nárazu tři síly. Jedna působí ve spojnici středu první a třetí koule, druhá leží ve spojnici středu třetí a čtvrté koule. Protože jde o zamrzlé koule, působí mezi třetí a čtvrtou koulí třecí síly (na třetí kouli působí vpravo). Výslednice těchto sil způsobí, že třetí koule narazí do šesté a ta posléze zapadne do levé jamky. Mezitím se dá do pohybu čtvrtá koule. Ta byla nárazem třetí koule doražena k mantinelu a odrazila se poněkud vlevo od kolmice k němu (neboť třetí a čtvrtá koule byly zamrzlé a čtvrtá koule získala při nárazu pravou faleš). Zamířila do střední jamky. Šestá koule byla původně zamrzlá mezi druhou a pátou koulí. Po nárazu třetí koule vznikly tři síly působící ve spojnicích středů dotýkajících se koulí a také třecí síly. Výsledkem je pohyb šesté koule do levé jamky. Druhá koule si to zamíří do nejbližší jamky a pátá do levé rohové jamky. Nejsložitější dráhu vykoná první koule, která se po několika odrazech ocitne v pravé jamce. Chtěli byste si to také vyzkoušet?

## PARNÍ TURBINY ŠKODA – ÚSPĚCHY, PROBLÉMY, PERSPEKTIVA

Ing. Josef Drahý, CSc.  
Škoda k.p. Plzen, Závod Energetické strojírenství

### Úvod

V roce 1904 byla vyrobena v závodech Škoda v Plzni první turbina o výkonu 550 koní podle podkladů francouzského profesora Rateau, v roce 1912 první turbina podle vlastní konstrukce. Období od začátku druhé světové války lze charakterizovat jako období velmi tvrdého konkurenčního boje se zahraničními i tuzemskými výrobci vyznačující se výrobou různých typů turbin bez větší opakovatelnosti.

### Důležité mezníky této doby:

- úspěšné zvládnutí výroby a provozu dvou turbin 21/23 MW stavených na tehdejší dobu na velmi vysoké parametry 12 MPa, 480°C s přihříváním páry. (Každá z těchto turbin odpracovala do doby zrušení v elektrárně Třebovice více než 160 000 provozních hodin)
- založení vlastního aerodynamického výzkumu s pokusnou parní turbinou
- prosazení se na světovém trhu jednoduchou konstrukcí turbin, jejich nízkou cenou a krátkými dodacími lhůtami
- získání podpory pro obor v Ústředním výzkumném ústavu Škoda především v oblastech teoretické a aplikované mechaniky a metalurgie

Ke kvalitativním změnám dochází po osvobození ČSSR při přechodu k výstavbě socialistického státu. Delimitace výroby v roce 1956 umožňuje soustředění výzkumu, vývoje a později vybudované výrobní základny na jednotky velkého výkonu. Stavba typových elektráren v ČSSR dovolila koncentraci na určité "nosné" typy, jimiž se staly postupně turbiny 50 - 110 - 200 MW (tato řada vyvrcholila turbinou 500 MW), v současné době je nosným typem turbina 220 MW na sytu páru pro jaderné elekt-

trárny s tlakovodními reaktory VVER - 440. Nosný typ představuje v každém období cca 50% roční produkce, zbytek jsou turbiny různých typů určené především k exportu do celé řady zemí. Přibližně na polovinu se též dělí dodávky pro tuzemské a pro export. [1]

Důležitost tohoto přístupu dokumentuje skutečnosti, že takto bylo vyrobeno v nosných typech:

- celkem 60 turbin o výkonu 110 MW (a dalších 32 jednotek podle licenční dokumentace v Indii)
- 29 turbin 200 MW
- až dosud 16 turbin 220 MW na sytu páru, dalších 12 je ve stadiu výroby resp. objednáno.

Významně se změnila i charakteristika výzkumné základny oboru parních turbin. Již déle než 15 let zajišťuje VVZ vlastního závodu přibližně jednu třetinu potřebných výzkumných prací, další třetina je řešena v Ústředním výzkumném ústavu Škoda, zbývající třetina ve státních výzkumných ústavech, ústavech ČSAV a na vysokých školách. Rozhodujícími partnery závodu v této poslední skupině jsou: Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů v Praze - Běchovicích a Ústav termomechaniky ČSAV.

#### Úspěchy

Období po "energetické krizi" se vyznačuje snížením potřeb ve výstavbě elektráren v celosvětovém měřítku, dochází ke snížení využití na 30...50% výrobních kapacit předních výrobců v západní Evropě a v USA, vybudovaných s ohledem na očekávaný dynamický růst výstavby jaderné energetiky. V této situaci je úspěchem, že při plném vytížení výrobní základny dosáhl export turbin Škoda v 7. PLP maximální hodnoty za dobu trvání oboru a pro následující 8. PLP je na samotném začátku "vyprodán", tj. zajištěno plné vytížení výrobní kapacity. v posledních 10 letech byly turbiny Škoda dodány např. do Dánska, Brazílie, Argentiny, Turecka, Spojených arabských emirátů, SFRJ, Kuby, Albánie, Číny, MLR a dalších zemí.

V současné době je nejvýznačnějším kontrakt na dodávku 2 turbin 500/525 MW pro elektrárnu Shen - Tou II. v ČLR, 2 turbin 250/275 MW pro elektrárnu Felton na Kubě, 4 turbin 220 MW pro jadernou elektrárnu Nord v NDR a první turbiny 1000 MW pro jadernou elektrárnu Temelín.

Provedené rozbory ukazují, že o získání kontraktů rozhoduje udržení na vysoké úrovni celého souboru parametrů, účinnosti, provozní spolehlivosti, provozní pružnosti, požadované životnosti a stupně automatizace řízení provozu, přičemž významnou úlohu hraje i cena, dostatek referencí a kvalitní servis.

Zavedený systém sledování provozní spolehlivosti jednotek 110 MW, 200 MW, 500 MW a 220 MW v čs. fosilních i jaderných elektrárnách umožnil podrobně analyzovat příčiny poruch, stanovit opatření a realizovat je. Výsledkem je velmi nízká havarijní výpadkovost těchto typů turbin, srovnatelná v příslušné výkonové třídě s výsledky předních světových výrobců. Tak např. u 39 sledovaných turbin 110 MW bylo dosaženo v roce 1984 průměrné havarijní výpadkovosti 0,054% (tj. 4,74 hodin za rok) u 19 sledovaných jednotek 200 MW jsou odpovídající hodnoty 0,069% (tj. 6,09 hodin v roce), při přepočtu na 8 760 provozních hodin. Přitom např. sledované turbiny 110 MW jsou v provozu až 125 000 hodin, tj. některé již dosáhly své výpočtové životnosti, kdy lze očekávat podle "vanové" křivky zvýšení havarijních výpadků. Provedené práce v oblasti stanovení zbytkové životnosti rotorů ukazují, že u jednotek 110 MW a 200 MW "první" generace řešených pro životnost 100 000 hodin lze předpokládat dosažení životnosti nejméně 150 000 hodin (u jednotek 200 MW "druhé" generace byla již při řešení uvažována životnost 200 000 hodin).

