



# BULLETIN

**ČESKOSLOVENSKÁ  
SPOLEČNOST  
PRO MECHANIKU  
PŘI ČSAV**

---

**1. 1986**

# BULLETIN 1'86

ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

## VĚDECKOTECHNICKÉ ZÁMĚRY V PODMÍNKÁCH ČSSR

Na základě závěrů XVI. sjezdu KSČ, které mají dlouhodobou platnost, vyplývá, že urychlení přechodu národního hospodářství na intenzivní způsob rozvoje vyžaduje postupnou přestavbu struktury společenské výroby, především na základě urychlení a maximálního využití výsledků vědeckotechnického rozvoje a prohloubení účasti ČSSR v mezinárodní dělbě práce, především na státy RVHP.

Vědeckotechnický rozvoj je tedy rozhodujícím nástrojem intenzifikace národního hospodářství. Jeho zaměření a cíle jsou souhrnně obsaženy ve státní vědní a vědeckotechnické politice.

Tvorba a uskutečňování státní vědní a vědeckotechnické politiky se odráží především ve třech rozhodujících dokumentech. Jsou to Souhrnná prognóza jako základna pro výběr dlouhodobého zaměření vědeckotechnického rozvoje, dále Hlavní směry rozvoje vědy a techniky do r. 1995 a Komplexní program vědeckotechnického pokroku států RVHP do roku 2000.

Souhrnná prognóza je rozpracována v těchto problémových okruzích:

- prognózy rozvoje a uplatnění vědy,
- prognózy strategických meziodvětvových směrů vědec-

B U L L E T I N

1/1986

Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV

vydává Čs. společnost pro mechaniku při ČSAV  
ve spolupráci s Jednotou čs. matematiků a fyziků v Praze  
odpovědný pracovník: Ing. Rudolf Dvořák, CSc.  
vědecký tajemník Společnosti

redakce Bulletinu: Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.  
Ústav termomechaniky ČSAV, Praha 6  
Puškinovo nám. 9, tel. 324986  
Ing. František Havlíček, CSc.  
SVUSS, Praha 1, Husova 8, tel. 247751

adresa sekretariátu: Vyšehradská 49, 128 00 Praha 2

určeno členům Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV

tiskne: Polygrafia 6 (Prometheus), Praha 8

evid. č. UVTEI 79 038

kotechnického rozvoje,

- prognózy hlavních tendencí ekonomického rozvoje,
- prognózy hlavních tendencí sociálního rozvoje,
- prognózy základních tendencí vědeckotechnického, ekonomického a sociálního rozvoje ČSR a SSR.

Prognózy strategických meziodvětvových směrů budou rozvíjeny v následujících oblastech:

a) Rozvoj a efektivní využívání surovinové a materiálové základny ČSSR zejména se zaměřením na nové materiály a cesty jejich zabezpečení, na zvyšování užitné hodnoty materiálů a na výrobu materiálů s vyšším stupněm finality.

b) Snižování energetické náročnosti dalšího rozvoje a optimální formování vývoje palivoenergetických zdrojů (progresivní postupy budování výrobních kapacit elektrické energie a tepla včetně jejich dálkové dopravy i rozvodu aj.).

c) Rozvíjení procesu automatizace. Prognóza je zaměřena na automatizaci konstrukčních projektových a programovacích prací, na automatizované funkce strojů a zařízení, na automatizaci vyšších funkcí robotů pro nejnáročnější aplikace aj.

d) Strukturální přeměny a inovační změny v oblasti strojírenství, chemického průmyslu a oběhových procesů. Zadání je zaměřeno na prognostický vývoj strojírenství jako celku a na průřezové tendenze jako např. jakost, spolehlivost, optimální směry automatizace, výpočetní techniku, elektronizaci apod. a na výběr nosných důležitých oborů.

V oblasti chemického průmyslu je zadání prognózy cílováno např. na dlouhodobé zabezpečování pohonného hmot, vytvoření surovinové základny pro polyuretanové systémy, rozvoj výroby moderních pneumatik a technické pryže aj.

V oblasti oběhových procesů je cílem prognózy dosažení minimalizace dopravní náročnosti, nároků na ener-

getické a materiálové zdroje i nároků na pracovní síly.

e) Rozvíjení a aplikace nových meziodvětvových směrů vědy a techniky, zejména biotechnologií a genetiky. Zadání prognózy obsahuje např. tyto oblasti. Bioenergetika, biologicky aktivní látky a tkáňové kultury, genové manipulace, biochemie, stroje a zařízení pro biotechnologie (bioreaktory, fermentory, kompletující aparáty) aj.

f) Zvyšování soběstačnosti ve výrobě potravin pro zabezpečení výživy obyvatelstva. Jedním z významných cílů této prognózy je zabezpečení růstu produktivity, provozní spolehlivosti, technické úrovně a komplexnosti výrobních prostředků zejména strojů a zařízení.

g) Rozvoj péče o zdraví lidu. V dlouhodobé perspektivě rozvoje se musí výrazně prohloubit vliv rozvoje vědy a techniky na rozvoj zdravotnictví a celé sféry "péče o zdraví" a v optimalizaci tohoto vlivu.

h) Ochrana a tvorba životního prostředí.

i) Rozvoj a využití vědeckotechnického potenciálu.

Hlavní směry rozvoje vědy a techniky do roku 1995. Základem celého materiálu jsou programy a projekty základního, aplikovaného a ekonomického výzkumu (programy a cílové projekty základního výzkumu, státní a republikové vědeckotechnické programy, programy a cílové projekty ekonomického výzkumu a vědeckotechnický obsah státních cílových programů).

Programy základního výzkumu zabezpečují rozvoj základní poznatkové báze a techniky s výrazným uplatněním ve společenské praxi. Za jejich rozpracování odpovídá ČSAV ve spolupráci s SK VTRI. Jedná se o matematické a fyzikální vědy, vědy o zemi a vesmíru, technické vědy, chemické vědy, molekulární a buněčné biologie, biologicko-ekologické vědy, zemědělské vědy a společenské vědy.

Státní vědeckotechnické programy zajišťují především řešení průřezových problémů nosných směrů rozvoje vědy a techniky v úzké vazbě na hospodářské a sociální cíle

společnosti. Za jejich tvorbu odpovídá SK VTRI ve spolupráci s SPK a ČSAV. Jsou připravovány např. tyto programy: zvyšování technické úrovně hutní výroby; nové kovové a nekovové materiály; rozhodující progresivní strojírenské technologie; nové pohonné jednotky pro motorová vozidla; zvyšování efektivnosti výstavby objektů pozemních staveb; vybrané biotechnologie včetně strojů a zařízení aj.

Státní cílové programy jsou orientovány na řešení nejdůležitějších ekonomických problémů meziodvětového charakteru s výrazným uplatněním vědeckotechnického rozvoje. Realizace je plánována zpravidla v nejbližší pětiletce. Za stanovení vědeckotechnického obsahu těchto programů odpovídá SK VTRI. Pro následující období se předběžně počítá např. s programy: rozvoj jaderné energetiky do roku 2000; racionalizace spotřeby a využití paliv a energie; racionalizace spotřeby kovů; hydraulické prvky a agregáty; automatizace výrobních procesů; tvorba a ochrana životního prostředí aj.

V oblastech, které nebudou zahrnuty do státních cílových nebo státních vědeckotechnických programů, budou v rámci vlád republik vytvořeny republikové vědeckotechnické programy.

Uvedený systém státních programů je základním východiskem pro sestavení 8. pětiletého plánu rozvoje vědy a techniky. Čs. společnost pro mechaniku při ČSAV je zejména prostřednictvím svých kolektivních členů (ŠKODA k.p., ČKD, ELITEX k.p., SIGMA k.p., Železáry VÍTKOVICE, VUT Brno, ČVUT fak.stav., ČVUT fak.stroj., Výzkumný ústav kolejových vozidel, SVÚSS Běchovice) aktivně zapojena do přípravy jednotlivých programů, ale v průběhu 8. pětiletého plánu i do úspěšného zabezpečení a plnění úkolů vědeckotechnického rozvoje pro potřeby čs. strojírenství.

Předsednictvo Čs. společnosti  
pro mechaniku při ČSAV

#### K ÚMRTÍ AKADEMIKA BOHUMILA KVASILA



v následujícím roce. Významně se podílel na vybudování fakulty technické a jaderné fyziky nejen jako její řádný profesor, ale také jako proděkan a děkan. Později byl i prorektorem a rektorem ČVUT a koncepční rozvoj našeho vysokého školství prosazoval také po několik let ve funkci náměstka ministra školství a kultury.

Vlastní vědeckou prací akademik B. Kvasil výrazně přispěl k rozvoji radioelektroniky, fyzikální elektroniky a vakuové techniky. Několik desítek objevných prací publikoval také v oboře laserové lokace druzic a laserového plazmatu. Vysoká úroveň a široký ohlas vědecké práce soudruha Bohumila Kvасila vedly v roce 1962 k jeho

Soudruh Bohumil Kvasil se narodil 14. února 1920 v Plaňanech. Po absolvování reálného gymnázia se zapsal na fakultu elektrotechnického inženýrství ČVUT v Praze. Studia, přerušená nacistickým zásahem proti českým vysokým školám, dokončil v roce 1947. Několik let pracoval ve Vojenském technickém ústavu ve Kbelích, kde svou prací přispěl průkopnickým podílem k rozvoji oboru radiolokace a směrové spoje. Od roku 1954 působil jako docent na elektrotechnické fakultě ČVUT, ježimž děkanem se stal

zvolený členem korespondentem a v roce 1973 řádným členem akademikem ČSAV. Jako ředitel Fyzikálního ústavu ČSAV, člen prezidia, místopředseda a od roku 1981 jako předseda naší vrcholné instituce cílevědomě pečoval o vysokou úroveň základního výzkumu a zejména o co nejtěsnější spojení vědy s praxí.

Plodný život akademika Kvasila charakterizovala kromě významné vědecké, pedagogické a organizátorské práce také rozsáhlá angažovanost, politická a společenská. V roce 1976 byl zvolen kandidátem a v roce 1981 členem ÚV KSČ. Funkci poslance Federálního shromáždění ČSSR vykonával od roku 1971. Jako předseda čs. komise programu Interkosmos i jako člen a aktivní funkcionář dalších mezinárodních vědeckých institucí upevnil autoritu československé vědy a její dobré jméno ve světě.

Všeobecně záslužná aktivita akademika Kvasila i jeho obětavá práce ve stranických, veřejných a vědeckých funkcích byly oceněny propůjčením titulu hrdina socialistické práce, řádem práce, státní cenou Klementa Gottwalda a řadou dalších významných ocenění, včetně nejvyšších vyznamenání ČSAV - zlatých čestných plaket Za zásluhy o vědu a lidstvo a Za zásluhy o spojení vědy s praxí.

Odchodem akademika Bohumila Kvasila ztrácí čs. věda i celá naše společnost obětavého komunistu, vynikajícího vědce a pedagoga, který celý svůj život naplnil usilovnou prací pro úspěšný rozvoj socialismu v naší vlasti. Výsledky celoživotního úsilí akademika Bohumila Kvasila budou ještě dlouho přinášet bohatý užitek celé naší společnosti, jeho památka zůstane trvale zapsána v paměti jeho spolu-pracovníků a nastupujících generací československých vědců.

## STOCHASTICKÉ MODELY V TEORETICKÉ A EXPERIMENTÁLNÍ MECHANICE PEVNÝCH TĚLES

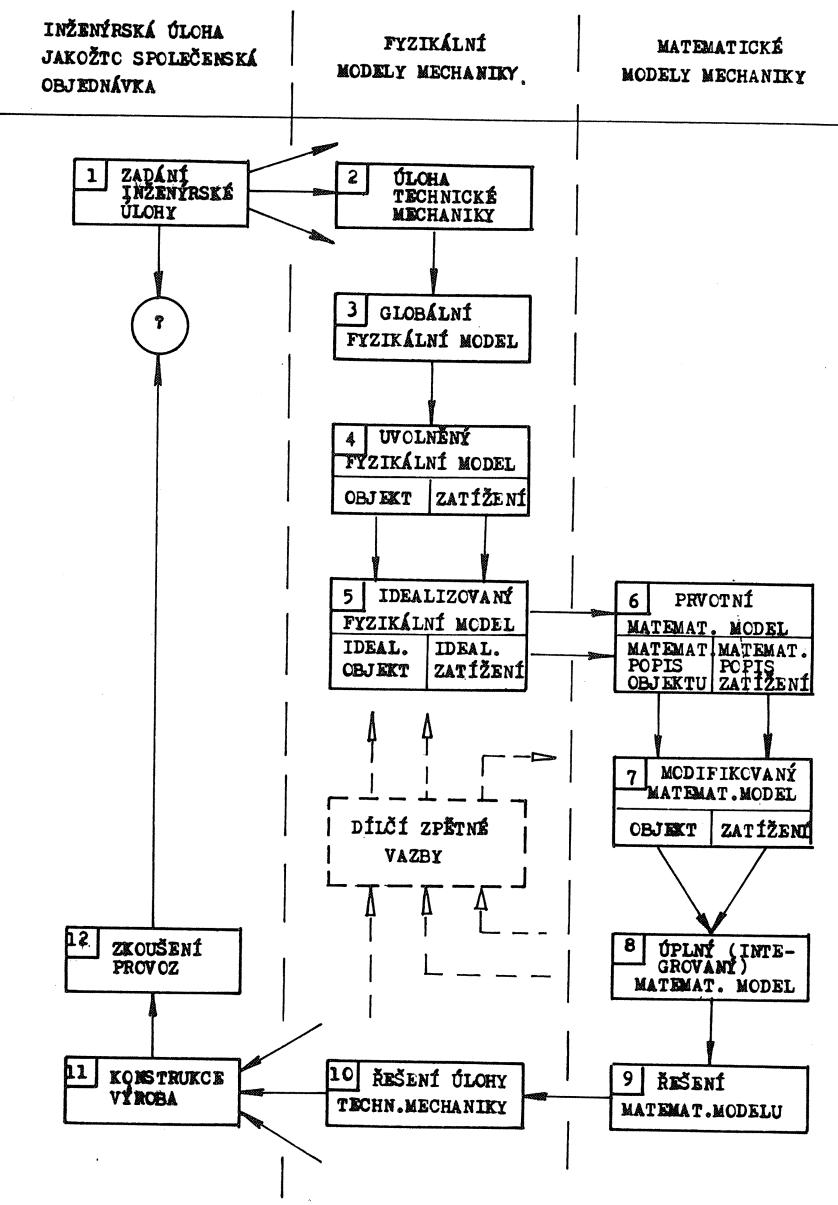
Ing. Oldřich Kropáč, CSc.

