



BULLETIN

**ČESKOSLOVENSKÁ
SPOLEČNOST
PRO MECHANIKU
PŘI ČSAV**

3 · 1990

BULLETIN 3'90

ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

KOMPLIKOVANÉ DĚLENÍ NULY ?

Na českých pracovištích ČSAV propukla horečná činnost, připravují se grantové návrhy. V mnohem to skutečně připomíná "činnost", jak ji známe z příprav tzv. stěžejních směrů a hlavních úkolů státního plánu základního výzkumu. Panují totiž značné rozpaky nad smyslem grantů a jejich významem pro jednotlivce a pracoviště. Stará rutina někde nabývá vrchu, protože ne každý navrhovatel si uvědomuje, že grant je formou podpory práce řešitele a ne pracoviště.

Jako každá novota, má i dlouho a klopotně připravovaný návrh zásad grantové agentury řadu slabších a někdy vysloveně slabých míst. Tomu se pravděpodobně nelze vyhnout. Co je však podle mého názoru nejslabším místem celé grantové konstrukce a tedy i místem, kde je největší pravděpodobnost selhání, je nevyjasněnost finančního zabezpečení celé akce. O tom svědčí i nahrazení původních konkrétních údajů o procentech rozpočtu ČSAV anonymními veličinami $m\%$ a $n\%$ v konečné verzi návrhu. Vzhledem k nevyjasněnosti charakteru hospodaření pracovišť ČSAV v příštím roce a celkové částky, kterou stát "obětuje" vědě, nebude asi ještě dlouho známo, jakými prostředky bude grantová agentura disponovat. Částka, stržená z prostředků věnovaných státem, totiž musí odpovídat podmínce, aby takto snížené institucionální prostředky nepřivedly jednotlivé ústavy ke zkáze tak říkajíc z

3/90

B U L L E T I N

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, DrSc.
vědecký tajemník Společnosti

redakce Bulletinu: Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.
Ústav termomechaniky ČSAV
Praha 8, Dolejškova ul. 5, tel. 815 3158

adresa sekretariátu: Dolejškova 5, 182 00 Praha 8

určeno členům Čs. společnosti pro mechaniku při ČSAV

tiskne: Polygrafie 6 (Prometheus), Praha 8

evid. č. UVTEI 79 038

definice. Po projevu presidenta Václava Havla při jeho slavnostní inauguraci na Komenského univerzitě v Bratislavě sice mírně v ČSAV stoupł optimismus díky jeho ocenění vědy a významu základního výzkumu, ale obávám se, že to nebude mít přímý vliv na výši prostředků ČSAV v příštím roce.

Množství a náročnost zpracování návrhu grantů nebudou malé. Představa celého štábu placených a hlavně neplacených funkcionářů, kteří v potu tváře přemísťují papír a váží prakticky nezvažitelné, mne vede zákonitě k otázce, zda tento komplikovaný způsob dělení nuly není luxusem, který si vlastně nemůžeme dovolit.

Aby ale nevznikl dojem, že jsem proti grantové agentuře, nebo proti řízení práce vědecké komunity prostřednictvím grantů. To v žádném případě. Kdo z tohoto systému čeká konkrétní hmotný užitek, bude jistě v příštím roce zklamán. Myslím však, že systém grantů, byť zatím v nedokonalé podobě, má pro každého vědeckého pracovníka a tím zprostředkovaně i pro celá pracoviště jeden a zatím možná jediný přínos. Tím je nutnost, aby se navrhovatel zamyslel nad svou dosavadní prací a jasně a zřetelně profiloval svoji práci budoucí. Jestliže návrh bude pečlivě a s erudicí vypracován a projde celým řízením s kladným výsledkem, bude to především morální zisk navrhovatele.

Naproti tomu neuspěšný návrh by neměl znamenat likvidaci navrhovatele. Taková praxe má u nás sice dlouhou tradici, ale doufám, že není našim národům vlastní. Neúspěch by měl být především podnětem k zamýšlení, proč k němu došlo.