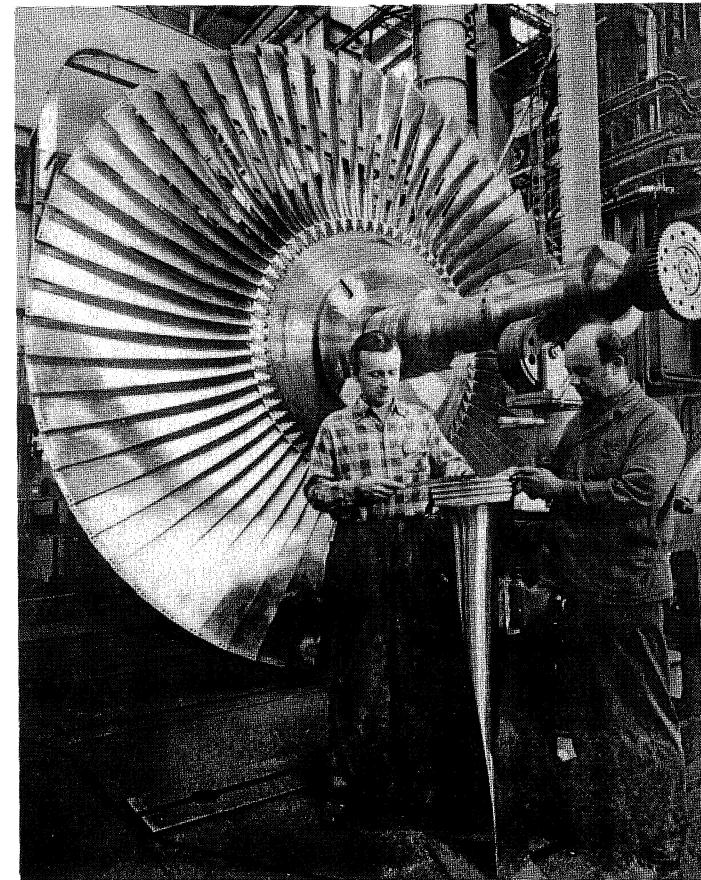
Používaná stavebnicová konstrukce turbin Škoda, vycházející z několika typů VT a ST dílů a dvouproudových NT dílů s řadou dílek oběžných lopatek koncového stupně, umožňuje sestavovat různé typy turbin ze shodných nebo podobných dílů a částí. [2] To umožňuje využití provozních zkušeností i u tzv. prototypů a např. garantování provozní použitelnosti již pro první fázi provozu, podmíněné penalizací.

Významných výsledků bylo dosaženo v konstrukci a výrobě

nízkotlakových dílů velkých parních turbin. Původní koncepce, tj. litinové těleso a rotor skládaného typu, sestávající z hřídele a za tepla namontovaných olopatkovaných disků, polovin spojek a dalších částí, byla jednoduchá z hlediska metalurgie, náročná s ohledem na sestavování rotoru a měla některé nevýhody - především náchylnost tělesa ku vzniku trhlin a nestabilitu sestavení rotorů při teplotně nestacionárních stavech, s možností uvolňování olopatkovaných kotoučů. U tělesa se již před cca 15 lety přešlo na celosvětové ocelové konstrukce, u NT rotorů v poslední době na monoblokové výkovky s patním průměrem do 1 666 mm, vyráběné z ingotů o hmotnosti až 135 tun. Rozměrnější rotory budou svařované z jednotlivých navrtaných kotoučů a koncových čepů. Náročná technologie svařování rotorů byla zvládnuta v souvislosti s vývojem parní turbiny 1 000 MW na sytu páru, kde budou použity v NT dílech svařované rotory s patním průměrem 1 850 mm. [3]

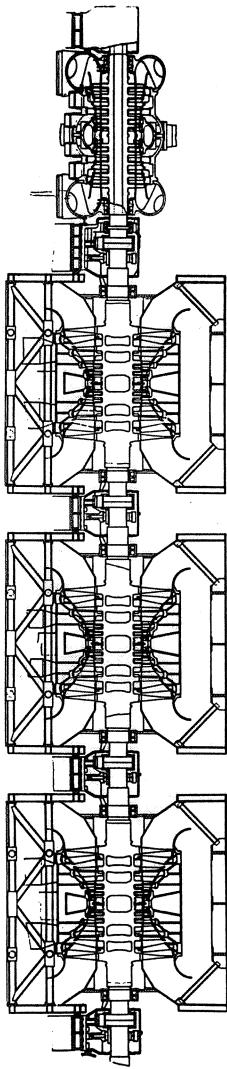
Prosazující se týmovou činnost při řešení rozhodujících dílů a uzlů turbin mezného výkonu lze demonstrovat na příkladu řešení parní turbiny 1 000 MW. V koncovém stupni NT dílu bude použita ocelová lopatka s délkou listu 1 085 mm - snímek pokusného kola pro měření vibrací lopatek za rotace je obr. 1, řez turbinou v obr. 2. Za řešitelského týmu výrobního závodu byly v období cca 6 let realizovány následující výzkumně vývojové činnosti:

- a) termodynamické řešení koncového stupně a jeho aerodynamický návrh ve 2 variantách (VVZ turbin závodu ZES Škoda)
- b) vývoj nové vysokopevnostní, martenziticky vytvrditelné 13% chromové oceli typu Cr Ni Mo Nb, její osvojení a zavedení do výroby výkovků (Ústřední výzkumný ústav Škoda k.p.)
- c) výzkum charakteristik aerodynamicky exponovaných mříží lopatek ve špičkovém řezu (výstupní  $Ma \approx 1,7$ ) a v patním řezu (transonická oblast) ve vysokorychlostním tunelu Ústavu termomechaniky ČSAV Praha
- d) teoretické řešení rozkroutení lopatky při provozu a průběhu namáhání od odstředivých sil v jednotlivých řezech lopatky metodami: skořepinový nosník a MKP (ve Státním výzkumném ústavu pro stavbu strojů v Běchovicích)



Obr. 1

Olopatkovaný koncový stupeň turbiny 1 000 MW, délka lopatky 1 050 mm.



Obr. 2  
Podélný řez turbinou 1 000 MW na sýtu páru, otáčky 3 000 min<sup>-1</sup>.