### 1. O modelech obecně

Proces poznávání objektivní reality se v současnosti chápe ve velmi obecném smyslu jako cílevědomá práce s modely nejrůznějšího formálního i obsahového zaměření. V experimentální mechanice jde např. o běžně používané geometricky podobné modely konstrukcí; na zkušebnách, i když pracujeme s konkrétními originálními zkušebními objekty, uplatňujeme na ně zpravidla více či méně schematizovaná "modelová" zatižení. V teoretické mechanice vztahy mezi relevantními veličinami, vyjádřené matematickými prostředky, označujeme jako matematické modely. Přechod od reálných soustav k jejich matematickým modelům zprostředková funkční schémata silové rovnováhy, geometricky zjednodušené objekty našeho studia apod., které označujeme jako modely fyzikální.

Na obr. 1 uvádíme schéma postupu matematického řešení inženýrské úlohy z oboru technické mechaniky a její začlenění jakožto dílčího cyklu do nadřazené problematiky řešení komplexní inženýrské úlohy (upraveno podle [1]). K jednotlivým blokům a procesům přechodu od jednoho bloku k druhému připojujeme několik stručných poznámek.

Blok 1 představuje globální zadání aktuální inženýrské úlohy (např. vývoj nového automobilu se zadanými technicko-provozními parametry). Proces (1-2) znamená výběr konkrétní dílčí úlohy technické mechaniky (blok 2), např. dynamiku a dimenzování podvozku vozidla. Abstrakcí a schématisací této dílčí úlohy - proces (2-3) - dochází k vytvoření globálního fyzikálního modelu (blok 3) jakožto obecného strukturního schématu (v našem příkladě složeného z jednotlivých konstrukčních prvků podvozku zajišťujících



OBR.1. Blokové schéma procesu řešení inženýrské úlohy z oboru mechaniky pevných těles (upraveno podle [1])

jeho požadovanou funkci a s vyznačením jeho okolí, tj. na jedné straně vozovky a na druhé straně odpružené části vozidla). Proces (3-4) znamená vyčlenění daného objektu z okolního prostředí a nahrazení jeho vlivu ekvivalentními silami. Výsledkem je uvolněný fyzikální model (blok 4), v němž jsou objekt a zatížení na něj působící separovány. Následuje idealizace fyzikálního modelu, proces (4-5). Ta probíhá v několika rovinách. Je to především idealizace geometrické struktury tělesa (např. nahrazení spojitého tělesa soustavou jednoduchých těles, popř. soustředených hmot spojených pružnými a tlumicími prvky), popř. jeho dimenze (třírozměrná soustava se nahradí pláštným modelem) a tvaru (použijí se jednoduché geometrické útvary). Dále pak pro pevnostní výpočty je to idealizace vztahu mezi deformací a zatížením (Hookeův zákon) a konečně idealizace zatěžovacích sil, jak pokud jde o jejich charakter (konstantní, harmonicky proměnlivé), tak působiště (bodově působící síly). V takto získaném idealizovaném fyzikálním modelu (blok 5) vztahy mezi fyzikálními veličinami popíšeme pomocí matematických výrazových prostředků adekvátních dané fyzikální úloze (přitom používáme známé principy mechaniky, jako zákony rovnováhy, zachování apod.).

Tím dospíváme k prvotnímu matematickému modelu (blok 6) s odděleným matematickým popisem soustavy (např. soustava homogenních diferenciálních rovnic) a jejího zatížení (vektorová pravá strana). V další práci s matematickými modely bývá zpravidla nutno přistoupit k jejich určitým modifikacím, proces (6-7), které znamenají zjednodušení matematického popisu daného problému. Může jít např. o zavedení vhodné souřadnicové soustavy; metodicky velmi atraktivní bývá redukce počtu nezávislých veličin vystupujících v problému pomocí rozměrové analýzy. Mohou to však být i různé úpravy vedoucí na linearizaci modelu v požadovaném smyslu. Modifikovaný matematický model (blok 7) má stále ještě oddělený popis soustavy a popis zatížení. Integrací obou těchto složek, proces (7-8), dospívá-

me k úplnému (integrovanému) matematickému modelu (blok 8). Následuje proces řešení (8-9), což znamená např. vyjádření původní nezávisle proměnné pomocí původní závislosti proměnné a inverzního operátoru, řešení diferenciální rovnice daného problému apod.

Výsledkem řešení matematického modelu (blok 9) je pak třeba dát fyzikální interpretaci jakožto řešení zadané úlohy technické mechaniky (blok 10). To se pak spojeně s dalšími rozřešenými inženýrskými úlohami uplatní v konstrukci a výrobě nového výrobku (blok 11). Zda bylo dosaženo požadovaných technicko-ekonomických parametrů, se prokáže porovnáním výsledků systematického odzkoušení a vlastního provozu (blok 12) s původním zadáním (blok 1).

Kromě celkového zpětnovazebního uzavření celého cyklu řešení komplexní inženýrské úlohy se ve schématu uplatňují i dílčí lokální zpětné vazby, které jsme v zájmu přehlednosti na obr. 1 vyznačili jen symbolicky čárkovaně ve středu dolní poloviny schématu. Tyto dílčí zpětné vazby mají zdůraznit nezbytnost konfrontací (a případných korekcí) jednotlivých etap řešení s požadavky či předpoklady předchozích etap.

Jako celek má schéma na obr. 1 připomenout, že při řešení jakékoli dílčí inženýrské úlohy si musíme vždy uvědomovat její začlenění do širších technických a ekonomických souvislostí.

K obecné problematice modelů je třeba ještě dodat, že modelujeme vždy jen určité vybrané vlastnosti, popř. chování studované fyzikální reality, a to za přesně vymezených okolních podmínek. Každý model je proto pouze podmínečně platný. Někdy je citlivost modelu na dodržení podmínek pro jeho platnost tak vysoká, že i jejich relativně malé odchylky činí model zcela nepoužitelným. Tuto skutečnost je nutno respektovat zejména při přebírání cizích modelů, např. výpočtových nebo simulačních programů řešení složitých úloh mechaniky, ale také při výběru adekvátních algoritmů pro využití experimentálních údajů.

## 2. Matematické modely v mechanice pevných těles

V další části tohoto pojednání se budeme zabývat pouze matematickými modely ve smyslu bloků 7 a 8 schématu na obr. 1.

Matematický model úloh mechaniky lze zapsat symbolicky velmi obecně ve tvaru

$$y = \Theta\{x; \beta\}, \quad (1)$$

kde  $x$  je nezávisle proměnná,

$y$  je závisle proměnná,

$\Theta\{x; \beta\}$  je operátor popisující vazbu mezi proměnnými  $x$  a  $y$ ;  $\Theta\{\cdot; \cdot\}$  představuje strukturu operátoru (podle povahy problému může být např. algebraický, diferenciální aj.)

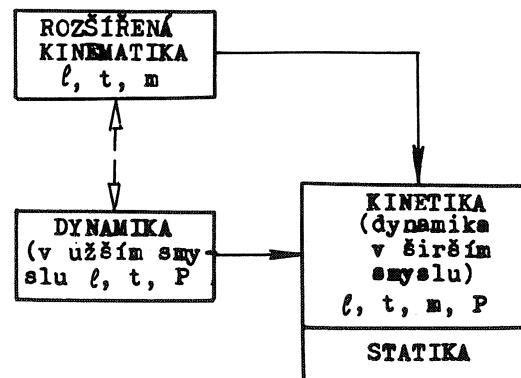
$\beta$  je jeho parametr;

$x, y$  a  $\beta$  jsou obecně vektorové deterministické veličiny, popř. deterministické funkce dalších argumentů, (zejména času).

V této souvislosti je třeba zmínit se o členění mechaniky na dílčí obory. Všeobecně se používají termíny kinematika, statika, dynamika a kinetika (v češtině se navíc jako samostatný obor vyčleňuje "pevnost a pružnost"), jejich obsahové náplně a vzájemné vztahy však nejsou jednoznačné. Tak např. ve francouzské literatuře se mechanika dělí na statiku a dynamiku (a ta dále na kinematiku a kinetiku), zatímco v anglické (a zpravidla i v naší) literatuře se mechanika dělí na kinematiku a dynamiku (a ta dále na statiku a kinetiku). Do kinematiky se tradičně zahrnuje pouze geometrická stránka pohybu popsaná přemístěními vybraných bodů soustavy (a z nich odvozenými rychlostmi a zrychleními) bez zretele na příčiny, ať vnější či vnitřní (setrváčné síly), které je vyvolávají. Dynamika se pak zabývá silami jednak vnějšími, jednak vnitřními, které v soustavě působí. Je zřejmé, že uvedená členění mechaniky jsou motivována účelově podle různých kritérií.

V návaznosti na matematický model (1) a v souladu s bloky 7, 8 na obr. 1 se jeví účelným uvažovat na jedné straně globální vlastnosti uvolněného tělesa a na druhé straně vnější síly na ně působící. Znamená to, že k tradičně pojaté kinematice připojíme navíc též charakteristiky objektu, pokud jde o rozložení jeho hmotnosti, jakž i umístění a vlastnosti pružných, tlumicích, relaxačních, popř. dalších funkčních prvků. Tato část mechaniky, kterou pracovně nazveme "rozšířená kinematika", pojednává tedy o "pohyblivosti" objektu, tj. schopnosti pohybu a deformací jak skutečných, tak virtuálních, a to bez uvážení vnějších příčin vyvolávajících pohyb či deformace. Vnějším zatížením působícím na objekt se pak zabývá dynamika, chápáná zde ovšem ve zúženém smyslu, neboť nezahrnuje vnitřní síly, které jsme již začlenili do rozšířené kinematiky. Sloučením zobecněné kinematiky a dynamiky (v užším smyslu) dospíváme k popisu pohybu tělesa vynuceného vnějšími silami. Pro tuto integrovanou část mechaniky použijeme označení kinetika, představující v tradičním pojetí dynamiku v širším smyslu. Uvážíme-li pevnostně-deformační vlastnosti materiálu, zahrnujeme sem i jevy napjatostní a pevnostní. Statika je v této klasifikaci zvláštním případem kinetiky, kdy stav objektu se s časem nemění.

Vztahy mezi takto zavedenými obory mechaniky jsou schematicky vyznačeny na obr. 2.



Obr. 2 - Klasifikace základních oborů mechaniky podle kybernetického pojetí

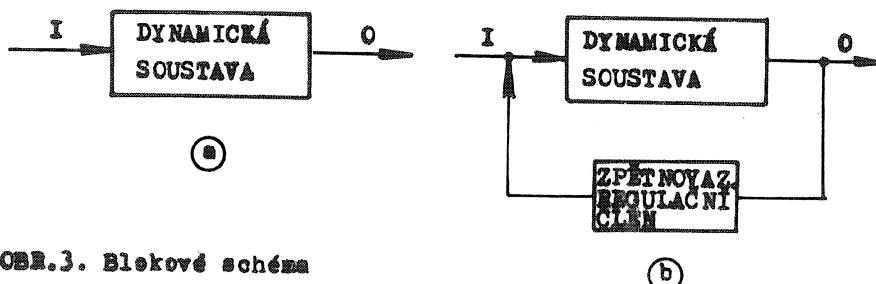
Separace rozšířené kinematiky a dynamiky v užším smyslu (tj. tělesa na straně jedné a jejího vnějšího zatížení na straně druhé) je z matematického hlediska výhodná zejména proto, že tyto dvě složky jsou zpravidla na sobě nezávislé (výjimku tvoří ovšem některé interakční jevy, jako např. aeroelastické, hydroelastické apod., na obr. 2 je to vyznačeno čárkovánou oboustranně orientovanou šípkou). Snadno nahlédneme, že takto zavedené složky mechaniky dobře korespondují s jednotlivými složkami matematického modelu (1), jak je zřejmé z prvních tří sloupců tab. 1. V kap. 8 o řešení stochastických diferenciálních rovnic poznáme, že metodické problémy jsou zásadně odlišné, uvažujeme-li pouze náhodná vnější zatížení  $x$  s parametry soustavy konstantními, nebo je-li nutno uvažovat i vektor parametrů  $\beta$  za náhodný. To je další důvod pro členění dílčích úloh a jim odpovídajících oborů mechaniky podle tab. 1.

Tab. 1. Korespondence oborů a úloh mechaniky s prvky obecného matematického modelu, resp. blokového schématu

obor mechaniky	dílčí úloha mechaniky	prvek matematického modelu	prvek schématu samočinného řízení
rozšířená kinematika	vlastnosti tělesa	$\varnothing \{ \cdot ; \beta \}$	S
dynamika v užším smyslu	vnější zatížení	x	I
kinetika	chování tělesa (pod vnějším zatížením)	y	0

Úlohy soudobé mechaniky jsou stále náročnější a v souladu s tím se i její metodické prostředky obohacují zejména přejímáním metodických přístupů jiných oborů. Soudobou

mechaniku významně ovlivňuje zejména teorie a praxe samočinného řízení jakožto součásti aplikované kybernetiky. Pro její pojetí problematiky je charakteristická představa dynamické soustavy S se vstupními procesy (buzeními) na vstupu (input I) a výstupními procesy (odezvami) na výstupu (output O), viz schéma na obr. 3.



OBR.3. Blokové schéma

- a) klasické mechanické soustavy (otevřený obvod)
- b) elementárního regulačního obvodu (obvod se zpětnou vazbou)

Toto schéma opět logicky koresponduje se schématem klasifikace mechaniky uvedené na obr. 2 i s obecným matematickým modelem (1) viz tab. 1. Pro teorii řízení je ovšem charakteristické zavedení zpětné vazby do schématu soustava-procesy podle obr. 3b. Se zpětnou vazbou se pracovníci mechaniky seznámili při řešení svých úloh na analogových resp. hybridních počítacích, kde to ovšem bylo jen formální náležitostí použité počítací sítě. V současnosti se však stále častěji požaduje projektování mechanických soustav s řízeným chováním, kde se princip zpětné vazby uplatňuje ve svém plném významu. Týká se to např. robotů a manipulátorů, simulátorů pro výcvik pilotů a dalších strojů a zařízení.