Pokud bude zajištěna dostatečná objektivita posuzování grantových návrhů a jednota klasifikace v rámci celé ČSAV, lze takovou akci jen přivítat. Nebyli bychom asi ani Češi, kdyby v nás právě v tomto bodě nehlodaly pochyby. Máme k tomu ostatně důvod, plynoucí ze zkušenosti. Grantová agentura se jistě v tomto smyslu nevyhne chybám a omylům. Nezbývá však než věřit, že vždy rozhodne zdravý rozum a že pak nebude vadit ani symbolická výše bonifikace naší práce.

19. 11. 1990

Ing. Ivan Dobiáš, DrSc.
Ústav termomechaniky ČSAV

- 2 -

Vystoupení prezidenta ČSFR V. Havla na slavnostním zasedání
vědecké rady Univerzity Komenského v Bratislavě
dne 31. října 1990

Vaše Magnificence, spectabilis, vážení přátelé,

hodně se v této době v nejrůznějších souvislostech mluví o investicích. Dovolte mi, abych se i já připojil se svou troškou do mlýna.

Rád bych se zmínil o jednom druhu investic, které mají zvláštní povahu: na první pohled se zdá, že se prokazatelně nevracejí a vracet nemohou, natož něco vynášet, a že to jsou tedy víceméně vyhozené peníze. Ale to říká jen první pohled. Jakmile o těchto investicích jen chvíli přemýslíme, zjištujeme, že to jsou investice možná vůbec nejvýhodnější.

Ano, tušíte správně, mluvím o investicích do vzdělání, do vědy, výzkumu a do kultury. Zmínil jsem se o významu těchto investic už vícekrát, nicméně zdá se mi, že dnes - kdy do našeho hospodářství tak říkajíc vtrhl trh - není takových zmínek nikdy dost.

Peníze, které společnost - ať už formou dotací ze státního rozpočtu, odpisu z daní či tvorbou nejrůznějších fondů a nadací - investuje do těchto oblastí, se skutečně nevrátí v tom smyslu, že by nám jakýkoli ekonom či účetní byl schopen vypočítat, jaký zisk nám přinesou zítra, pozítří, za rok či za pět let.

Neexistuje účetní technika, která by toto dokázala. Takže jsouc mimo okruh všech známých poznávacích metod, jeví se ekonomům tyto investice prostě jako veskrze ztrátové. A přece to jsou právě ony, které se evidentně mohou zhodnotit vůbec nejvíce. Zhodnocují se však nepřímo, nepostižitelně, za dlouhou dobu. Zhodnocují se v podobě generací vzdělaných, chytrých a kulturních lidí, kteří jednoho dne převezmou po nás lidech víceméně nedovzdělaných, vládu nad věcmi veřejnými.

Budoucnost této civilizace je v rukou vzdělaných lidí, lidí s rozhledem, lidí velkorysého myšlení, lidí kulturních, lidí ducha. Vše nasvědčuje tomu, že jedině oni - generace, dovolíte-li filozofů - budou schopni účinně čelit všem velkým ohrožením, s nimiž je konfrontován dnešní svět.

Tento svět potřebuje lidi, kteří vidí globální souvislosti,

- 3 -

lidi, jejichž prostorový a časový horizont není dán rozměry jejich domácnosti a délkou jejich života, lidi povznesené nad malicherné starosti dne, lidi s kultivovaným občanským i mravním cítěním, lidi hluboce odpovědné, jimž neunikají žádné jen trochu jemnější souvislosti jejich konání, lidi pokorné, pokorné tak, jak dokáže být pokorný jen skutečný filozof.

Takové lidi nesformují samozřejmě sebevětší finanční dotace samy o sobě. Nicméně každá koruna, investovaná rozumně do sféry pěstování lidského ducha a lidské moudrosti, může přispět k tomu, aby se takoví lidé začali mezi námi objevovat.