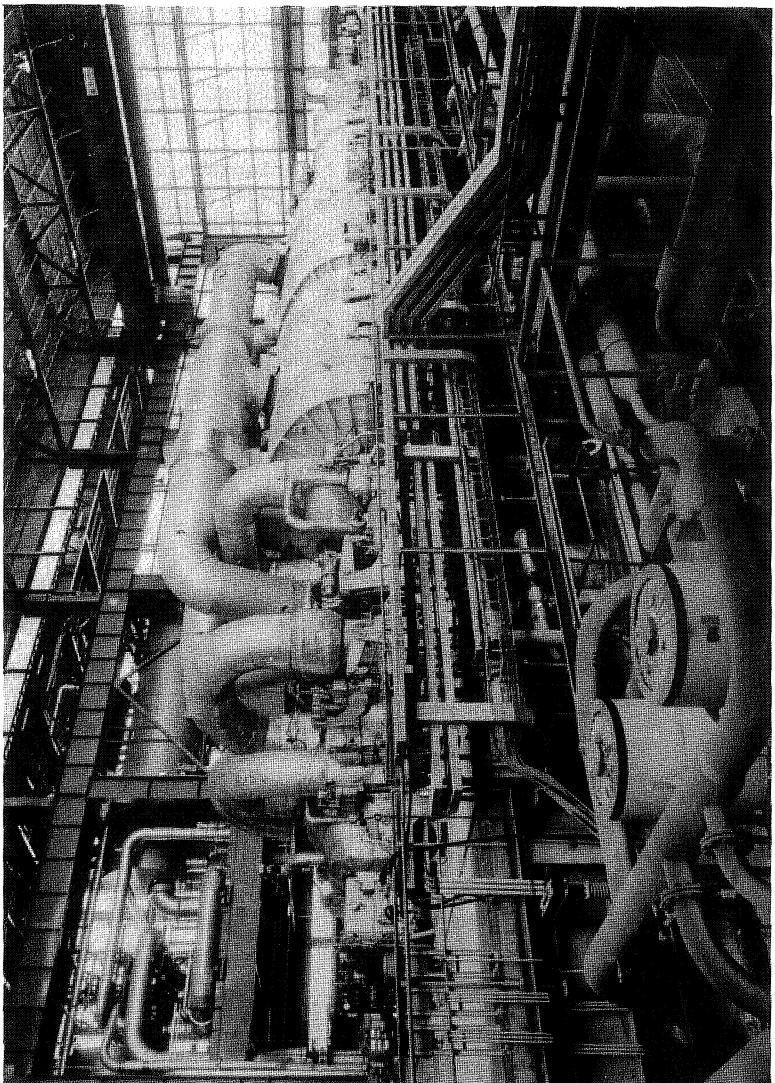
- 34 -

- e) měření rozkroucení volné lopatky za rotace v odstřeďovacím tunelu (VVZ výrobního závodu)
- f) měření rozložení namáhání v jednotlivých profilech lopatky za rotace (VVZ výrobního závodu)
- g) měření frekvenčního spektra lopatek ve 2 variantách (volná lopatka, průběžná vazba přinýtovanými můstky z titanové slitiny) za rotace (Ústřední výzkumný ústav Škoda)
- h) výzkum pevnosti závěsu lopatky trhací zkouškou na trhacím zařízení 10 MW (ve VVU reaktorů výrobního závodu)
- i) vývoj a osvojení technologie výroby lopatek, obloukového závěsu, obloukových drážek ve svařovaném rotoru a dutých rozváděcích lopatek s drážkami pro odsávání vlhkosti (útvary technologie výrobního závodu)

Ve stádiu dokončování a přípravy jsou následující výzkumné práce:

- j) vývoj nového typu protierozních ochran lopatek na bázi slitiny Ni - Fe pro obvodovou rychlosť do  $620 \text{ m.s}^{-1}$  (Státní výzkumný ústav materiálu Praha)
- k) výzkum erozovzdornosti ochran lopatek do rychlosti nárazu kapíček do  $600 \text{ m.s}^{-1}$ , při rozměru kapek  $150\dots450 \mu\text{m}$  (VVZ závodu ZES)
- l) výroba průtočné části modelu NT dílu turbiny v měřítku cca 1 : 5 pro experimentální turbinu s rozdeleným hřídelem, ve které bude prověřována účinnost celého NT dílu i odděleného koncového stupně (Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů Běchovice)
- m) výstavba nové pokusné turbiny, ve které bude ověřována účinnost jednoho proudu VT dílu turbiny v měřítku 1 : 1, při snížených parametrech vstupní páry (VVZ výrobního závodu).

Druhým příkladem týmové činnosti je metodika řešení průtočné části VT dílu turbiny 1 000 MW s podporou počítače, tj. metodou CAD, umožňující dialog návrháře s počítačem a v konečné



ubr. 3  
Strojovna elektrárny Mělník III. s turbosoustrojím 500 MW  
(před montáží zvukozizolačního krytu)

- 36 -

fázi nakreslení výkresů profilů lopatek a jejich sestavení na digigrafu. Toto řešení se uskutečnilo ve spolupráci týmu pracovníků SVÚSS Běchovice a výrobního závodu. Zpracovaná metodika umožnuje řešit průtočnou část velké parní turbiny se sytou resp. vlhkou vstupní parou z hlediska termodynamiky a aerodynamiky (při uvažování specifických zvláštností mokré páry), statické pevnosti a dynamiky oběžných lopatek, statické pevnosti a deformace rozváděcích kol. Výstupem je optimalizované řešení výstupní části, nakreslení výkresů profilů lopatek i jejich sestavení a zpracování děrné pásky pro výrobu oběžných lopatek na speciálním frézovacím stroji, tj. až po stadium CAM - počítačem podporovanou výrobou. [4]

Dalším významným pokrokem je dosažení úrovni automatizace najízdění, zatěžování provozu a odstavování turbosoustrojí, kdy najízdění a zatěžování turbiny se děje automaticky při dodržení předem stanovené hladiny teplotního namáhání kritického místa turbiny, určené z výpočtu životnosti turbiny. Komplexní najetí je řízeno nadřazeným automatem zvaným TURBOSTEP.

#### Problémy

Požadavky na zvyšování kvality dodávaného energetického zařízení vyžadují zlepšování kvality především polotovarů, tj. výkovků turbinových rotorů a odlitrů turbinových těles. Dosažení vysoké kvality rotorů je základní výchozí podmínkou pro dodržení teoreticky stanovené životnosti rotorů. V oblasti metalurgie je zatím nedodrženo zajištění výroby tzv. přesně kovaných dlouhých lopatek, nevyžadujících třískové opracování listu, neboť tuto technologii využívají všichni přední výrobci na Západě při dodávkách přesných výkovků od několika specializovaných firem.

V regulačním systému velkých parních turbin se uplatňuje použití nehořlavé resp. těžko zápalné kapaliny, zvláště v jáderných elektrárnách se zvýšenými nároky na provozní bezpečnost. Systém je ve stavu řešení, bude účelné jeho odzkoušení při některých modernizacích starších turbin.

• V ČSSR dosud nebyl použit nadkritický tlak vstupní páry 24,0 MPa, který se začíná silně prosazovat ve světové praxi

stavby kondenzačních parních turbin o výkonu nad 300 MW. Vzhledem k programu rozvoje čs. energetiky se nejeví reálné nasazení jednotky s nadkritickým tlakem vstupní páry v tuzemsku, prosazení v zahraničí je mimořádně obtížné vzhledem k nedostatku referencí.