Dalším oborem, který zřetelně ovlivňuje soudobou mechaniku, je teorie systémů, která umožnuje při řešení dané úlohy respektovat vedle požadavků vyplývajících ze zákonitostí mechaniky též další hlediska a kritéria, zejména pokud se týkají otázek ekonomických, energetické náročnosti, ovlivňování životního prostředí apod.

Vedle dosud uvedených makroskopických hledisek je nutno zdokonalovat metodické prostředky i na mikrostrukturální úrovni. Tak např. při rázových a vysokofrekvenčních jevech je nutno uvažovat termodynamiku deformace. Při studiu lomových jevů je zapotřebí využívat nejnovější poznatky z fyziky pevných látek, jako je teorie dislokací a další.

Matematické modely popisují vztahy mezi proměnnými, které z množiny fyzikálních veličin účastnících se na daném jevu vybereme tak, aby charakterizovaly podstatné rysy daného jevu nebo problému. Vedle proměnných (argumentů) a struktury operátoru jsou nezbytnou náležitostí každého matematického modelu parametry operátoru, jejichž volnost (neurčenosť) na straně jedné vytváří bohatost možných variant modelu v rámci dané strukturální třídy, na straně druhé jejich konkrétní specifikace umožňuje jednoznačně stanovit matematický model pro daný konkrétní případ. Při konstrukci matematických modelů vycházíme především z obecných principů mechaniky a fyziky, pomocí nichž specifikujeme proměnné veličiny a zpravidla i strukturu operátoru nebo alespoň její podstatnou část. Přitom dbáme principu tzv. úsporné přiléhavosti, t.j. požadujeme, aby matematický model na jedné straně co nejlépe popisoval vybranou stránku studované reality, na druhé straně byl však formálně co nejjednodušší.

Při matematickém popisu úloh mechaniky a při řešení použitých matematických modelů se uplatňují základní metodické nástroje algebry a analýzy a dále pak teorie a praktické metody řešení obyčejných a parciálních diferenciálních rovnic, rovnice integrální a integrodiferenciální, jakož i různé variační principy. Přitom se plně využívá výhod zkrácených zápisů, které poskytuje vektorový, tenzorový a maticový počet. Stále ve větším rozsahu se oceňují výhody plynoucí z používání integrálních transformací. V mechanice se začínají prosazovat i některé nové metodické přístupy používající teorii neostrých množin, teorii orientovaných grafů, teorii katastrof a chaotického pohybu a další.

Při numerickém řešení úloh mechaniky se uplatňují všechny efektivní metody numerické matematiky, zejména různé procedury optimalizační. Specifickými metodami mechaniky jsou různé varianty konečných prvků a metody konečných okrajových prvků. Svůj význam mají i nadále některé metody grafické. V poslední době se pro řešení obtížných úloh nezvládnutelných analyticky ani klasickými numerickými metodami používají různé varianty metody Monte Carlo nebo řešení simulační. Samozřejmostí je účelné využívání prostředků výpočetní techniky úrovně přiměřené obtížnosti a rozsahu řešené úlohy.

### 3. Úlohy experimentální mechaniky

Pro specifikaci parametrů modelu (často však též k upřesnění struktury operátoru) jsou nezbytné experimentální údaje získané měřením na vhodně připravených objektech.

Úlohy experimentální mechaniky pevných těles, které tuto stránku potřeb mechaniky jako celku zabezpečuje, lze přehledně shrnout takto:

1. Zjištování pevnostně-deformačních vlastností materiálů a jejich závislostí na dalších fyzikálních veličinách, jako je teplota, čas a další. Jsou to zejména závislosti napětí na deformaci, popř. též rychlosti deformace, modulů pružnosti na teplotě, deformace na teplotě a čase a mnoho dalších. Při zpracování a interpretaci experimentálních údajů se musí respektovat existence vztahů spojitosti deformace, které pro zpracování dat znamenají vazební "vedlejší" podmíinku.

2. Experimentální analýza napjatosti statických stavů. Jde o zjištování stavů napjatosti a deformace složitých těles, kde výpočtové metody jsou málo spolehlivé a všude tam, kde neznáme velikost, popř. ani působiště zatěžovacích sil. Podle okolností požadujeme např. vyhledat místo výskytu a velikost maximálních napěťových špiček, zjistit celkový stav napjatostního, resp. deformačního pole v kritických oblastech tělesa (zejména v

blízkosti koncentrátorů napětí), získat informaci o dalších mechanických veličinách jako jsou tlaky, síly, momenty, ale i další fyzikální veličiny ovlivňující deformační a napjatostní pole (např. nehomogenní teplotní pole). Sem lze zařadit i úlohy týkající se zjištování tzv. vnitřních (zbytkových) pnutí projevujících se v nezatíženém tělese zpravidla v důsledku technologického zpracování, ať již záměrného (povrchové zpevnění plastickou deformací, fretáž hlavní) nebo nežádoucího (pnutí ve svárech). Metody experimentální analýzy napětí jsou velmi různorodé a je jich znám již značně velký počet. Přitom se dále rozpracovávají metody nové, často na principech spadajících do soudobých fundamentálních problémů fyziky.

3. Experimentální analýza dynamických jevů. Jako typické úlohy lze uvést zjištování vlastních frekvencí a vlastních tvarů kmitání často na komplexních konstrukčních celcích jako je automobil nebo celé letadlo. Různinou úlohou je měření časových průběhů deformací, napětí, teplot atd. na vybraných místech strojů a konstrukcí pracujících v reálných provozních podmínkách (ale též v mimořádných simulovaných situacích). Jsou však rozpracovány i metody sledování dynamiky celých napjatostních polí, registrace jevů při rázových zatíženích, sledování napjatostních a deformačních vln a dalších.

4. Lomová mechanika. Do této kategorie spadají zejména metody detekce trhlin, metody sledování šíření trhlin, metalografické hodnocení lomových ploch na základě metalografické analýzy strukturálních složek materiálu atd.

5. Úlohy spadající do problematiky experimentální únavy, životnosti, stability a obecné spolehlivosti.

6. Ostatní speciální problémy experimentální mechaniky vznikající často v návaznosti na dříve uvedené úlohy, např. zpracování obrazové informace.

7. Aplikace metod experimentální analýzy napětí na jiné, zejména na netechnické a hraniční obory. Zde je třeba se zmínit o celé skupině úloh z biomechaniky, apli-

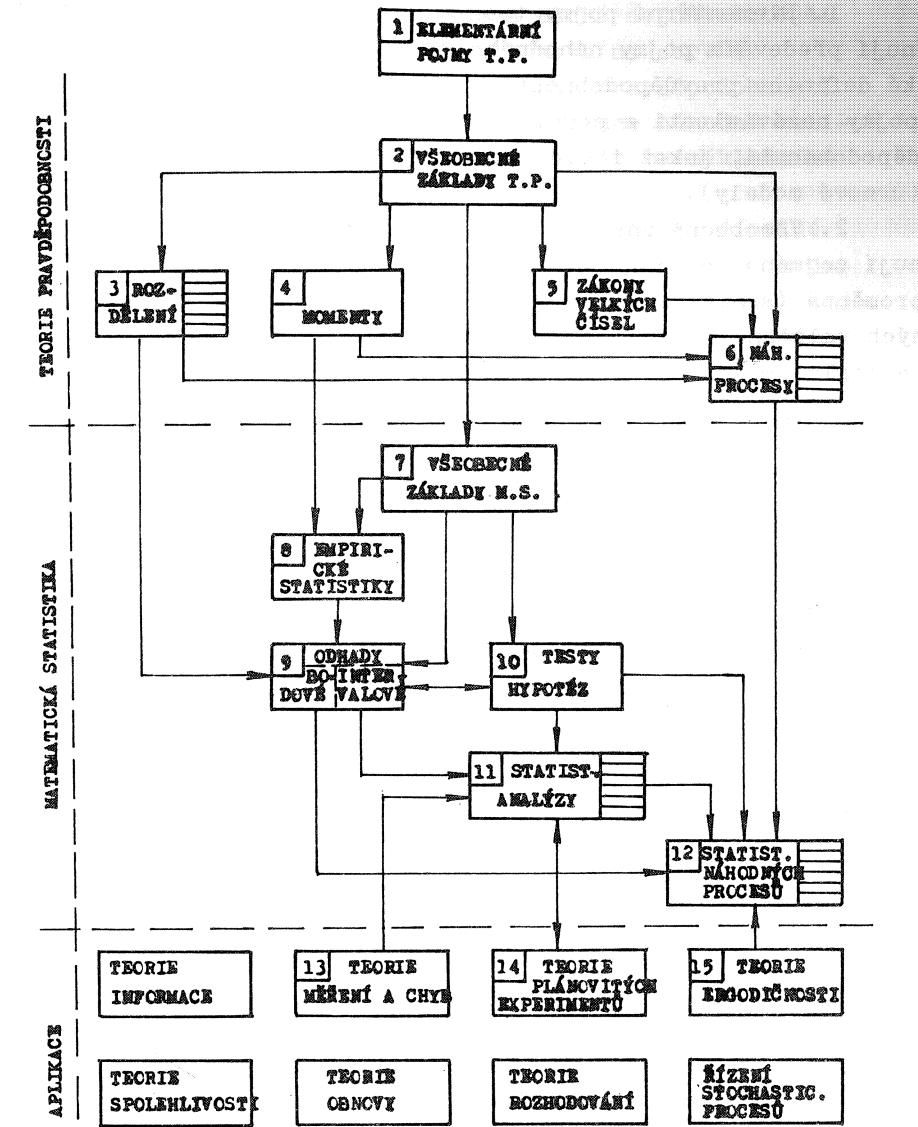
kačně velmi různorodě zaměřené (umělé náhrady, robotika, kriminalistika).

Problematika jednotlivých metod experimentální mechaniky je velmi mnohotvárná a v jednotlivých případech i velmi speciální. Jde pak o dokonalou znalost fyzikálního principu, na němž je metoda založena, jakož i technologie prací se zkušebními a provozními materiály, dokonalé ovládání speciálních přístrojů a měřicí techniky a další. Uvedenými záležitostmi se však nebudeme zabývat. Podrobnejší se zastavíme u závěrečné etapy každé experimentální činnosti, kterou je vyhodnocení získaných experimentálních dat a jejich aplikační výklad. Kvalitativní úroveň, na níž se experimentální údaje zpracují, rozhoduje o tom, jak dalece budou zhodnoceny náklady vynaložené na realizaci experimentálních prací. Je proto třeba, aby vyhodnocení souboru experimentálních dat se dělo na solidní teoretické základně, jakou v současnosti poskytuje především teorie pravděpodobnosti a matematická statistika.

#### 4. Metody teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky

Teorie pravděpodobnosti a matematická statistika (společně označované též jako "stochastika") tvoří významné speciální odvětví soudobé matematiky. Její filozofické, zejména gnozeologické základy i některé metodické prostředky se výrazně liší od "klasické" analýzy deterministických veličin, což ne zcela zasvěcenému uživateli často způsobuje potíže při jejich správném používání. Pro celkovou orientaci čtenáře uvádíme proto na obr. 4 přehled nejdůležitějších odvětví stochastiky a jejich vzájemné návaznosti doplněný stručným komentářem o jejich obsahové náplni (upraveno podle [2]).

Teorie pravděpodobnosti (bloky 1 až 6) se (kromě zavedení nezbytného pojmového aparátu) zabývá především konstrukcemi a modifikacemi analytických modelů mechanismů vytvářejících náhodné jevy. Pro daný pravděpodobnostní model lze jednoznačně stanovit pravděpodobnost výskytu jevu, v rámci tohoto modelu plně specifikovaného.



OBR.4. Přehled základních oborů stochastiky (upraveno podle [2])

1. Elementární pojmy teorie pravděpodobnosti zahrnují především pojmy náhodného jevu (události), klasické definice pravděpodobnosti, algebru pravděpodobností, pojmy nezávislosti a podmíněnosti jevů, geometrické pravděpodobnosti, jakož i elementární modely náhodných jevů (urnové modely).

2. Všeobecné základy teorie pravděpodobnosti zahrnují zejména pojmy pravděpodobnostní prostor, náhodná proměnná (skalární a vektorová), funkce rozdělení náhodných veličin, funkce náhodných veličin, otázky konvergence posloupností náhodných veličin a jejich funkcí rozdělení.

3. Klasifikace náhodných veličin na diskrétní, spojité a smíšené. Konkrétní tvary jejich funkcí rozdělení: normální (Gaussovo), gama, beta, Weibullovo, výběrová rozdělení atd.; jejich soustavy (Pearsonova, Johnsonova, Burrova); složená rozdělení.

4. Momenty: střední hodnota, rozptyl, koeficienty šikmosti a špičatosti, semiinvarianty; korelační koeficient a kovariační matice; charakteristické funkce, momentová vytvářecí funkce; kvantily.

5. Zákony velkých čísel a limitní věty v různých formulacích.

6. Stochastické (náhodné) funkce (procesy) jakožto náhodné veličiny závisející na deterministickém argumentu (zpravidla čas); momenty (kovariační funkce), spektrální zobrazení a výkonová spektrální hustota; spojitost, hladkost, diferencovatelnost a integrovatelnost náhodných procesů; úlohy o překročení dané úrovně stavové veličiny, extrémy; jednotlivé speciální typy: stacionární, normální, Markovovy; bodové procesy (Poissonovy).

Na rozdíl od teorie pravděpodobnosti, úlohou matematické statistiky je, ze souboru získaných empirických údajů o náhodném jevu usoudit na pravděpodobnostní model zatím neznámého náhodného mechanismu, o němž se domníváme, že získané empirické údaje vygeneroval. Řešení této úlohy není jednoznačné, vedle metodických prostředků teorie pravděpodobnosti se používají další specifické pro-

středky matematické statistiky, z nichž nejdůležitější jsou shrnutý do bloků 7 až 12 schématu na obr. 4.