Všimněme si jedné věci: ať pohlédneme kamkoli, kde lidé spolu válčí nebo kde trpí, vždycky kdesi v pozadí jejich tragických konfliktů nalezneme nedovzdělanost, nekulturnost, pokleslého ducha, neschopného spoutávat primitivní vášně. Anebo prostě duševní lenost, která si vždycky libuje v dogmatech, doktrínách, ideologičích a primitivních heslech, jakožto náhražkách samostatného myšlení.

Není jedno, zda dítě vyrůstá v nevkusné umakartové kuchyni ošklivého panelového domu, nebo v prostředí ušlechtilejším. Jeho první dětské dojmy, zkušenosti a poznatky ho vždycky nějak formují a vždycky nějak předurčují jeho vztah ke světu. Není jedno, zda se dítě učí jen svůj jazyk, nebo že v prostředí jazykově bohatším a zvyká si na to, že znát více jazyků je v dnešním světě samozřejmou nutností a že setkání více jazykových kultur vytváří vždycky plastičtější zkušenosť světa. Je opravdu smutné, když v naší zemi drží mladí lidé hladovku vlastně za to, aby nemuseli znát jiný jazyk, než kterým mluví. Kdyby drželi hladovku za to, aby se v škole užili intenzívne třem jazykům, bylo by to nadějnější.

Anebo jiná věc: Jako vědci víte dobře, jak důležitý je tzv. základní výzkum. A to nejen proto, že nikdo nikdy napřed neví, jaké praktické důsledky může přinést, ale z důvodů hlubších, touha po poznání světa je základní dimenzi lidského bytí vůbec: bez poznávání světa není člověk skutečně člověkem a každá snaha spoutat lidské poznání hranicemi praktické užitečnosti je de facto snahou zotročit lidského ducha. Základní výzkum je pochopitelně drahá věc. Ale platit ho znamená platit na to, aby byl člověk lépe sám sebou.

Žijeme ve světě informaci. Lidský duch, vzdělanost a kultura

- 4 -

jsou ovšem čímsi víc než jen souborem informací. Ten může dnes v sobě chovat počítač.

Oč běží, jsou takové počítačem těžko modelovatelné hodnoty jako je rozmysl, cit pro pravdu a spravedlnost, jemné mravní cítění, vkus, vyváženosť pohledu, smysl pro tajemnou složitost jevů, trvalý vztah k nadosobnímu horizontu všech věcí, nadhled, smysl pro sebeironii, vcítění do druhého, velkorysost, odvaha říkat něco jiného, než co chce naše okolí slyšet, schopnost stát za správnou věcí i schopnost pokorně změnit názor, přesvědčí-li nás někdo, že se mylíme. To všechno předpokládá informace. Ale není to s nimi totožné. A to všechno - a tisíc dalších věcí - mám na mysli, když mluvím o lidském duchu, o vzdělanosti, o kultuře.

Mám dnes tu čest promluvit na půdě instituce, jejímž základním úkolem je pěstovat vzdělanost a kultivovat lidského ducha. Jak budete plnit toto poslání, závisí na mnoha věcech a rozhodně to nezávisí jen na štědrosti státní pokladny. Nicméně i ta by v této věci měla být štědrá. Měli bychom si uvědomovat, že každý milion, rozumně investovaný do vzdělání, vědeckého výzkumu a kultury, se nám může jednou vrátit v podobě miliardových - anebo ještě přesněji: v podobě nevyčíslitelných hodnot, které představuje vskutku důstojný lidský život. Život bez levných doktrín a hesel, jež dovedou být tak nanejvýš jen motorem hádek a konfrontací, život, který není pustý, prázdný, beznadějně omezený jen na sháňku konzumních statků, život, který není spoután totalitou televizních seriálů, reklamy a módy, život, který má vnitřní obsah, pestrost, velikost, život, který je vzněšený i ve své pomíjivosti, protože se vztahuje k věčnosti.

- 5 -

Několik poznámk k výuce mechaniky pevných těles

Již dlouhá desetiletí se na pražských vysokých školách technického směru vyučuje odděleně "mechanika" a "pružnost a pevnost". Tato skutečnost, která se traduje již od prof. Felbera, vede následně i k posunu významu pojmu mechanika v povědomí pedagoqů, studentů a části naší technické veřejnosti.