Významným problémem u těchto turbin je zvládnutí problematiky zajištění vysoké účinnosti stupňů relativně krátkými lopatkami VT dílu s malou štíhlostí, jež bude vyžadovat kvalitativně nové přístupy ve výzkumu a vývoji.

Závažným problémem se ukazuje zvláště u problémů parních turbin velkých výkonů - zvládnutí problémů dynamiky regulačních ventilů, tj. prouděním vzbuzených vibrací ventilů. Úzce s ním souvisí velmi aktuální a náročná problematika diagnostického sledování provozu velkých parních turbin, s budoucím zapojením diagnostického systému do systému ochran turbiny. Do určité míry je zvládnuta diagnostika mechanického chodu turbiny (s výjimkou chování rotoru v provozu po vzniku trhliny) a teplotního stavu těles, s modelováním teplotního namáhání v rotoru. Na řešení čeká diagnostika přeměny energie v průtočné části turbiny, jež bude zvláště náročná u turbin na mokrou páru a dále šumová diagnostika základních elementů jako např. ložisek, regulačních ventilů, oběžných lopatek koncových NT stupně.

V této kapitole byly naznačeny hlavní problémy, k jejichž řešení se přistupuje v období 8. PLP, při využití spolupráce čs. vědecké a výzkumné základny i zahraničních spolupracujících organizací, především v SSSR a v NDR.

#### Perspektiva

Parní turbiny 220 MW pro jaderné elektrárny přestanou být nosným výrobkem po dokončení výroby 12 jednotek v roce 1989, na jejich místo nastoupí turbina 1000 MW na sytu páru, otáčky  $3000 \text{ min}^{-1}$  s možností odběru tepla ve výši 900 MW (při třistupňovém ohřívání topné vody ze  $60^{\circ}\text{C}$  na  $150^{\circ}\text{C}$ ), což je maximální odběr tepla z jedné turbiny ve světové praxi stavby parních turbin. Turbina 1 000 MW se stane nosným výrobkem oboru po dobu cca 15 let.

Pro čs. energetiku byla modernizována turbina 110 MW s přihříváním páry pro dosažení vyšší termodynamické účinnosti a možnosti odběru tepla do 160 MW, která bude nahrazovat původní turbiny 110 MW s vyčerpanou životností. Výroba modernizovaných turbin 110 MW již byla zahájena, bude pokračovat v průběhu 8.PLP i 9.PLP, tj. do roku 1995. Připravuje se též rekonstrukce turbin 200 MW pro teplárenský provoz, jejíž realizace před vyčerpáním životnosti proběhne v letech 1990 až 2000.

V exportních dodávkách lze předpokládat zvýšení průměrného výkonu dodávaných turbin z dnešních 120...150 MW na dvojnásobek tj. 250...300 MW, a to převážně ve speciálních typech. Jeví se možnost dalšího prosazení turbin 500 MW na zahraničním trhu. (Pro umožnění exportu jednotek 300 MW a 600 MW, kde nemá čs. průmysl reference, je zajišťována licenční spolupráce s francouzskou firmou Alsthom). Bude pokračovat přechod na použití alokovaných NT rorotů s patním průměrem do 1 800 mm. Kromě ocelové lopatky koncového NT stupně s délkou listu 1 200 mm, jejíž použití je na hranici z hlediska aerodynamiky, statické a dynamické pevnosti, bude paralelně řešena velmi robustní lopatka s délkou listu cca 1 000 mm, použitelná u teplárenských turbin, resp. u turbin se zvýšeným výstupním tlakem ("suché chlazení"). V regulačním systému pokračuje vývoj směrem zvyšování tlaku regulační kapaliny při stále širším využití elektronického řízení turbin.

Odběratelé požadují řešení turbin pro životnost rozhodujících exponovaných elementů 200 000 hodin, s prodloužením doby mezi generálními opravami z dnešních 4...6 roků na 8...10 let, při rozšiřujícím se využití provozní diagnostiky. Nosným problémem je zvyšování termodynamické účinnosti turbinových stupňů k mezným "asymptotickým" hodnotám.

Ve výzkumné základně závodu byly zahájeny studijní vývojové práce na řešení turbiny 1 500 MW na sytu páru s otáčkami  $3 000 \text{ min}^{-1}$ . Jejich cílem je identifikovat problematiku mezních elementů této turbiny a zpracovat program výzkumných prací s termínem jejich dořešení k horizontu roku 2000.

- [1] Drahý J.: Perspektivy vývozu parních turbin Škoda. - Revue obchodu (průmyslu) hospodářství, 1984, č.5, s.24-27.

- [2] Drahý J.: Wandlungen in den konstruktiven Schwerpunkten und die Entwicklung der Verfügbarkeitseigenschaften beim Übergang zu Dampfturbinen grosser Einheitsleistung.

- [3] Drahý J.: Die 1 000 - MW - Sattdampfturbine mit Heizdampfleitung der SKODA - Werke Plzeň. - Energietechnik, 34.Jg. 1984, H.7, s.245-249.

- [4] Valha J.: Počítačové konstruování průtokových částí parních turbin. - Zpráva SVÚSS, 1984.

Title, date and location

Chairmen

Euromech 215	Mechanics of sediment transport in fluvial and marine environments 15-19 September 1987 Genova, Italy	Prof.G.Seminara Instituto di Idra- Universita di Ge- nova, Via Montal- legro, 16145 Ge- nova, Italy and Prof.J.Fredsøe, Lyngby
Euromech 220	Mixing and chemical reactions in turbulence flows 18-20 March 1987 Cambridge, U.K.	Prof.K.N.C.Bray University Engi- neering Department Trumpington Street Cambridge,CB2 1PZ U.K.
Euromech 221	The mechanical effects of welding 15-17 June 1987 Lulea, Sweden	Dr.L. Karlsson Department of Me- chanical Eng. Lulea University of Technology 951 87 Lulea Sweden and Mr.J.Hepworth, Marchwood
Euromech 222	Unsteady cavitation and its effects 1-3 June 1987 Wageningen,The Netherlands	Dr.J.H.J.van der Meulen, MARIN Postbus 28 6700 AA Wageningen The Netherlands and Prof.W.Lauterborn Göttingen
Euromech 223	Vibration and stability of axially moving materials 16-18 June 1987 Tampere, Finland	Prof.A.Pramila Tampere University of Technology 33101 Tampere Finland and Prof.B.Akesson, Gothenburg
Euromech 224	Kinetic theory aspects of evaporation and condensation phenomena June 1987 Kardzhaly, Bulgaria	Dr.St. Radev Nat.Comittee for Theoretical and Applied Mechanics Bulgarian Academy of Sciences PO Box 373 1090 Sofia,Bulgaria and Prof.C.Cercignani, Milano