7. Do všeobecných základů teorie pravděpodobnosti zahrnujeme zejména výklad pojmu realizace náhodné veličiny (náhodného procesu) a náhodný výběr ze základního souboru, jakož i obecnou teorii odhadu.

8. Pod empirickými statistikami rozumíme číselné údaje vytvořené (přednostně lineárními) operacemi s datním souborem realizací, které mají metodický vztah k pojmu zavedeným v bloku 4. Kromě toho mezi ně zahrnujeme tzv. pořádkové (order) a pořadové (rank) statistiky vzájemně se k uspořádaným posloupnostem experimentálních dat.

9. Odhady založené na různých metodických principech ("momentový", maximální věrohodnosti, nejmenších čtverců) dávají tzv. bodové odhady parametrů rozdělení; doporučuje se však rozšířit je na odhady intervalové, které udávají pravděpodobnost, s jakou nalezený interval překryje skutečnou hodnotu odhadovaného parametru.

10. Testování hypotéz úzce navazuje na intervalové odhady a umožňuje objektivní ověření předpokladů o tvaru rozdělení, hodnotách parametrů, popř. jiných vlastnostech základního souboru (např. nezávislost, náhodnost, apod.) pomocí dostupných experimentálních dat.

11. Statistické analýzy poskytují algoritmy pro vyhodnocování složitějších struktur experimentálních souborů dat, jak se převážně vyskytuje ve fyzikálních a inženýrských experimentech; patří sem zejména známé metody analýzy korelační, kovariační a regresní, dále analýza rozptylu, jakož i analýzy faktorové, diskriminační, shlukové a další.

12. Statistika náhodných procesů se zabývá metodickými prostředky pro odhadování momentových funkcí (a jejich parametrů) a dalších charakteristik zavedených v bloku 6.

Vedle uvedených tradičních odvětví teorie pravděpodobnosti, resp. matematické statistiky, byly rozpracovány i další metodické prostředky, u nichž již převlá-

dá jejich aplikační zaměření. V dolní části na obr. 4 jsme jich několik nakreslili, čísla jsme však označili pouze tři bloky, které mají přímou návaznost na bloky 11 a 12.

13. Teorie měření a chyb poskytuje doplňkové podklady pro konkretizaci algoritmů statistické analýzy.

14. Teorie plánovitých experimentů představuje dalekosáhlé rozvinutí a prohloubení analýzy rozptylu z bloku 11, zejména s přihlédnutím k realizačním možnostem fyzikálních a inženýrských experimentálních programů.

15. Teorie ergodičnosti se svými základními teorémy významným způsobem uplatňuje v metodice statistického zpracování realizací stacionárních náhodných procesů.

## 5. Obecně o měření a měřicích chybách

Důležitým aplikačním oborem stochastiky, který se významně uplatňuje ve všech experimentálních oborech, je teorie měření a měřicích chyb. Měření nejrůznějších fyzikálních veličin je v technické praxi natolik běžnou záležitostí, že si ani neuvědomujeme celou řadu i základních problémů gnozeologických, definičních, terminologických i normalizačních, které jsou stále předmětem zájmu i diskusí odborníků. Nebudeme se těmito otázkami zabývat, poznamenáváme však, že i pro řadového experimentátora je užitečné se čas od času se stavem této problematiky seznámit.

Omezíme-li se na fyzikální měření v běžně používaném smyslu, můžeme konstatovat, že doprovodnou součástí každého měření jsou měřicí chyby, představující "míru nepřesnosti, s jakou se změřená hodnota odchyluje od skutečné hodnoty". Lze uvažovat různá účelově orientovaná hlediska pro klasifikaci chyb. Analýza chyb podle jejich původu umožňuje, abychom se zaměřili na rozhodující zdroje vzniku, a tím celkovou velikost chyby co nejvíce omezili.

Pro metodiku vyhodnocování konkrétních experimentál-

ních údajů má zásadní význam klasifikace chyb podle jejich vlastností, podle nichž chyby dělíme na systematické, náhodné a hrubé.

Vhodný analytický popis všech typů chyb umožňuje, abychom pro jednotlivá typová měření sestrojili analytické modely těchto měření. Z nich pak lze odvodit algoritmy pro vyhodnocování souborů experimentálních údajů získaných v průběhu realizace experimentálních prací.

V návaznosti na obecný matematický model typu (1) můžeme napsat obecný model měření veličiny  $y$  ve tvaru

$$y_m = \Phi\{x, \xi ; \beta ; \eta\}, \quad (2)$$

kde  $y_m$  je skutečně naměřená veličina,  
 $\xi$  je chyba měření nezávislé veličiny  $x$ ,  
 $\eta$  je chyba měření závislé veličiny  $y$ .

Zpravidla pracujeme s lineárním modelem měření, u něhož uvažujeme chyby jako přídavné aditivní složky měřených veličin. Model měření veličiny  $y$  pak má tvar

$$y_m = \Phi\{x + \xi ; \beta\} + \eta. \quad (2a)$$

U nejjednodušších modelů, které jsou základem pro nejčastěji používané algoritmy, se navíc předpokládá  $\xi = 0$ , takže s uvážením vztahu (1) platí

$$y_m = y + \eta. \quad (2b)$$

O chybě  $\eta$  se obvykle předpokládá, že má rozdělení normální; její střední hodnota  $E\eta$  pak udává chybu systematickou, její rozptyl  $D\eta$  je měřítkem chyby náhodné; o chybách hrubých se předpokládá, že údaje jimi zatížené byly ze zpracování vyloučeny, nebo byly použity robustní metody, které jsou na hrubé chyby necitlivé.

I při takto zjednodušeném východiskovém modelu lze uvažovat velmi různorodá schémata konkrétních měření, která respektují fyzikální možnosti zjištování požadovaných veličin pomocí měření přímých, nepřímých, zprostředkovaných, závislých atd.

Použijeme-li model měření (2a), pak typickou úlohu lze formulovat takto: při vhodně volených hodnotách nezávisle proměnné  $x$  zjištujeme odpovídající hodnoty závisle proměnné  $y$ . Ze získaných údajů, zkreslených chybami  $\xi$  a  $\eta$  máme pro danou strukturu operátoru  $\Psi$  stanovit jeho parametr  $\beta$ . To je úloha čistě statistická, která se řeší pomocí obecné regresní analýzy. Přitom se předpokládá, že struktura operátoru  $\Psi$  byla stanovena podle analytických modelů teoretické mechaniky, popř. doplněna korekcemi vyplývajícími z dřívějších experimentů (viz závěr kap. 2 a úvod kap. 3).

## 6. Stochastické modely náhodných zatěžovacích jevů

Vraťme se nyní k modelu (1) a schématu klasifikace mechaniky podle obr. 2. Budeme-li se dále zabývat dynamickými úlohami, vyvstane především otázka analytického popisu vnějších zatížení. Velmi rychle shledáme, že v rámci deterministických modelů se možný výběr omezuje prakticky na proces harmonický, popř. periodický a impulsní, pro testovací účely se používá harmonický proces rozmítnutý (s frekvencí lineárně narůstající s časem). Praktické zkušenosti však prokazují, že velká část jevů působících jako zatížení různých strojů, konstrukcí a zařízení má výrazně náhodný charakter. Pro analytický popis těchto jevů se jako vhodné jeví náhodné procesy. Také zde platí požadavek dobré přiléhavosti modelu; v první fázi analytického popisu však zpravidla převažuje zájem na co možná nejjednodušším analytickém zvládnutí dané úlohy. U náhodných procesů jednoho argumentu proto obvykle pracujeme s procesy normálními a stacionárními (resp. homogenními), u funkcí několika argumentů (náhodných polí) kromě toho často předpokládáme izotropnost pole (jeho

pravděpodobnostní struktura je ve všech směrech stejná).

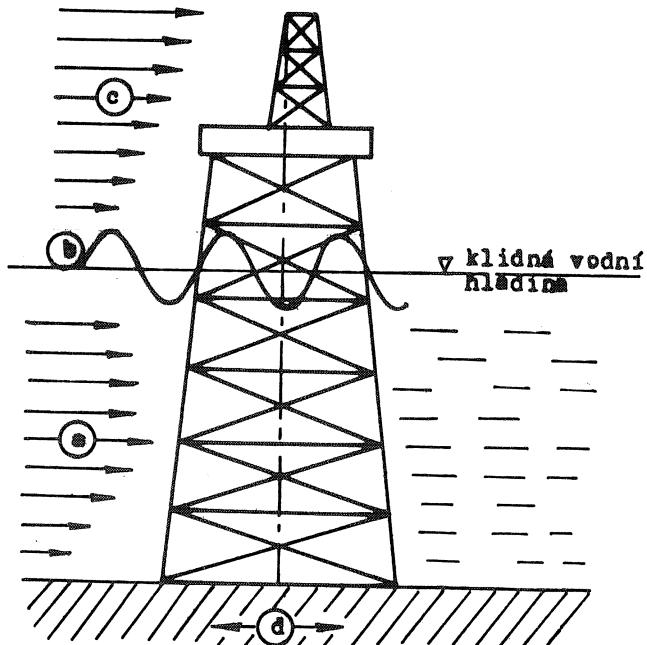
Při řešení úloh technické mechaniky se vyskytuje zejména tyto jevy náhodné povahy, které působí jaké vnitřní zatížení strojů a konstrukcí:

1. Nerovnost povrchů vozovek, letištních ploch, terénů a kolejových tratí. Jako modely se používají náhodné funkce po úsecích homogenní (podle potřeby se superponovanými lokálními impulsními poruchami v místech nájezdů na mosty a železniční přejezdy u silnic, resp. na výměny u kolejí). Pro řešení příčného kmitání vozidel se zpravidla uvažují převýšení dvou rovnoběžných stop vůči sobě jakožto další nezávislá náhodná funkce. Podobným způsobem se popisují nerovnosti povrchů obráběných součástí, které jsou homogenní ve dvou na sebe kolmých směrech, ale obecně nejsou izotropní.

2. Pohyby země vznikající při zemětřesení. Jde o jevy výrazně nestacionární a svou povahou jedinečné (nereprodukované). Přesto se vynakládá velké úsilí na vytvoření vhodných analytických modelů, které by umožnily jednak simulaci těchto jevů, jednak výpočet konstrukcí a zařízení odolných proti účinkům zemětřesení (jde především o atomové reaktory).

3. Působení vodního prostředí. Kvazistatický charakter má proměnlivý stav vody v řekách a vodních nádržích. Na velkých vodních plochách se projevují dynamické účinky vlnění vodní hladiny (vyvolané zpravidla větrem), a to jednak na plavidla na hladině, jednak na pobřežní stavby a na konstrukce na otevřeném moři (ropné těžní věže, které jsou ukázkovým příkladem velmi komplexně zatížené konstrukce (viz obr. 5)). Analytický popis náhodného charakteru těchto jevů je v prvním případě založen na teorii extrémních hodnot, v druhém případě vychází ze systematických pozorování, na jejichž základě se koncipují různé poloempirické modely.

4. Proudění tekutin. Jde o několik jevů fyzikálně i aplikačně různorodých, které proto vyžadují individuální přístupy.



**OBR.5.** Ukázka komplexně zatížené konstrukce (věž v hluboké vodě)

- a) stálý (sezonní) mořský proud
- b) vlnění vodní hladiny
- c) vítr
- d) otřesy dna způsobené zemětřesením

a) Vítr s jeho účinky kvazistatické (nízkofrekvenční kolísání rychlosti větru), jednak dynamické (vysokofrekvenční kolísání rychlosti větru). Pravděpodobnostní charakteristiky jsou závislé na řadě okolností: lokalitě, směrové orientaci, roční a denní době aj. Způsob jejich průměrování je zaveden zpravidla účelově. Pro aplikační praxi jsou důležité především jevy v přízemní vrstvě a jejich účinky na stavby a konstrukce, např. výběr stavební lokality z hlediska větrných poměrů, zamezení nežádoucích lokálních vírů v plánované městské zástavbě.

b) Turbulence volné atmosféry, tj. náhodná složka pohybu vzdušných hmot. Modely pravděpodobnostního popisu jsou založeny na fyzikálním a dimenzionálním rozboru úlohy ověřených experimentálně. Třírozměrné turbulentní pole se považuje za izotropní a pro letecké účely za nezávislé na čase (tzv. zmrazená turbulence).

c) Interakční jevy na rozhraní tekutého a pevného prostředí. V inženýrských úlohách se setkáváme s různými případy proudění vnějšího i vnitřního, a to s velkým rozmezím Reynoldsových čísel charakterizujících tyto jevy. Sem můžeme zahrnout např. vznik zatěžovacích sil v důsledku interakce proudícího media s konkrétními geometrickými charakteristikami povrchu obtékaného tělesa, turbulentní jevy v potrubí aj. Tyto jevy je velmi obtížné podchytit teoreticky, většinou jsme odkázáni na experimentální výzkum, z jehož poznatků byly vytvořeny formálně velmi rozmanité empirické modely.

d) Zvukové pole vyvolané vysokorychlostním výtokem plynů. Jde o jev typický pro proudové motory. Také v tomto případě jsou známy jen některé základní fyzikální zákonitosti (intenzita zvukového pole je úměrná osmé mocnině výtokové rychlosti), informace o většině dalších podrobností je však nutno získat experimentálně.

Informace o uvedených zatěžovacích jevech jsou roztroušeny v publikačních zdrojích nejrůznějších teoretických i aplikačních oborů.

## 7. Stochastické složky rozšířené kinematiky

V obecném vztahu (1) můžeme i parametry  $\beta$  operátoru  $\Phi$  považovat za náhodné veličiny nebo náhodné procesy (popř. též vektorové). Na rozdíl od vstupních procesů, které mají stochastický charakter velmi často, nejsou náhodné změny parametrů v mechanických soustavách tak obvyklé (častěji se vyskytuje změny periodické), přesto se však vyskytují. Jako příklad lze uvést aerodynamické tlumení lopatek proudových motorů vyvolané turbulentní proudícího media (zde jde navíc o konkrétní pří-

klad provázání vnějších a parametrických sil). Konvenčně sem lze zařadit i problematiku stochastických teorií pevnosti, únavy a spolehlivosti, pravděpodobnostní modely procesu šíření trhlin aj.