Euromech 225	The aerodynamics of spacecraft 13-15 July 1987 Cranfield, U.K.	Prof.J.L.Stollery College of Aeronautics Cranfield Institute of Technology,Cranfield, Bedford MK43 0AL, U.K. Dr.J.Harvey, London Dr.D.F.Parker Department of Theore- tical Mechanics Nottingham University Nottingham,NG7 2RD,U.K.
Euromech 226	Nonlinear and other non-classical effects in surface acoustic waves 2-5 September 1987 Nottingham, U.K.	and Prof.G.A.Maugin, Paris Prof.G.Verchery EMSE 158 cours Famiel 42023 Saint-Etienne Cedex France
Euromech 227	Mechanical behaviour of adhesive joints 31 Aug.-3 September 1987 Saint-Etienne, France	and Prof.A.H.Cardon,Brussels Dr.P.W.Carpenter Department of Eng.Science University of Exeter North Park Road Exeter,Devonshire,U.K.
Euromech 228	Boundary layer instability and transition 21-25 September 1987 Exeter, U.K.	and Prof.P.Hall,Exeter Prof.Dr.-Ing.W.O. Schiehlen, Institut B für Mechanik Universität Stuttgart Pfaffenwaldring 9 7000 Stuttgart 80 Germany
Euromech 229	Nonlinear applied dynamics 5-9 October 1987 Stuttgart, Germany	Professors R.Zeytounian P.A.Bois and A.Dymant Laboratoire de Méca- nique de Lille U.F.R.de Mathématiques B.P. 36 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex France
Euromech 230	Asymptotique modelling of compressible fluids October 1987 Lille, France	Prof.J.Brilla Inst. of Applied Mathematics and Computing Techniques Comenius University Mlynská dolina 852 15 Bratislava Czechoslovakia
Euromech 231	Constitutive equations in viscoelasticity: applications and methods of solution 6-9 October 1987 Smolenice, Czechoslovakia	and Dr.C.J.S.Petrie Newcastle-upon-Tyne

## KRONIKA

---

Prof. Ing. Dr. FERDINAND LEDERER, DrSc. OSMDESÁTNÍKEM

---



Dne 12. prosince 1986 se  
dožil 80 let náš přední od-  
borník v oboru mechaniky,  
ocelových a dřevěných sta-  
vebních konstrukcí prof.Ing.  
Dr. Ferdinand Lederer,DrSc.,  
laureát Státní ceny Klementa  
Gottwalda, nositel státního  
vyznamenání Za zásluhy o vý-  
stavbu.

Prof. Lederer se narodil v  
Brně. Po absolvování I.čes-  
ké reálky studoval konstruk-  
tivně dopravní směr inže-  
nýrského stavitelství na  
České vysoké škole technic-  
ké. V roce 1929 se stal a-  
sistentem ústavu statiky, a  
stavebné mechaniky a želez-  
ných konstrukcí pozemního  
a vodního stavitelství.  
Již v roce 1934 získal dok-  
torát technických věd, a  
to obhájením práce "Vliv  
nýtového připojení na mo-  
ment veknutí". V r.1936  
vstoupil do praxe. Do r.  
1939 pracoval na ministers-  
tvu pošt a telegrafů v Pra-  
ze. V období let 1939 až  
1942 zastával funkci tech-

nického komisaře města Přerova. Po nabytí praxe v oboru ocelových,  
dřevěných a železobetonových staveb nastoupil v r. 1942 jako pro-  
fesor na Státní průmyslovou školu stavební v Brně. Po osvobození  
v r. 1946 byl jmenován profesorem Slovenské vysoké školy technic-  
ké v Bratislavě a byl pověřen vedením katedry ocelových konstruk-  
cí a mostů. Od r. 1953 působil prof. Lederer opět v Brně. Na fa-  
kultě inženýrského stavitelství a později na fakultě stavební  
Vysokého učení technického vedl katedru mechaniky a katedru oce-  
lových konstrukcí a mostů. V r. 1956 získal vědeckou hodnost dok-  
tora věd. Po tří roky vykonával funkci proděkana fakulty a dva  
roky zastával funkci prorektora VUT v Brně. I po odchodu do dů-  
chodu v r. 1972 přednášel dále obor ocelových konstrukcí, a to

na fakultě architektury ve formě a koncepcí zaměřené na požadavky výchovy inženýra architekta. Ve své pedagogické činnosti obsáhl mimořádně širokou oblast teorie a konstrukce nosných stavebních systémů. Vedle aktivní činnosti přednáškové se zasloužil o rozvoj naší technické literatury, a to zpracováním řady skript a učebních textů i speciálních monografií. K pedagogické činnosti se dále váže i činnost v úloze školitele aspirantů, členství a popřípadě předsednictví v komisích pro státní závěrečné zkoušky v rádném a postgraduálním studiu na vysokých školách i členství v komisích pro obhajoby doktorských a kandidátských disertačních prací.

Na úseku vědeckovýzkumné činnosti se věnoval velmi intenzivně řešení aktuálních problémů v rámci státních a resortních úkolů. Působil též jako koordinátor resortních úkolů ministerstva školství. Badatelská činnost byla zaměřena na otázky stabilitu členěných dřevěných prutů, stabilitu mřížových kulových bání, mechaniku příhradových desek, únosnost kulových styčníků prutových soustav apod. Je rovněž význačným představitelem a specialistou oboru prostorových prutových konstrukcí ocelových a může být považován za zakladatele československé školy deskových příhradových a roštových nosných ocelových systémů.

Prof. Lederer dokázal mimořádně úspěšně a účelně skloubit činnost pedagogickou a vědeckou s činností projekční a spoluprací s praxí, jejímž výsledkem je rozsáhlá řada realizovaných projektů ocelových, dřevěných i železobetonových konstrukcí. Z dřevěných staveb to byla např. střecha výrobny koberců v Náměšti nad Oslavou, 70 m vysoký stožár v Tehově u Prahy, účast na konstrukci tesárnny Plumlov s dřevěnými oblouky velkého rozpunu a svého času vývoj dřevěných mřížových skořepin z latí. K význačným železobetonovým stavbám patří skořepiny pro závod Míru v Bratislavě, koidické skořepiny pro řetězáry v Novém Městě nad Váhom a jiné konstrukce. K význačným realizacím patří okrouhlé prostorové konstrukce tří sálů festivalového kina v Karlíných Varech a velká skladebná lamelová klenba nad víceúčelovou sportovní halou v Prostějově.

Prof. Lederer byl po dlouhá léta intenzivně činný v čs. vědeckotechnické společnosti, a to na krajské i celostátní úrovni. Mnohokrát reprezentoval čs. vědu i stavební praxi aktivní účasti na zahraničních kongresech a mezinárodních sympoziích. Byl členem mezinárodních odborných společností AIPC (Mezinárodní společnost pro mosty a konstrukce) v Zürichu a IAASS (Mezinárodní společnost skořepinových konstrukcí) v Madridu.

Cinnosti prof. Lederera se dostalo řady uznaní a ocenění. Je laureátem Státní ceny Klementa Gottwalda, nositelem Vyznamenání za vynikající práci a Ceny osvobození města Brna. Dále získal Čestné uznání ÚSTARCHu Slovenské akademie věd, Pamětní plaketu SVŠT v Bratislavě, Zlatý odznak ČSVTS aj.

Ve své bohaté a plodné činnosti dokázal prof. Lederer skloubit důkladnou teoretickou průpravu a vysokou vědeckou kvalifikaci s inženýrským přístupem a mimořádným konstruktérským citem pro dimenzi a skladbu při detailním řešení nosného systému.

Upřímně přejeme prof. Ledererovi mnoho dalších úspěchů ve vědecké práci, mnoho dalších realizovaných projektů, pohodu a spokojenost v rodinném kruhu, mezi jeho přáteli, spolupracovníky i žáky.

Doc.Ing. Jindřich Melcher,CSc.  
děkan stav.fak. VUT Brno

## K ŽIVOTNÍMU JUBILEU 60 LET ČLENA KORESPONDENTA ČSAV

### LADISLAVA PŮSTA



Letošního roku oslavuje člen korespondent ČSAV Ing.Ladislav Půst,DrSc., zástupce ředitele Ústavu termomechaniky ČSAV, v plné zdravotní a pracovní svěžesti své významné životní výročí 60 let. Toto jubileum jej zastihuje uprostřed činorodé vědecké, řídící a pedagogické činnosti. Narodil se 26. ledna 1927 v Praze. Po maturitě na vyšší průmyslové škole strojní v roce 1946 vystudoval s vyznamenáním fakultu strojního inženýrství při Českém vysokém učení technickém v Praze. Ihned po ukončení studia v roce 1950 nastoupil do řádné vědecké aspirantury pod vedením prof.Budínského, po jeho úmrtí pod vedením prof.Janatky. Zde

se již zaměřil na svůj pozdější a nynější vědní obor mechaniku těles a jejich soustav, zejména pak na teorii nelineárních kmitů a modelovou techniku. Vědeckou hodnotu kandidáta technických věd získal roku 1955 obhájením disertační práce na téma "Teorie nelineárních soustav o dvou stupních volnosti a její použití pro nelineární tlumič kmitů".

Jako jeden z prvních pracovníků u nás začal dr. Půst systematicky rozvíjet obor nelineárního kmitání mechanických soustav nejdříve ve Výzkumném ústavu tegelné techniky, od roku 1955 pak v Ústavu pro výzkum strojů při ČSAV (nyní Ústav termomechaniky ČSAV). Zde založil a dlouhá léta vedl výzkumné oddělení mechaniky částí strojů, kde za jeho přímé účasti a pod jeho vedením byly řešeny úlohy z kmitání základů strojů, modelové techniky, teorie nelineárních a náhodných kmitů a nestacionárních dějů, statické i dynamické tuhosti strojních elementů, rázových dějů v sousta-

vách tuhých těles, rozvíjeny identifikační metody, jakož i některé otázky dynamiky soustav s kinematickými členy. Jedná z těchto otázek je i věnována jeho doktorská disertace, kterou obhájil v roce 1968 a jež se zabývá metodikou výzkumu dynamických vlastností strojních konstrukcí.

Člen korespondent Půst přistupoval k řešení všech úkolů osobitým způsobem, v němž spojoval účinně své hluboké teoretické a experimentální znalosti, které využíval při řešení technických úloh. Tím pokračoval v pracích akademika Kožešníka a rozvinul tak dále též teorii podobnosti a modelování se zvláštním zřetelem na potřeby praxe.

Vědecké práce dr. Půsta dosáhly značného světového ohlasu. Hodnoty těchto prací byly oceněny mnohonásobně zvláštním uznáním prezidia a Vědeckého kolegia mechaniky a energetiky ČSAV a v roce 1966 Státní cenou Klementa Gottwalda za vypracování metody modelového vyšetřování dynamicky namáhaných složitých staticky neurčitých strojních a stavebních konstrukcí. Od roku 1977 je nositelem stříbrné plakety Františka Křížka Za zásluhy o rozvoj technických věd.

Dalším uznáním řady jeho význačných vědeckých prací bylo v roce 1973 jeho zvolení členem korespondentem ČSAV. Člen korespondent ČSAV L. Půst je vědeckým pracovníkem s mimořádným citem pro rozvoj základního výzkumu oboru, ale též pro rozvoj a zaměření vědecké činnosti, jež přímo směruje na současné a perspektivní úkoly našeho národního hospodářství. Dokazuje to jeho rozsáhlá spolupráce s význačnými výrobními závody a výzkumnými ústavy našeho státu, za kterou byl kolektiv pod jeho vedením vyznamenán v roce 1972 titulem "Kolektiv 50. výročí vzniku KSČ". Je též garantem vědeckotechnické spolupráce mezi ČSAV a VHJ Škoda koncern Plzen.

Významná a mnohostranná je i jeho vědecká a organizační činnost v řadě národních i mezinárodních institucí. Tak byl od roku 1961 koordinátorem hlavního úkolu státního plánu základního výzkumu, členem rady programu P-14 při FMTIR, je členem rady státního programu základního výzkumu III - "Technické vědy", předsedou Rady stěžejního směru SPZV III-4 - "Mechanika strojních systémů", sekretářem čs. části problémové komise č. XI - "Vědecké základy strojů, konstrukcí a technologických procesů", členem VKME, předsedou komise pro obhajoby doktorských disertačních prací v oboru 39-01-9, je dále pověřený inspekční činností nad komisemi pro obhajoby kandidátských disertačních prací v oboru 39-01-9 a členem dvou komisí pro obhajoby kandidátských disertačních prací v oboru 39-01-9. V národním komité IFTOMM je jeho předsedou, je členem mezinárodního komité IUTAM, členem redakční rady Strojnictví časopisu a časopisu Sovětská věda a technika, jakož i Acta technica, členem redakční rady časopisu Uspechi mechaniki.

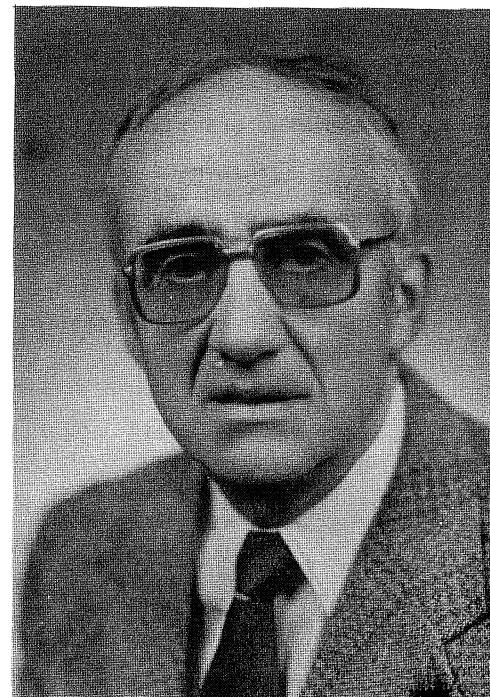
Člen korespondent ČSAV Ladislav Půst je houževnatý a svědomitý pracovník, který i přes své velké časové zatížení odbornými, řídícími, pedagogickými i společensky závažnými funkcemi je stále intenzivně vědecky činný a v důsledku svých lidských vlastností i neúnavným rádcem a pomocníkem všem spolupracovníkům.