#### 8. Řešení stochastických modelů mechaniky

Schéma podle obr. 2 můžeme nyní zobecnit tím způsobem, že do něho začleníme všechny doposud uvažované typy stochastických modelů, které se v mechanice uplatňují. Dospíváme tak ke schématu uvedenému na obr. 6, v jehož levé části je překresleno schéma z obr. 2, v pravé části jsou zakresleny schematické modely diskutované v kap. 4 až 7. Modely experimentální mechaniky, konkrétně jejich část zabývající se statistickými metodami zpracování experimentálních údajů, umožňují získat konkrétní hodnoty parametrů deterministických modelů (dvojité čáry v levé části schématu).

Doplněním deterministickej kinetiky o modely reálných zatěžovacích jevů a stochastických složek kinematiky dostaváme zobecněný model kinetiky, pro který se v technických oborech na aplikaci úrovni používá často označení "náhodné kmitání".

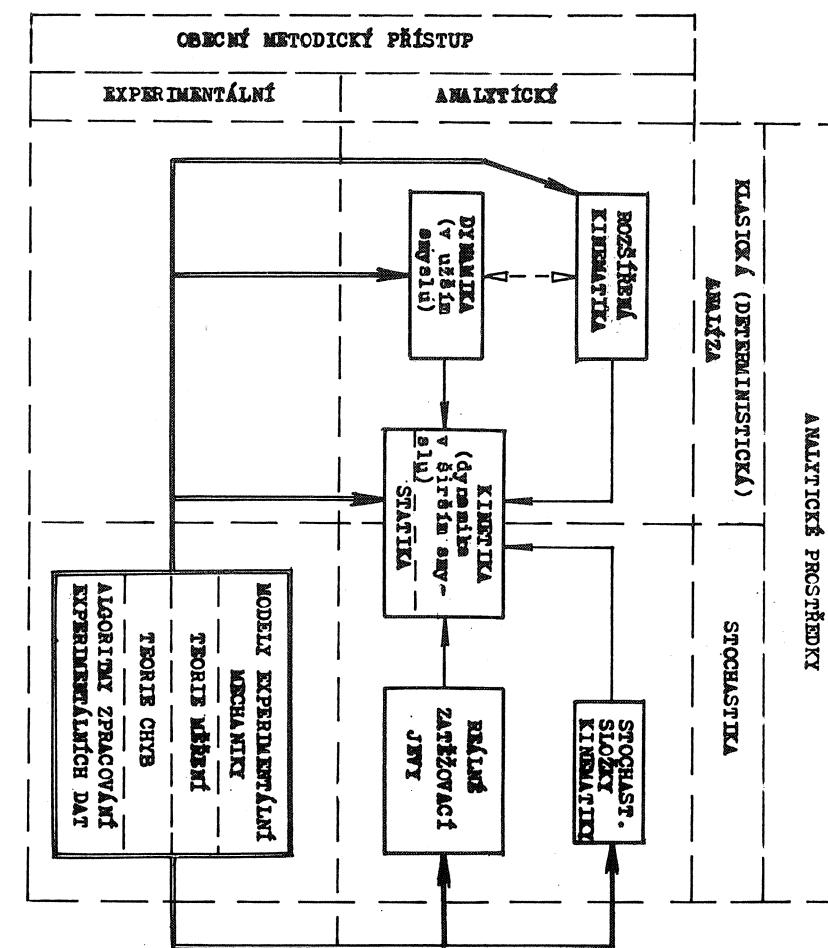
Zdůrazněme, že po matematické stránce jsme původní deterministickou kostru, která i nadále tvoří základ matematického modelu zobecněné kinetiky, doplnili o zmíněné stochastické prvky. Dospíváme tak ke stochastickým rovnicím různých typů, jak to odpovídá různorodým aplikacím úlohám a jejich matematickým modelům (stručný přehled viz [3]). Jejich řešení je v principu o řad obtížnější než řešení odpovídajících rovnic deterministických.

V případě diferenciálních rovnic popisujících dynamické jevy uvažujeme postupně tyto úlohy seřazené podle vztuřující náročnosti [4]:

a) Úlohy s náhodnými počátečními (okrajovými) podmínkami. Jde o jakýsi mezistupeň mezi dynamikou deterministickou a stochastickou v pravém slova smyslu.

b) Rovnice s náhodnou pravou stranou; podle aplikacního významu v kybernetice se tento případ též v mechanika-

OBR. 6. Základní obory mechaniky s vyznačením třídy analytických modelů a metodických přístupů



ce označuje často jako "filtrace". V mechanice je to nejčastěji se vyskytující typ. Je-li dynamická soustava lineární, lze řešit bez potíží všechny elementární úlohy (náhodné procesy mají analyticky výhodné vlastnosti, jako je stacionárnost a normální rozdělení). Problematika je ovšem značně složitější, jde-li o soustavu nelineární a budicí procesy jsou nestacionární a negaussovské, popř. i vektorové s korelovanými složkami.

c) Rovnice s náhodnými parametry představují nejobtížnější typ stochastických diferenciálních rovnic. Obvykle se tento případ vyskytuje současně s náhodnou pravou stranou. Standardní metoda využívá teorii Markovových procesů, přičemž je nutno zavést pojem tzv. stochastického integrálu. Některé úlohy lze řešit též při použití představy o podmíněnosti náhodných jevů v soustavě probíhajících.

#### 9. Identifikace náhodných procesů a dynamických soustav

Podobně jako pro deterministické modely mechaniky, musíme i pro její pravděpodobnostní modely koncretizovat hodnoty jejich parametrů na základě analýzy experimentálních poznatků. Podle terminologie používané v aplikované kybernetice se pro tyto úlohy i v mechanice ujalo označení "identifikace".

Pod identifikací náhodného procesu v širším smyslu rozumíme jednak sestavení jeho analytické struktury (s maximálním využitím apriorních znalostí o dané konkrétní aplikační realitě), jednak odhad parametrů v jeho modelu vystupujících. Jestliže identifikujeme současně vstupy i výstupy na dané dynamické soustavě, lze z nich za jistých podmínek identifikovat i samu soustavu, a to opět pokud jde o její strukturu (v různých formálních tvarech v oblasti časové, tj. jako generující diferenciální rovnici nebo impulsní odezvu, resp. frekvenční, tj. jako přenosovou funkci) a pak její parametry. Poznámejme, že identifikace struktury, ať již procesu nebo soustavy, není na základě pouhé experimentální informace obecně úlohou jednoznačnou.

Identifikační problematika je tak rozsáhlá, že již tvoří samostatný obor aplikované kybernetiky, resp. její aplikační oblasti zabývající se samočinným řízením.

#### 10. Závěr

Řešení úloh soudobé aplikované mechaniky vyžaduje, abychom si vedle klasických metod analytických a na ně navazujících metod numerických osvojili i dobré znalosti teoretických základů a zejména pak konkrétních pracovních nástrojů teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky. Ty se uplatňují ve dvou hlavních směrech.

Především je to oblast zpracování výsledků experimentů. Používání statistických metod zde ovšem není novinkou, jde však o to, aby novým možnostem měřicí techniky schopné produkovat velká množství kvalitních (ale zpravidla drahých) experimentálních údajů, odpovídaly i dokonalejší metody jejich zpracování. V experimentální mechanice by se prohloubené používání metod matematické statistiky mělo projevit zejména v těchto směrech:

- v plánovité přípravě experimentů orientované tak, aby se na základě předběžných znalostí problému minimalizoval rozsah experimentálních prací, avšak současně se ze získaných údajů vyhodnotilo maximum objektivních informací,
- v postupném přechodu k integrovaným systémům měření, sběru a vyhodnocování experimentálních údajů,
- v další integraci měřicích a vyhodnocovacích systémů do vlastních experimentálních zařízení, směřující při účelném využití výpočetní techniky k řízení průběhu experimentu na základě průběžně vyhodnocovaných údajů,
- v komplexním vyhodnocování složitých úloh nepřímých a zprostředkovávaných měření vedoucí na zpracování obrazové informace (optické metody experimentální mechaniky).

Druhá oblast žádoucího uplatnění stochastiky spočívá ve vytváření pravděpodobnostních modelů úloh aplikované mechaniky. Jde především o vnější procesy náhodného charakteru, většinou přírodního původu, které zatěžují

mnohé ekonomicky důležité skupiny strojů a konstrukcí, v menší míře i o pravděpodobnostní popis struktury mechanických soustav.

Při vytváření pravděpodobnostních modelů dynamických soustav vycházíme z vybudovaného klasického analytického aparátu, do něhož se vhodným způsobem začlení požadované pravděpodobnostní prvky. Tako koncipované dynamické modely se uplatní i při numerickém, popř. kombinovaném výpočtovém (resp. simulačním) a experimentálním zjišťování životnosti a spolehlivosti studovaných strojů, konstrukcí a zařízení. Některé pevnostní obory mechaniky jako je statistická teorie pevnosti, teorie únavového poškození, lomová mechanika a teorie spolehlivosti pracují s čistě stochastickými modely, které představují zásadní kvalitativní krok kupředu ve srovnání s klasickým deterministickým přístupem.

Podobným způsobem jako mechanika, i jiné vědní obory se obohacují tím, že mezi své pracovní nástroje přebírají stochastické přístupy a konkrétní metodické postupy. Vedle již zmíněné teorie samočinného řízení je to zejména teorie informace a radiofyzika. Je proto účelné, alespoň orientačně sledovat pokroky v těchto oborech a jejich poznatky a zkušenosti využívat (po případných úpravách) pro řešení úloh mechaniky. Přitom lze pozorovat, že se projevují současně dvě protichůdné tendenze. Na jedné straně dochází ke stále intenzivnějšímu prohlubování jednotlivých specializací, na druhé straně však k novým spojením mezi jednotlivými odvětvími téhož oboru, často však i mezi dosud nesouvisejícími obory (zpravidla jen jejich některých speciálních partií) a tím k vytváření i neobvyklých interdisciplinárních vědních oblastí (např. různé stránky biomechaniky). Je samozřejmé, že zejména nové, ale i prohloubené klasické přístupy matematiky zde hrají rozhodující roli.

To vše klade zvýšené nároky na teoretické, zejména matematické znalosti pracovníků, kteří se těmito problémy zabývají. Pak si lze položit otázku, jak při řešení

úloh stochastické mechaniky zajistit tvůrčí zvládnutí tak rozsáhlých a přece jen dosti rozdílných vědních oborů, jako je mechanika a stochastika. V současné době komplexních řešitelských týmů není samozřejmě problém, sestavit tvůrčí tým, v němž jsou zastoupeny všechny potřebné hluboce specializované odbornosti. Ukazuje se však, že je velmi žádoucí, aby alespoň vedoucí řešitelského týmu zvládl ve vyvážených proporcích a do přiměřené hloubky oba zmíněné obory.

#### Literatura

- /1/ Zumpe, G.: *Angewandte Mechanik. Band 1: Bildung und Beschreibung von Modellen.* Berlin, Akademie-Verlag 1983 (2.Auf.).
- /2/ Müller, P. H. (red.): *Lexikon der Stochastik.* Berlin, Akademie-Verlag 1983 (4.Aufl.).
- /3/ Kirillov, P. V.: *Slučajnyje uravněnija.* Kišiněv, Štiinca 1982.
- /4/ Syski R.: *Stochastic differential equations.* In: Saaty, T. L.: *Modern nonlinear equations.* New York, McGraw-Hill 1967, s. 346-456.

KOLOKVIA MECHANIKY V ROCE 1986

Název, datum, místo      Předseda

Euromech  
206      Viscoelasticity of poly-  
meric liquids  
(Processing of polymer  
solutions and melts)  
13-16 leden 1986  
Grenoble

Professor J.M.Piau  
Institut de Mécanique  
de Grenoble, B.P.68  
Domaine Universitaire  
38402 Saint Martin  
d'Hères Cedex, France  
a P.J. Carreau,  
Montreal

Euromech  
207      Natural Convection  
7-9 duben 1986  
Delft, The Netherlands

Professor ir. C.J.  
Hoogendoorn, Depart-  
ment of Applied Phy-  
sics, Delft University  
of Technology, P.O.  
Box 5, 2600 AA Delft,  
The Netherlands a  
Professor M.A. Com-  
barinous, Bordeaux

Euromech  
208      Explosions in Industry  
14-16 duben 1986  
Göttingen, Germany

Professor H.Gg. Wagner  
Max-Planck-Institut  
für Strömungsforschung  
Böttingerstrasse 6/8  
3400 Göttingen, Germany  
a Professor H.Gg. Hor-  
nung, Göttingen

Euromech  
209      Vibrations with unila-  
teral constraints  
5-7 červen 1986  
Como, Italy

Professor C. Citrini  
Dipartimento di Mate-  
matica, Politecnico  
di Milano, Piazza  
Leonardo da Vinci, 32  
20133 Milano, Italy  
a Professor H. Caban-  
nes, Paris

Euromech  
210      Post-critical behaviour  
fracture of dissipative  
solids  
červen 1986  
Jablonna, Poland

Professor P. Perzyna  
Institute of Funda-  
mental Technological  
Research, Polish Aca-  
demy of Sciences,  
Swietokrzyska 21  
00-049 Warsaw, Poland

Název, datum, místo

Euromech  
211      Heat and mass transfer  
in the flow of thin  
liquid films  
24-27 červen 1986  
Glasgow, Scotland

Euromech  
212      Non linear waves in  
solids  
1-4 červenec 1986  
Toledo, Spain

Euromech  
213      Active Methods of con-  
trolling sound and vib-  
ration  
8-11 září 1986  
Marseille, France

Euromech  
214      The mechanical behaviour  
of composites and lami-  
nates  
16-19 září 1986  
Dubrovnik, Yugoslavia

Euromech  
215      Mechanics of sediment  
transport in fluvial  
and marine environments  
22-26 září 1986  
Genova, Italy

Euromech  
216      Integrable systems in  
nonlinear analytical  
mechanics  
22-25 září 1986  
Leeds, England

Předseda

Dr. G. Wilks  
Department of Mathe-  
matics, University  
of Strathclyde,  
Glasgow, Scotland  
a Dr. D.B.R. Kenning  
Oxford