Do dalších let přejeme našemu milému jubilantovi hodně zdraví, úspěchů, dalších sil, jakož i elánu pro jeho tvorivou práci ve prospěch rozvoje naší vědy a techniky.

Ing. Milan Horel, DrSc.

Prof. Ing. VLASTIMIL KŘUPKA, DrSc., ČLEN KORESPONDENT ČSAV

PŘEDSEDA VĚDECKÉHO KOLEGIA MECHANIKY ČSAV



V únoru t.r. se dožívá 60. narozenin přední čs. odborník v oboru tenkostenných konstrukcí člen korespondent ČSAV Vlastimil Křupka, DrSc., profesor VAAZ v Brně a vedoucí Ústavu aplikované mechaniky k.p. Vítkovice při VAAZ v Brně.

Člen korespondent Křupka je významným a mezinárodně uznávaným vědeckým pracovníkem v oboru tenkostenných konstrukcí zejména tenkostenných prutů a válcových skořepinových konstrukcí s originálními aplikacemi v rámci potřeb technické praxe.

V oblasti tenkostenných prutů publikoval desítky prací doma i v zahraničí a výsledky byly použity při tvorbě výpočtových norem a vysokoškolských učebnic. Významné jsou práce z teorie tenkostenných prstenců, které našly své uplatnění zejména v optimalizaci spodní stavby velkostrojů a otočných mostů.

Mezinárodní ocenění dosáhl prof. Křupka rozpracováním teorie únosnosti rourových systémů zejména v kontextu s návrhy řady vynikajících konstrukcí stožárů, potrubí a nádrží, věží a televizních vysílačů Cukrák, Ještěd a jiné. Za tyto práce obdržel v roce 1971 Státní cenu Klementa Gottwalda.

Významným přínosem člena korespondenta ČSAV V. Křupky jsou výsledky dosažené při řešení optimální varianty uložení ležatých válcových skořepin, při rozvoji geometricky i fyzikálně nelineární teorie skořepin a jejich mezních stavů.

Kromě jeho vlastní vědecké a pedagogické práce je mimořádně významná i vědecko-organizační činnost. Téměř třicet let vede

Ústav aplikované mechaniky k.p. Vítkovice a svoje spolupracovníky k osvojování a využívání moderních metod z řady vědních obořů; mechaniky tenkostěnných konstrukcí, lomové mechaniky, únavy materiálu, dynamiky konstrukcí s využitím počítačové mechaniky a experimentální mechaniky. Ústav má pod jeho vedením nezastupitelné místo v čs. strojírenství.

Člen korespondent ČSAV V. Křupka je činný v řadě vědeckých a odborných orgánů. Je předsedou Vědeckého kolegia mechaniky ČSAV, členem Komise prezidia ČSAV pro prognózy, předsedou čs. národního komitétu IUTAM a členem mezinárodního výboru této organizace. Je dlouholetým členem České komise pro vědecké hodnosti, členem celostátní komise VTS pro ocelové konstrukce a členem vědeckých rad VAAZ a VUT v Brně a komisí pro obhajoby kandidátských a doktorských disertačních prací.

Pro svou aktivní vědeckou a organizátorskou práci obdržel Řád práce, státní vyznamenání Za zásluhy o výstavbu, Státní cenu Klementa Gottwalda, cenu ČSAV a řadu dalších vyznamenání.

Čs. společnost pro mechaniku při ČSAV si velice váží dosavadní vědecké i organizátorské práce člena korespondenta Vlastimila Křupky, DrSc. a přeje do dalších let dobrého zdraví a plného uspokojení z úspěšné činnosti pro čs. vědu a techniku.

Předsednictvo Čs. společnosti  
pro mechaniku při ČSAV

ČLENOVÉ PŘIJATÍ NA SCHŮZI PŘEDSEDNICTVA 14. 10. 1986

BERÁNEK Ladislav	Ing. - 29.11.1957 ČVUT-FS Suchbátarova 4, Praha 6, 166 07	T
BÖSZÖRMÉNYI Lad.	Ing., CSc. - 24.1.1951 VŠT Košice, FS Švermova 9, Košice, 041 87	T 2, T 3
BRÁZDILOVÁ Pavla	prom.biol. - 10.8.1951 o.p.Svit Gottwaldov Gottwaldov, 760 00	B
BRIŠ Petr	Ing. - 26.5.1955 VUT Brno, fak.technolog.Gottwaldov Gottwaldov, 760 00	B
DEJMAL Jiří	Ing. - 17.5.1950 Žďárské stroj.a slév.-Výzkum Žďár n.S., 591 01	E 1, E 2
HLAVÁČEK Petr	Ing. - 23.2.1950 VUT Brno, fak.technolog.Gottwaldov Gottwaldov, 760 00	B
KATUŠČÁK Svetozář	Ing., CSc. - 17.6.1944 Št.drevár.výsk.ústav Lamačská cesta 1, Bratislava, 844 11	M 4
KRÁLOVÁ Rudolfa	RNDr., CSc. - 3.12.1941 FJFI ČVUT, kat.ing.pevných látek Břehová 7, Praha 1, 115 19	E 1
KUFA Tadeáš	Ing. - 10.10.1954 Výzk.ústav hutnictví železa Dobrá, 739 51	E 4
MICHALIČKA Vlad.	Ing. - 10.1.1960 SVUSS Husova 8, Praha 1, 110 00	B
SÁVA Josef	Ing. - 4.6.1948 Transporta,k.p.Chrudim,záv.020 Úpice Úpice, 542 32	E 1
SEDMIHRADESKÝ Milan	Ing. - 17.4.1949 Fed.min.všeob.strojírenství Gorkého nám.32, Praha 1, 110 00	M 4
STRAKA Karel	Ing. - 28.6.1920 (důch.), Jasmínová 2694/47 Praha 10, Zahr.město, 100 00	M 3, P 2, P 4

ŠTELLER Štefan	Ing., CSc. - 6.7.1938 Štátny drevár.výsk.ústav Ludové nám.31, Bratislava, 800 00	M 4
VYBÍRAL Bohumil	Doc.Ing.,CSc. - 7.4.1937 Pedagogická fakulta Hradec Králové, 500 00	T, M 1
MURAKAMI Sumio	Dr.Engineering - 8.1.1937 Ministry of Education, Japan 3-63-3 Hinata-cho,Mizuho-ku, Nagoya 467	M 3, B
TOKUDA Masataka	Dr.Eng. - 17.7.1944 Dept.Mech,Eng.,Mie Univ. Kamihama 1515, Tsu 514, Japan	M 3, B

#### INFORMACE

I.konference o mechanice která se koná v Praze 29.6.-3.7.1987 je ve stadiu vrcholných příprav. Pořádána z podnětu Problémové komise "Mechanika", tvořenou zástupci akademíí SZ v rámci mnohostranné spolupráce, má podat přehled o nových dosažených poznatkách v oboru a jejich technickém uplatnění a vytýčit nejprogresivnější směry další spolupráce. V čele řídícího a přípravného výboru stojí akademik Jaroslav Němec, organizaci zajišťuje ÚTAM ČSAV ve spolupráci s konferenčním servisem Videopress MON. Na přípravách se účastní též ostatní ústavy mechaniky, ÚT ČSAV, ÚHD ČSAV, ÚMMS SAV, ÚSTARCH SAV a svými možnostmi přispívá též ČSSM při ČSAV.