Professor E. Alarcón  
Universidad Politec-  
nica de Madrid  
E.T.S. Ingenieros  
Industriales, J. Gu-  
tiérrez Abascal, 2  
28006 Madrid, Spain  
a Professor W.K. No-  
wacki, Warsaw

Professor B. Nayroles  
Laboratoire de Mé-  
canique et d'Acous-  
tique (C.N.R.S.)  
B.P. 71, 13277 Mar-  
seille Cedex 9, France  
a Professor J.E.Ffowcs  
Williams, Cambridge

Professor M. Mićunović,  
Faculty of Me-  
chanical Engin., Uni-  
versity "Svetozar  
Marković", 34000 Kra-  
gujevac, Yugoslavia  
a Dr. W.A. Green,  
Nottingham

Professor G. Seminara  
Istituto di Idraulica,  
Facoltà di Ingegneria,  
Università di  
Genova, Via Monta-  
llegro, 1, 16145 Ge-  
nova, Italy  
a Professor J.Fredsøe,  
Lyngby

Dr. A.P. Fordy, Centre  
for Nonlinear Studies  
University of Leeds  
Leeds LS2 9JT, England  
a Professor F.Calogero  
Rome

Název, datum, místo

Předseda

Euromech  
217 Dynamic plastic response of structures  
13-16 říjen 1986  
Matrafured, Hungary

Professor S. Kaliszky  
Department of Mechanics, Technical University Budapest  
Müegytem rkp. 3K.mf 35  
1521 Budapest, Hungary  
a Professor N. Jones  
Liverpool

Euromech  
218 The interaction of free and forced convection  
18-20 listopad 1986  
Poitiers, France

Professor J.-L. Peubé  
L.E.S.T.E. University of Poitiers  
40. Avenue du Recteur Pineau 86022 Poitiers Cedex, France

Euromech  
219 Refined dynamical theories of beams, plates and shells and their applications  
23-25 září 1986  
Kassel, Germany

Professor Dr.-Ing. H. Irretier, Institut für Mechanik, Gesamthochschule Kassel-Universität, Postfach 101380  
3500 Kassel, Germany  
a Professor Dr. I. Elishakoff, Haifa

NOVĚ PŘIJATÍ ČLENOVÉ V ROCE 1985

(doplňení vydaného seznamu členů)

1. AMBROŽ Jaroslav RNDr. 27.2.1956 G  
Geotest-OIG Slatina  
Šmahova 115  
600 00 Brno
2. BARTOŠOVÁ Jaroslava Ing. 6.4.1959 M 4  
VÚK Plzeň  
330 12 Horní Bříza
3. BOUDÍK Zdeněk Ing. 17.5.1961 G 1, G 3,  
ÚGG ČSAV  
V Holešovičkách 41  
182 09 Praha 8  
M 2
4. BŘEZÍK Rudolf Ing. 6.5.1939 M 4  
VÚGPT-pošt.přihr.22  
764 22 Gottwaldov
5. BUCHÁČEK Karel Ing.CSc. 21.1.1932 B 3  
ÚTAM ČSAV  
Vyšehradská 49  
128 49 Praha 2
6. BULVAS Miroslav MUDr.CSc. 14.10.1950 B 2  
IKEM-Vídeňská 800  
146 22 Praha 4
7. CÍSAR Jaroslav Ing. 9.2.1953 M 4  
VÚGPT-pošt.přihr.22  
764 22 Gottwaldov
8. ČENSKÝ Miloš Ing.CSc. 12.3.1931 M 1, M 2  
SF ČVUT  
Thákurova 7  
166 29 Praha 6
9. DOHNAL Miroslav RNDr. 16.5.1945 P 1  
SIGMA/VÚ  
Kosmonautů 6  
772 23 Olomouc
10. DOHNÁLEK Jiří Ing.CSc. 1.6.1948 M 4  
SÚ ČVUT  
Šolínova 7  
166 08 Praha 6

11.	DOLEŽEL Vladimír ÚGG ČSAV V Holešovičkách 41 182 00 Praha 8	Ing.CSc.	4. 3.1943	B		23.	HRUŠ Miroslav ELITEK 463 31 Chrastava	Ing.CS.	24. 2.1940	T
12.	DRDA Jiří SVÚSS Běchovice 250 97 Praha 911	Ing.CSc.	25.9.1933	M 1, M 2		24.	JIRÁSKO Petr KVÚ-ELITEK U jezu 4 461 19 Liberec	Ing.	14.11.1955	
13.	DUŠEK Karel ÚMCH ČSAV Heyrovského n. 2 162 06 Praha 6	Ing.DrSc.	6. 5.1920	M 4		25.	KAFKA František LET n.p. 686 04 Uh.Hradiště	Ing.	14. 4.1951	M 4
14.	EMMER Jiří VÚD Žilina Leninova 11/13 602 00 Brno	Ing.	30.8.1941	M 4		26.	KOLÁŘ Josef ČKD Praha VÚ mot. lok. 190 00 Praha 9	Ing.	11. 3.1944	M 3
15.	FÁRA František ARMABETON OTRV Antala Staška 32 146 20 Praha 4	Ing.	4.5.1940	M 4		27.	KONEČNÝ Václav SVÚSS Běchovice 250 97 Praha 911	Ing.CSc.	17. 5.1935	T
16.	FIDRANSKÝ Jiří AERO Vodochody 250 70 Odolena Voda	Ing.	26. 5.1956	M 4		28.	KROUPA František SVÚM Opletalova 25 113 12 Praha 1	RNDr.DrSc.	8.7.1925	M 2, M 4 čl.kor.ČSAV
17.	FRANTA Václav ÚVZÚ ŠKODA Plzeň 316 00 Plzeň	Ing.CSc.	17. 9.1938	T 3		29.	KŘEN Jiří VŠSE Plzeň Nejedlého sady 14 306 14 Plzeň	Ing.CSc.	9. 5.1947	M 1, M 2
18.	GÖTZ Josef VVÚPrS Pekařská 4 600 00 Brno	Ing.CSc.	17.12.1919	M 4, P 6		30.	KUDRNA Zdeněk ÚGG ČSAV V Holešovičkách 41 182 00 Praha 8	Ing.	19.11.1949	G 3
19.	HAUER Václav ÚVZÚ ŠKODA 316 00 Plzeň	Ing.CSc.	17. 1.1949	M 3, E 4		31.	KUSÝ Zdeněk GŘ CHEPOS Šumavská 35 659 24 Brno	Ing.	17. 5.1930	T 3
20.	HAUSVATER Karel GŘ CHEPOS Šumavská 35 659 24 Brno	Ing.	5. 8.1935	M 4		32.	KVASNIČKA Miloš stav.fak. ČVUT Thákurova 7 166 29 Praha 6	Ing.CSc	15. 6.1944	P 6
21.	HLAVÁČEK Miroslav ÚTAM ČSAV Vyšehradská 49 128 49 Praha 2	Ing.CSc.	29. 8.1938	M 3, M 4, B		33.	LAERMANN Karl Hans Ber.tech.Univ. Gesamthochschule Mönchengladbach	Prof.Dr. Ing.	29.12.1929	E 1, M 4
22.	HRUBEČEK František ÚVMV Lihovarská 12 190 00 Praha 9	Ing.CSc.	24.11.1935	P 2		34.	LAVIČKA Jan FS ČVUT Thákurova 7 166 29 Praha 6	Doc.Ing.	27. 5.1930	M 4, P 6

35.	LEGIN Michal LF UJPS 040 01 Košice	prom.fyz.	1. 7.1946	B 2	47.	SISR Oldřich SVÚS/St.výzk. ústav skl./ Škroupova 957 501 92 Hradec Králové	Ing.CSc.	16.10.1924	M 4
36.	MAREK Ivo MFF UK, KNM Malostranské n.25 118 00 Praha 1	Prof.RNDr. DrSc.	24.1.1933	P 5	48.	SUŠINKA Peter VÚSAPL Novozámocká cesta 950 37 Nitra	RNDr.	26.12.1950	M 4
37.	MARTINEC Lubomír SVŠT str. fak. Gottwaldovo n. 17 800 00 Bratislava	Ing.CSc.	11.6.1937	M 4	49.	ŠALANSKÝ Igor VÚT, Ponávka 6 662 50 Brno	MUDr.CSc.	5. 2.1927	B
38.	MATULA Richard SIGMA VÚ Olomouc Kosmonautů 6 772 23 Olomouc	Ing.	29.4.1940	P 1	50.	ŠESTÁK Jiří Str.fak.,ČVUT Suchbátarova 4 166 07 Praha 6	Doc.Ing. CSc.	4.10.1930	T
39.	MIRSCH Miroslav INOVA-VVP Praha 4 U Michelského lesa 366 140 00 Praha 4	Ing.CSc.	24.4.1941	E 1	51.	ŠMEJKAL Jiří VE ŠKODA Plzeň 316 00 Plzeň-Bolevec	Ing.	13. 4.1957	G 2, G 3 P 6
40.	NEZBEDOVÁ Eva SVÚM Opletalova 25 113 12 Praha 1	Ing.CSc.	10.1.1944	M 4, E 4	52.	ŠTRUNC Aleš VE ŠKODA 316 00 Plzeň-Bolevec	Ing.	21. 2.1958	G 2, T 3, P 6
41.	NOŽIČKA František MFF UK Malostranské n. 25 110 00 Praha 1	Prof.Dr.	5. 5.1918	M 1, M 2, G 3, P 5	53.	THURZOVÁ Emilie VÚ hum.bioklinologie 600 00 Bratislava	MUDr.CSc.	12.11.1939	B 1
42.	ODNOHA Jaroslav AERO Vodochody 250 70 Odolena Voda	Ing.	29. 2.1960	M 4, P 4	54.	TIKAL Bohuslav ÚVZÚ Škoda 316 00 Plzeň	Ing.CSc.	15. 2. 1942	
43.	OLIVA Vladislav ČVUT-FJFI-Kat.mater. Křemencová 10 110 00 Praha 1	Ing.CSc.	10. 9.1947	M 3, P 5	55.	TURČÍČ Branko SVÚSS Běchovice 250 97 Praha 9	Ing.	27.11.1945	M 3, M 4
44.	PRÁŠIL Vladimír VŠST, Hálkova 6 461 17 Liberec 1	Prof.Ing. DrSc.	2. 7.1942	M 1, P 8	56.	VALÁŠEK Michal F.str.ČVUT Suchbátarova 4 166 07 Praha 6	Ing.CSc.	25. 3.1956	M 1, M 4 P 5
45.	RAAB Miroslav ÚMCH ČSAV Heyrovského n. 2 162 06 Praha 6	RNDr.CSc	20. 8.1938	M 4, E 4	57.	VÁLEK Leo VÚ SIGMA Kosmonautů 6 772 23 Olomouc	Ing.	12. 9.1948	M 2, P 1
46.	SCHREIBER Vladimír Techn.a zkuš.ústav staveb, Strakonická 11 150 00 Praha 5	Ing.CSc.	1. 7.1928	M 4	58.	VAŠÍČEK Alois SVÚM Praha Komarovská 451 190 00 Praha 9	Ing.CSc.	19.11.1953	M 4

59.	VAVŘÍN Josef ÚJV 250 68 Řež	Ing.	21. 2.1932	M 1
60.	VÍŠEK Vlastimil LFH UK-FN 100 00 Praha 10	MUDr.	17.12.1954	B 1
61.	VRBKA Jan VUT Brno fak.str.,kat.mech. těl. tř.Obránců míru 65 602 00 Brno	Ing.CSc.	28. 8.1942	M 2, M 4
62.	VRUBA Václav ÚT ČSAV Puškinovo n. 9 160 00 Praha 6	Ing.	12.10.1957	T 1, M 1
63.	ZÁMYSLICKÝ Luděk Úst.pro výzk.mot. vozidel Lihovarská 12 190 00 Praha 9	Ing.	25.7.1951	E 1, M 4
64.	ZAVŘEL František VVV INOVA U michelského lesa 366 140 00 Praha 4	Ing.CSc.	7. 5.1932	T, M 1
65.	ZUZAŇÁK Aleš SVÚSS Běchovice 250 97 Praha 9	RNDr.	12.12.1948	T 1,2,3,5, E 2
66.	ŽÁK Rudolf Čsl. kúpele 980 43 Číž	MUDr.	8. 2.1932	B

#### NOVÝ KOLEKTIVNÍ ČLEN ČSSM

Dne 22. prosince 1984 byla v Brně podepsána dohoda o spolupráci mezi Vysokým učením technickým v Brně a Československou společností pro mechaniku při ČSAV, a to formou kolektivního členství VUT. Dohoda nabývá účinnosti dnem 1. 1. 1985.

Dohoda vyplynula jako důsledek snahy o realizaci závěrů 8. plenárního zasedání ÚV KSČ, s cílem užšího sepětí školy, vědy a výzkumu ve všech oblastech mechaniky. Na základě dohody o kolektivním členství bude ČSSM poskytovat VUT:

- a) informace a konzultace z příslušných vědních a technických oblastí,
- b) informace (případně podklady a referáty) z mezinárodních konferencí a akcí, zejména těch, kterých se pracovníci VUT nemohli zúčastnit,
- c) informace o vědeckých, společenských a jiných akcích, pořádaných ČSSM,
- d) publikace a technické podklady, které ČSSM vydá,
- e) potřebný počet výtisků Bulletinu pro vědecká a pedagogická pracoviště VUT,
- f) účinnou pomoc při styku se zahraničními institucemi nebo odborníky, kteří mají význam pro VUT,
- g) spolupráci při zajišťování účasti pracovníků VUT na seminářích a přednáškách domácích i zahraničních odborníků,
- h) nejnovější výsledky základního i aplikovaného výzkumu pro potřeby výuky, vědy i výzkumu,
- i) na vyžádání spolupráci při výuce speciálních a hraničních oborů, zejména v postgraduálním studiu,
- j) možnost publikace závažných sdělení v Bulletinu ČSSM.

Řízením a organizováním spolupráce byli pověřeni:

za ČSSM Doc.Ing. Jaroslav Valenta, DrSc., člen korespondent ČSAV, předseda ČSSM,

za VUT Doc. Ing. Albert Bradáč, CSc., ředitel Ústavu soudního inženýrství VUT, člen hlavního výboru ČSSM.

Vedení ČSSM i VUT jsou přesvědčena, že dohoda, jejíž plnění se bude pravidelně vyhodnocovat, bude významným přínosem k sepětí školy s vědou a výzkumem, a tím přispěje k výšší úrovni výchovy socialistických inženýrů i vědeckých pracovníků.

#### 5. NÁRODNÍ KONGRES TEORETICKÉ A APLIKOVANÉ MECHANIKY V BLR

Kongres proběhl tradičně ve Varně ve dnech 24. až 29. září 1985 za předsednictví akademika G. Brankova, ředitele Institutu mechaniky a biomechaniky BAV. Bylo předneseno asi 300 referátů ve 12 sekcích: matematické modelování v mechanice; mechanika diskrétního prostředí a systémů; mechanika nelineárních a inelasticických prostředí; hydrodynamika (včetně hydrodynamiky lodí) a přenos tepla a hmoty; vibrace a rozložení vln v prostředí a systémech; biomechanika; dynamika, pevnost a spolehlivost strojů; roboty a manipulátory; stavební mechanika (skořepiny); vědecká konstrukce přístrojů a historie mechaniky v BLR.

Kongresu se zúčastnilo asi 450 delegátů, z toho 158 ze zahraničí (SSSR 44, ČSSR 28, NDR 15, PLR 42, RSR 4, MLR 3, KLDR 3, ČLR 2, NSR 2, Japonsko 2, Itálie 3, Řecko 2, SFRJ 1, USA 1, Anglie 1, Francie 1, Nizozemí 1).

Československá účast byla velmi významná, o čemž svědčí i to, že akademik J. Němec byl členem čestného předsednictva a přednesl jeden z úvodních souhrnných referátů.

Ing. Pavel Komárek

# EAN



Odborná skupina pro experimentální analýzu napětí

Ve dnech 9. a 10. května 1985 proběhlo v Západním Berlíně pravidelné roční, již 9. symposium odborné skupiny pro experimentální analýzu napětí (GESA) s bohatým programem 38 referátů. Také zde postupně vznikla podíl referátů, které spadají spíše do oblasti experimentální mechaniky. Díky úzkým kontaktům mezi naší o.s. EAN a GESA bylo na nás předsedou, prof. K.-H. Laermannem, povoláno jedním sborníkem, který je k dispozici u předsedy sekce EM. Sborník dále vychází jakou součást řady "VDI-Berichte", tento pod č. 552/1985 ve VDI-Verlag, Düsseldorf ( cena asi 130,-DM) ve vázaném, fotocestou rozmnожovaném svazku, nově zaváděného formátu B5.

Tématika referátů je mnohostranná. Nejvíce zastoupeny jsou po metodické stránce digitální zpracování obrázků a vyhodnocování měření, hybridní metody EM, ultrazvukové metody (včetně příspěvku k vyšetřování při válcové textuře objektu) a vyšetřování kompozitních struktur a plastů, a dále aplikační referáty, pozoruhodné zvláště koncepcním, vyčerpávajícím přístupem k řešení konkrétního úkolu, mezi kterými je řada příspěvků věnovaná konstrukcím strojním, jaderné technice a nádobám nebo potrubí. Jako zcela nové metodické podněty se objevily snímače dráhy (lomu) na bázi světlovodů a měření napětí triboluminiscencí.

-jýj-

VIII. Mezinárodní konference o experimentální analýze napětí

se bude konat od 12. do 16. května 1986 v Amsterdamu s tématem "Současný vývoj a perspektivy v experimentální

mechanice". Je pořádána Holandskou organizací pro aplikovaný vědecký výzkum (TNO) z pověření Stálého výboru pro analýzu napětí (PCSA) a za podpory IMEKO-TC 15, Sdružení experimentální analýzy (GESA, NSR) Společnosti pro experimentální mechaniku (SEM, USA) a Královské holandské společnosti inženýrů - sekce mechaniky.

Prvé pozvánky k účasti a nabídce referátů byly již rozeslány. Referáty mají pojednávat o některém z následujících problémů: užití fyzikálních jevů a principů v měřící technice; experimentální ověření teoreticky řešených úloh; experimentální určení parametrů, vstupujících do matematického řešení úlohy; metody a zařízení pro snímání a transformaci první informace; automatizace měření a zpracování dat; použití mikropočítačů a mikroprocesorů v měřících zařízeních a systémech; problémy při měření za mimořádných podmínek okolí; zvýšení účinnosti a kvality.

Přihlášky přijímá a dotazy vyřizuje TNO Corporate Communication Department, P.O. Box 297, 2501 BD The Hague, The Netherlands.

-jýj-

Analyse des Contraintes uveřejňuje v R.F.M. č. 3/1984 dva významné články z oboru holografie. M.F. Vallat, J. Schultz a P. Martz rozpracovávají v práci "Výzkum plátovaných spojů metodami koherentní optiky" metodu specklové fotografie a holointerferometrickou metodu dvojí expozice (jako vzájemně se doplňující postupy) jejich aplikací při výzkumu deformací lepených spojů sklo/sklo.

A. Stimpfling a P. Smigielski v článku "Nová interferometrická metoda korekcí a měření libovolných posunutí prostorového objektu" vypracovávají postup zjištění vad a deformací tělesa nedestruktivně zatíženého staticky nebo dynamicky. Přínosem tohoto celkem jednoduchého postupu je přímé eliminování posunu tělesa jako celku (tedy i ev. amplitudy) v mezích koherentní délky použitého laseru. Postup byl ověřen jak při stu-

diu v reálném čase tak i dvojí expozicí. Deformace objektu dosahovaly v posunutí v rovině 5 mm, z roviny 1,3 mm, v rotaci 30° resp. 15° kolem osy kolmé k rovině objektu, resp. kolem osy v jeho rovině; výchozí interferenční pruhy se neobjevují, nabíhají postupně, až konečně se slévají do jednolitého odstínu. Při použití počítače lze určovat složky posunutí i v případě, že amplituda je větší než rozměry tělesa. Metodu lze použít při studiu rychlých jevů jako např. při rázu.

Revue Francaise de Mécanique č. 4/1984 přináší příspěvek k metodice aplikací modální analýzy. D. Bonnecase v článku "Modální analýza CAD" ukazuje, jak nedávný vývoj výpočetních metod a technik umožňuje včlenění experimentální modální analýzy do rámce CAD (Computer Aided Design) při aplikaci na mechanické konstrukce.

Souběh Analyse des Contraintes v též čísle obsahuje dvě práce. G. Maider v článku "Interakce mezi povrchovými zbytkovými napětími a chováním materiálů; přínosy difrakce X-paprsků" ukazuje vhodnost měření této difrakce při výzkumu materiálových vlastností, pro které je právě zmíněná interakce charakteristická. Jsou probrány nové aplikace této techniky při oceňování povrchových vrstev (polové obrazy makro- a mikrodeformací, měření na keramice a polymerech aj.) a uvedeny příklady interakcí při výzkumu relaxace napětí, fraktografie a povrchových vad.

L. Berka a J. Javornický v článku "Fotogrammetrie - nová metoda experimentální mechaniky" informují o vypracování metod blízké stereofotogrammetrie a metody s časovou základnou pro měření mikrodeformací materiálových struktur. Aplikace je ukázána na příkladu deformace polykrystalu hliníku a jsou naznačeny směry dalšího rozvoje metody.

## KRONIKA

### AKADEMIK KAREL JULIŠ - MÍSTOPŘEDSEDA ČSAV

Československá společnost pro mechaniku při ČSAV upřímně blahopřeje s. akademiku Karlu Julišovi k jeho jmenování místopředsedou ČSAV.

V jeho mimořádně záslužné vědecké i společenské činnosti přejeme mnoho osobních i pracovních úspěchů.

Předsednictvo Čs. společnosti  
pro mechaniku při ČSAV

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

### AKADEMIK JÁN GONDA - NESTOR SLOVENSKÝCH MECHANIKOV -



80. ROČNÝ

Mechanika sa zvykne pokladať za klasickú vednú disciplínu, ktorá sa začala rozvíjať na novodobom základe ešte v 16. storočí a vrchol svojho rozvoja dosiahla v 19. storočí. Ovšem s rastom nárokov a požiadaviek na stále dokonalejšie stroje a zariadenia, s príchodom novodobých konštrukcií, musí mechanika riešiť čoraz náročnejšie, zložitejšie, niekedy principiálne nové úlohy. Požiadavky rozvoja vedy a techniky jej predkladajú otázky, na ktoré treba odpovedať, ktoré jej nedovolia zastať, ustrnúť, stať sa "klasickou" disciplínou.

Ten rys mechaniky, vednej disciplíny, ktorej sa akademik Ján Gonda venoval počas väčšiny svojho činorodého života, ako keby sa premietal do jeho vedeckej, pedagogickej a organizátorskej činnosti. Aj on bol pripravený vždy sa učiť, ovládnuť nové poznatky, formuloval nové úlohy. Bol pripravený prijímať a aj stáť pri kolíske nových, progresívnych snáh, myšlienok a ideí. A to nejen vo sfére vedeckej, ale aj spoločenskej.

Akademik Ján Gonda narodil sa pred osiemdesiatimi rokmi, 13. novembra 1905 v Banskej Štiavnici, v meste so slávnou minulosťou, ku ktorej patrí i prvá banícka škola v Európe.

Roku 1924 zmaturoval na reálnom gymnáziu v rodnej Štiavnici a r. 1931 ukončil štúdium na Fakulte strojného inžinierstva Českého vysokého učenia technického v Prahe. Po ukončení štúdia a absolvovaní dvojsemestrového učebného kurzu pre letectvo začal pracovať v náročnej oblasti výpočtára leteckých konštrukcií. Bolo to vari jeho prvé stretnutie s mechanikou, použitou v jednej z nejprogresívnejších oblastí strojárenskej výroby, uspešne sa rozvíjajucej v období predmnichovskej Československej republiky.

Neskôr po vymenovaní za profesora r. 1942 na Strojnickej a elektrotechnickej fakulte Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave, začal rozvíjať mechaniku v celej jej šírke. Najprv ako pedagóg a organizátor, potom aj ako vedec. Pripravil rad moderne pojatých prednášok a učebných textov, do ktorých sústredil najnovšie poznatky vtedajšej vedy, mechaniky.

V prvých rokoch pôsobenia na SVŠT zabezpečoval výučbu v technickej dynamike, pružnosti a pevnosti, mechanike plynov a párv, hydromechanike, v základoch letectva. Postupne se však orientoval na dynamiku strojov a teóriu mechanického kmitania. V r. 1954 vyšla jeho kniha, prvá slovenská učebnica dynamiky. V úvode píše akademik Gonda o poslání knižky: "... Všeobecné teoretické vedomosti majú umožniť riešenie nových inženierskych problémov, ktoré sa vymykajú bežnej inženierskej praxi." Prvý zaviedol a dôsledne používal vektorové poňatie technickej dynamiky so všetkými výhodami stručnosti a prehľadnosti výkladu, založeného na vektorovej algebre.

V tradícii tejto prvej učebnice dynamiky, zamierenej na oblasť strojov, pokračuje v r. 1966 aj ďalšia kniha, Dynamika pre inžinierov. Aj tu používa autor dôsledne vektorovú symboliku a výklad látky dopĺňuje množstvom technicky významných príkladov.

Ďalšou monografiou, ktorej časti tiež možno využiť ako učebnicu, je kniha Základy dynamiky strojov. Vyšla v r. 1969 a uvádzza hlavné informácie o rozličných problémoch dynamiky strojov.

Vo vedeckej práci ho zaujal predovšetkým problém kmitania nosníkov ako hmotných pružných telies, tzv. telies s rozloženými parametrami. Venoval sa i približným

výpočtom ohybových frekvencií nosníkov rozličnými metódami s použitím variačných, integrodiferenciálnych rovíc a pod. O týchto problémoch uverejnil najmä v Strojníckom časopise ČSAV a SAV desiatky prác a napísal aj dve vedecké monografie (Kmitanie pružných telies - 1961, Kmitanie nosníkov a hriadeľov - 1969). Za druhú z týchto monografií dostal r. 1969 národnú cenu SSR. S odstupom šiestich rokov a po doplnení časti o ohybovom kmitaní napísal r. 1977 ďalšiu vedeckú monografiu Ohybové kmitanie nosníkov.

Popri pedagogickej, vedeckej a organizačnej práci ako profesor SVŠT v Bratislave do r. 1970 i ako riaditeľ bývalého Ústavu mechaniky strojov SAV od jeho vzniku r. 1955 do r. 1976 a ďalej ako vedúci vedecký pracovník ústavu doteraz vychoval niekoľko desiatok vedeckých pracovníkov. Mnohí z nich sú už sami vysokoškolskými učiteľmi, alebo pracujú na vedúcich miestach vo výskume, v priemysle i vo významných národnohospodárskych funkciách.

Veľmi rozsiahla a záslužná bola činnosť nášho jubilanta aj pri budovaní slovenských vysokých škôl. V rokoch 1943 - 1946 a 1955 - 1957 bol dekanom Strojníckej fakulty SVŠT a v rokoch 1947 - 1953 rektorm SVŠT v Bratislave. V týchto funkčných obdobiach začal s plánovitou výstavbou SVŠT v Bratislave budovaním pavilónu teoretických ústavov na Mýtnej ulici, budovy Chemickej fakulty a vysokoškolského internátu Mladá garda.

Po oslobodení Československa Sovietskou armádou sa zapojil do intenzívneho organizovania rozvoje vedeckého života na Slovensku. Roku 1946 ho zvolili do výboru Umeleckej a vedeckej rady a r. 1950 za člena Československej národnej bádateľskej rady.

Roku 1952 ho poverili funkciou predsedu Správy Slovenskej akademie vied a umení a stál i pri kolíske tejšej SAV v r. 1953. Už v tom čase mali organizátori vedeckého života na Slovensku úmysel zriadit ústav pre strojnícky výskum. Roku 1954 ustanovili Komisiu pre teoretickú a aplikovanú mechaniku, v ktorej bol jedným z jej siedmich členov. Komisia vypracovala a VI. valné zhromaždenie SAV 19. decembra 1955 schválilo návrh na zriadenie Laboratória teoretickej a aplikovanej mechaniky. Z laboratória, ktoré viedol náš jubilant, vyvinul sa v priebehu rokov dnešný Ústav materiálov a mechaniky strojov SAV.