Vlastní jednání bude probíhat v 10 tématických okruzích: mechanika systémů těles, se třemi podokruhy (teorie strojů a mechanismů, vibrace mechanických systémů), mechanika deformabilních těles a systémů s podokruhy (mechanika kontinua, mechanika lomu a životnost konstrukcí, dynamika šíření napěťových vln a teorie mezních stavů), mechanika kompozitních materiálů, geomechanika, biomechanika, hydromechanika newtonských kapalin, hydrody-

namika anomálních kapalin a kapalinových soustav, dynamika plynů - výměna tepla a hmoty, turbulence mezní vrstvy, automatizace výzkumných metod u mechaniky. Předložené referáty budou publikovány v několikavazkovém konferenčním sborníku.

Kromě zasedání v jednotlivých okruzích budou uspořádány dvě panelové diskuse: - o výuce v oboru mechaniky, kterou povede akademik K. Juliš, - prognóza rozvoje mechaniky, kterou povede akademik J. Němec.

Zároveň s konferencí proběhnou zasedání Problémové komise a redakční rady společného časopisu "Uspechi mechaniki" a bude uspořádáno několik odborných exkursí.

Přípravám konference a jejímu průběhu je věnována mimořádná pozornost. Jde o první representativní setkání ve vědním oboru mechaniky zemí RVHP. Význam konference podtrhuje, že mechanika je a zůstane jedním ze základních oborů podmiňujících technickou úroveň národního hospodářství a připadá jí v určitých směrech i důležitý podíl v Komplexním programu RVT zemí RVHP.

Přejeme konferenci zdánlivý průběh a dosažení předsevzetých cílů v zájmu nás všech.

- jýj -

#### ZPRÁVA O ZASEDÁNÍ MEZINÁRODNÍHO VÝBORU IUTAM

Výbor měl zasedání v Londýně ke konci srpna 1986. Podrobněji jednal o obsahu příštího světového kongresu IUTAM v Grenoblu (Francie). Bude se konat od 21.-27.srpna 1988.Jako hlavní nosná téma byla schválena:

1. Mechanika velkých deformací a mezní stavu materiálů
2. Dynamika dvoufázového proudění
3. Mechanika zemské kůry

Budou však připuštěny i další referáty, pokud je schválí zvláštní výbor složený ze členů Scientific Symposia Panels Committees. Zhruba do konce roku 1987 zpracuje Národní komitét IUTAM nabídky na referáty či panely a v 6 kopiích zašle gen.sekretáři krátké obsahy (do 8.února 1988). Z nich bude příslušnou mezinárodní komisi vybráno maximálně 240. Menší část bude přednášena, větší zařazena do panelové diskuse (poster).

Dále se v oficiální části jednalo o místě dalšího XVII.Světového kongresu v r. 1992. Jsou dvě oficielní nabídky na Peking (ČLR), Rio de Janeiro (Brazílie) a zatím neoficiální Haifa (Izrael). Všechny tyto nabídky byly větší částí Valného shromáždění přijaty trochu chladně. Několika členy bylo otevřeně řečeno, že by byla

uvítána Praha, i když podle určitého zavedeného pořádku by se měla místa kongresů střídat (jednou Evropa, jednou mimo).

Dále došlo k debatě o uspořádání Sympozií. Návrhů bylo 25 a vybráno mohlo být jen 16. Důvodem dlouhé diskuse byla finanční podpora IUTAM, která nemá být příliš rozmělněna do mnoha sympozií. Po hlasování bylo definitivně schváleno následujících 16 témat:

1. Transonicum III, DFVLR-AVA Göttingen, NSR, květen 88, J.Zierep R.Michel
2. Laminar-turbulent transition, ONERA/CERT, Toulouse, Francie, 1989.
3. Drag reduction and turbulent structure, Tech.Hochschule (ETH) Zürich, 1989, A.Gyr
4. Topological fluid mechanics, University of Cambridge, 1989, H.K.Moffat
5. Atmospheric aerosols, Chinese Meteorological Society, ČLR, 1988, Wang Xian - Zhao
6. Recent advances in nonlinear fracture mechanics, California Institute of Technology Pasadena, Ca 91125, USA, 1988, W.G.Knauss
7. Inelastic deformation of composite materials, Rensselaer Polytechnic Institute, N.Y., USA 1988, G.J.Dvořák
8. Discretization Methods in Structural Mechanics, Rakousko 1989
9. Elastic wave propagation and ultrasonic nondestructive evaluation, University of Colorado, květen 1989, J.D.Achenbach
10. Elastic wave propagation, University College, Galway, Irsko, září 1987, M.F.Mc Carthy
11. Nonlinear dynamics in engineering systems, Universität Stuttgart NSR, 1989, W.Schiehlen
12. Dynamics of controlled mechanical systems, ETH Zürich, 1988, M.Mansour a G. Schweitzer
13. Ice-structure interaction, University of New Foundland, Kanada, 1989, D.B.Muggeridge a P.Tryde
14. Adiabatic waves in liquid-vapor systems, Max-Planck-Institute f.Strömungsforschung, Göttingen, NSR, 1989, G.E.A.Meier
15. Structural optimization, Austrálie, 1988, B.L.Karihaloo, G.Rozvany
16. Liquid metal magnetohydrodynamics, Riga, SSSR, jaro 1988, J.Liel-peteris

ČSSR bude navrhovat uspořádání Sympozia na rok 1990 či 1991 k lokálním a kontaktním úlohám desek a skořepin.

Národní komitét IUTAM uvítá zaslání návrhů jednotlivců i organizací na téma referátů pro Kongres do Grenoblu. Měl by obsahovat název a stručný obsah (na jednu stranu) v angličtině. Je třeba jej zaslat do konce srpna na Sekretariát IUTAM, Podbabská 13, 166 12 Praha 6. Témata by měla odpovídat výše uvedeným doporučeným tématům.

Vlastimil Křupka  
člen korespondent ČSAV  
předseda Národního komitétu IUTAM