Za člena korešpondenta SAV ho zvolili r. 1954, za člena korešpondenta ČSAV v r. 1962 a za akademika SAV r. 1964. Členom Predsedníctva SAV bol v rokoch 1961 - 1974. Zastával tu rôzne funkcie, z ktorých najvýznamnejšia bola vedecký tajomník sekcie technických vied. Od založenia Strojníckeho časopisu ČSAV a SAV v roku 1959 je jeho hlavným redaktorom.

Rozsah aktivity nášho jubilanta je obdivuhodne široký. Popri intenzívnej vedecko-pedagogickej a organizačnej činnosti sa aktívne podieľal aj na organizovaní

a činnosti ďalších odborných a záujmových organizácií, komisií a rôznych poradných inštitúcií. Ako zakladajúci člen Slovenskej spoločnosti pre mechaniku pri ČSAV, ktorá vznikla r. 1966, bol od začiatku jej podpredsedom, neskôr predsedom do r. 1977 a ďalej čestným členom. Predsedom Slovenskej spoločnosti pre dejiny vied a techniky pri SAV je od r. 1976. Z ďôležitejších funkcií možno spomenúť dlhorocné členstvo vo Vedeckej rade Strojníckej fakulty SVŠT, členstvo a predsedníctvo v komisiách pre obhajoby kandidátskych a doktorských dizertačných prác. Svojimi organizačnými schopnosťami podporoval budovať i športové letectvo na Slovensku ako predsedu Slovenského národného aeroklubu v rokoch 1945 - 1948.

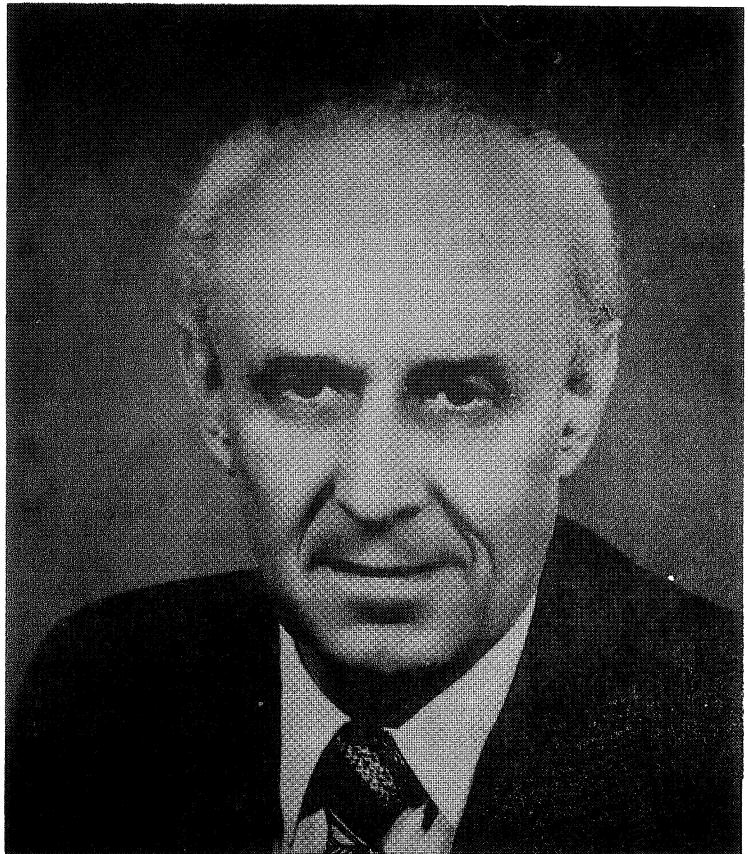
Ako komunista, poslanec Dočasného národného zhromaždenia v Prahe v rokoch 1945-1946, člen Ústredného výboru Slovenského národného frontu za kultúrnych pracovníkov v rokoch 1948-1950, poslanec Slovenskej národnej rady v rokoch 1964-1971 a zakladajúci člen Zväzu československo-sovietskeho piateľstva a Socialistickej akadémie dobre chápal zákonitosť súvislosti medzi vedou a hospodárstvom, ktoré se až po r. 1945 začalo v ČSR budovať.

Za jeho pedagogickovýchovnú a vedecko-organizačnú prácu, ako aj za jeho vysokú politickú angažovanosť ho naša socialistická spoločnosť odmenila mnohými vysokými poctami a vyznameniami. Z nich najvýznamnejšie sú tie-to: Rad práce-1965, Zlatá medaila SVŠT-1968, Pamätná plaketa ÚV NF pri 50. výročí vzniku ČSR-1968, Pamätná plaketa ÚV KSČ pri 20. výročí Februárového víťazstva-1968, Národná cena SSR-1969, Zlatá čestná plaketa SAV A.Stodolu za zásluhy v technických vedách-1970, Pamätná medaila ÚV KSČ pri 50. výročí založenia KSČ-1971, Rad Februárového víťazstva-1975, Zlatá čestná plaketa F.Križíka za zásluhy v technických vedách-1976, Strieborná plaketa ČSAV Zásluhy za vedu a ľudstvo-1982.

Pri plnom zdraví a duševnej sviežosti sleduje akademik Ján Gonda ďalší vývoj svojej obľubenej vednej disciplíny - mechaniky strojov, ako aj odborný rast svojich odchovancov a spolupracovníkov vo všetkých vedeckých inštitúciách, ktoré budoval. Po odchode do dôchodku, od r. 1977 pomáha svojmu Ústavu materiálov a mechaniky strojov SAV vo funkcií školiteľa pre odbor mechaniky tuhých telies školí ďalších vedeckých pracovníkov a ako hlavný redaktor Strojníckeho časopisu sa úprimne teší každému novému originálnemu príspevku.

Čo nám zostáva k nesmierne bohatej a plodnej činnosti nášho jubilanta, akademika Jána Gondu dodat? Vari len toľko, že tu práca pre jubilanta nekončí. Má ešte mnoho plánov zaujímavých a ďôležitých cieľov pred sebou. Nám prichodí podakovať za prácu, ktorú vykonal doteraz a zaželať nášmu jubilantovi v mene všetkých jeho spolupracovníkov, piateľov, známych a bývalých žiacov dobré zdravie.

AKADEMIK JAROSLAV NĚMEC, ČLEN PREZÍDIA ČSAV A ŘEDITEL ÚSTAVU  
TEORETICKÉ A APLIKOVANÉ MECHANIKY ČSAV SE DOŽÍVÁ 65 LET



Akademik Jaroslav Němc prošel dlouhou praxí ve výrobě, výzkumu i na vysokých školách jako pedagog. Jeho práce směřovala vždy do originálních tvůrčích činů ve snaze nalézt řešení důležitá pro průmyslovou praxi. Pod jeho vedením vznikají první motorové lokomotivy, první hydrodynamické převody. Za jeho působení se soustředuje výroba kompresorů do ČKD Praha a jsou navrženy velké pístové kompresory a později i první turbokompresorové jednotky. Pokračuje ve spolupráci při řešení závažných problémů při výrobě velkých speciálních turbokompresorů ČKD Praha. V obooru dieslových motorů jsou v té době navrhovány velké hnací motory lokomotivy i nové jednotky pro energetické účely.

Tato konstruktérská a koncepční činnost v oboru strojů ukázala nezbytnost řešit důležité problémy dynamiky, únavové pevnosti i aplikaci nových materiálů na začátku rozvoje našeho průmyslu po druhé světové válce. Stává se prvním děkanem strojní fakulty VŠ dopravní v Praze a potom prorektorem pro vědecko-výzkumnou činnost. Později přešel na fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT, kde organizuje novou katedru s metalurgicko-mechanickým pojetím. Jako prorektor ČVUT pro vědeckou práci významně přispěl k rozvíjení nových vědních oblastí zejména oboru jako matematické a materiálové inženýrství a aplikovaná mechanika na vysokých školách technického zaměření. V rámci Ministerstva školství ČSR pracuje v řadě odborných komisí a rovněž jako předseda komise expertů pro speciální technické obory. S kolektivem předních odborníků propracoval koncepci rozvoje vysokých škol v ČSSR. Ve své učitelské činnosti vydal řadu učebních pomůcek a učebnic a realizoval rozsáhlou přednáškovou činnost v průmyslu i ve společenských organizacích. Je organizátorem i garantem řady vědeckých konferencí u nás i v zahraničí. Stal se ředitelem a později viceprezidentem mezinárodní vědecké společnosti ICF a jejím čestným členem.

Na základě mimořádné úspěšné vědecké i společenské činnosti byl akademik Němc jmenován ředitelem Ústavu teoretické a aplikované mechaniky a členem prezidia ČSAV. Pracoval jako vedoucí oddělení technických věd a později jako zástupce místopředsedy v oblasti věd o neživé přírodě. Pečeje o založení a rozvoj základny akademie věd v západočeském kraji a zejména se stará o úzkou spolupráci s průmyslovými resorty a naší energetikou. Stojí u kolébky rozvoje našich atomových elektráren a řeší úkoly spojené s životností a spolehlivostí těchto nových energetických zařízení.

Velmi intenzivní je jeho spolupráce s leteckým průmyslem, kde se stává spolužákladatelem nové historie výchovy v této oblasti na vysokých školách a řeší otázky spolehlivosti letecích konstrukcí a průkazu provozuschopnosti letadel. Jeho hlavní vědecká činnost je spojená s novými poznatky v oboru lomové mechaniky. Zabýval se úzinkem velikosti a geometrií těles na rozvoj křehkých a únavových lomů a metodami určování zbytkové životnosti konstrukcí. Předložil nové představy o rozvoji malých trhlin a zejména možnost doplnit lomovou mechaniku tak, aby odpovídala složitému způsobu namáhání provozu konstrukcí. Je zakladatelem vědecké školy mezních stavů pevnosti a životnosti konstrukcí. V tomto oboru vydal sám nebo se spoluautory přes 20 knih a téměř 300 odborných pojednání. Stal se dvojnásobným laureátem Státní ceny Klementa Gottwalda a nositelem Národní ceny ČSR. Za vědeckou práci byl jmenován řádným členem akademie, akademikem.

Celý život věnoval akademik Němc rozvoji vědy a techniky. Uplatnil svou tvůrčí schopnost nejenom při objevování poznatků, ale také při řízení vědy a při její popularizaci a výchově mladé technické generace a spolu s řadou významných vyřešených úkolů pro naš průmysl výrazně vystupuje do popředí v bezprostředním spojení vědy s praxí. Přitom nezapomněl ani na to, že moderní člověk musí být vyváženou osobností a svou tvůrčí schopnost uplatnil i v umění.

Přejeme mu ve všech těchto oblastech činnosti hodně dalších úspěchů, dobrého zdraví a osobní i rodinné pohody a rovněž aby dále rozvíjel své myšlenky a obohatoval naši vědu.

Předsednictvo Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV



Dne 25. října 1985 se dožil akademik Rudolf Skrúcaný, člen předsednictva SAV, ředitel Ústavu stavebnictva a architektury SAV šedesáti let.

Narodil se v Novém Městě nad Váhom. Po skončení vysokoškolských studií a aspirantury nastoupil v roce 1956 jako vědecký pracovníka do Ústavu stavebnictva a architektury Slovenské akademie věd. Jeho vynikající vědecké i ří-

dící schopnosti jsou dokumentovány tím, že již v roce 1967, po odchodu ředitele akademika Havelky, se zaslouženě stává druhým ředitelem ÚSTARCHu.

Své mimořádné vědecké a organizační schopnosti uplatňoval s. akademik Skrúcaný nejen v oblasti mezních stavů únosnosti železobetonových konstrukcí, ale při rozvoji a řízení ústavu SAV, což vyžaduje hluboké zkušenosti, syntetické myšlení, schopnosti předvídaní a formulování úloh pro vědecké týmy. S. akademik Skrúcaný se stává předsedou Rady klíčového směru mechanické systémy a je členem Rady programu základního výzkumu "Teoretické základy techniky", který je nosným orgánem v jednom z nejdůležitějších směrů činnosti naší akademie. Zároveň pracuje jako člen Rady státního programu v oblasti rozvoje materiálové základny a zprůmyslnění stavebnictví. Aktivně se uplatňuje i v řízení mezinárodní spolupráce a integračních snah v rámci RVHP.

Nejvýznamnější však je jeho organizační činnost, kterou uplatňuje v různých komisích a orgánech Akademie věd. Stává se členem předsednictva Slovenské akademie věd, řídí oddělení věd o neživé přírodě Slovenské akademie věd, zúčastňuje se všech akcí budování naší akademie. Bylo by možno velice dlouho vypočítávat všechny funkce akademika Skrúcaného, ale lze obecně konstatovat, že ve všech těchto útvarech si počíná velmi cílevědomě a uváženě, že prosazuje moderní metody práce i nové výsledky vědy, že je předním představitelem spojení vědy s praxí. Jeho činnost je provázena mnoha úspěšnými výsledky realizovanými v čs. technické praxi. Jeho výsledky práce byly rovněž realizovány i v rámci RVHP. Své výsledky úspěšně přednáší na našich i zahraničních kongresech a konferencích.

Jako vědecký pracovník nezapomíná ani na výchovu nové generace vědeckých pracovníků. V letech 1963 - 1972 přednášel na Stavební fakultě Slovenské vysoké školy technické, je členem vědecké rady této fakulty a pracuje v komisích pro obhajoby kandidátských a doktors-

kých disertačních prací. Stává se členem Slovenské komise pro vědecké hodnosti.

Jeho vynikající výsledky práce byly po zásluze oceněny naší společností. Akademik Rudolf Skrúcaný je nositelem státního vyznamenání Za zásluhy o výstavbu, nositelem Státní ceny Klementa Gottwalda a řady dalších plaket a medailí akademie věd.

Soudruh akademik Rudolf Skrúcaný byl vždy vzorem čestného, skromného a pracovitého člověka.

Do dalších let přejeme akademiku Skrúcanému pevné zdraví, pohodu a další úspěchy v záslužné práci pro naši společnost a pro světovou vědu.

člen korespondent ČSAV  
Jaroslav Valenta, DrSc.  
předseda ČSSM

akademik Jaroslav Němec  
člen prezidia ČSAV