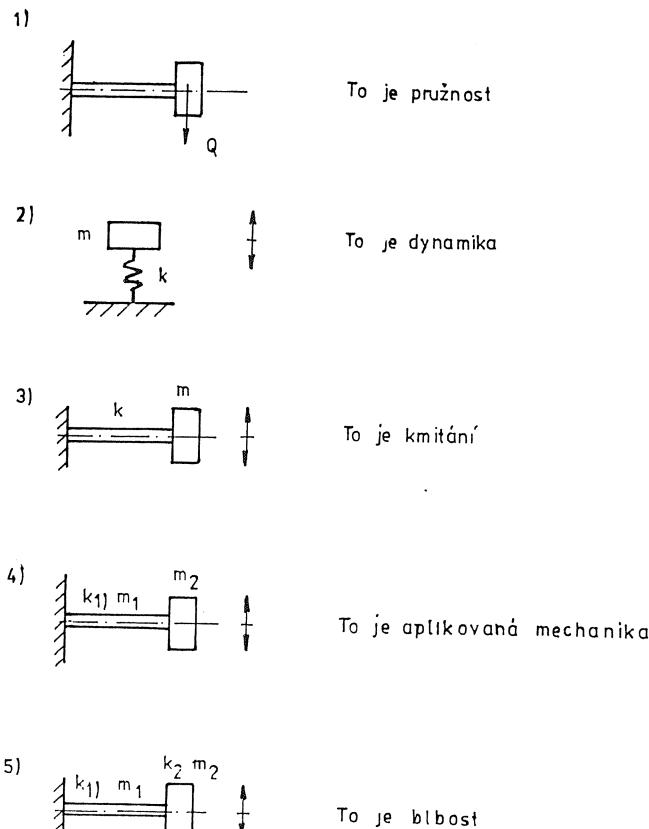
Pod pojmem mechanika se u nás rozumí mechanika tuhých těles, která se pak dále rozděluje na statiku, kinematiku a dynamiku. S jistou rezervou se do této mechaniky bere ještě kmitání - avšak s podmínkou, že pružné prvky jsou nehmotné a hmotné prvky osamělé a tuhé. Výklad nelineárního kmitání se zpravidla necházá do specializace v posledních ročnících, stejně jako výklad mechaniky kontinua (v Brdičkově slova smyslu).

Poté, co studenti projdou školením v tuhé mechanice, zapíší si pružnost a pevnost - tedy mechaniku poddajných těles. V tomto předmětu se zopakuje výklad sestavení podmínek rovnováhy tuhého tělesa a vnitřních statických účinků, avšak s jinou znaménkovou konvencí. Odlišný způsob výkladu též fyzikální skutečnosti vede k tomu, že příbuzné předměty, místo aby na sebe navazovaly, vytvářejí umělé a zbytečné hranice, které pak vedou ke zmatení jazyků. S trochou nadsázky se dá stav studentovy myslí - která je důsledkem takto pojaté výuky - charakterizovat uvedením autentických odpovědí studentů na otázku: "Do kterého předmětu patří úloha naznačená na obrázku?" Viz obr. 1.

Nestálo by za to, přednášet mechaniku pevných těles jednotně, tak jak se to dělá ve světě? Části mechaniky, které by měly tvořit jednotně pojatý výklad, jsou schematicky naznačeny na obr. 2.

Studentům by mělo být zdůrazněno, že jde stále o mechaniku pevných těles, a že mechanika tuhých těles a mechanika poddajných těles jsou dva modely téže fyzikální skutečnosti, přičemž každý z nich je vhodně použit za jiných, přesně definovaných podmínek. Není modelů lepších či horších - jsou modely vhodné, nevhodné a nepoužitelné. Cílem použití modelu je dojít s vynaložením nejmenší námahy k řešení, přičemž to, co zanedbáme, ovlivní to, co chceme výpočtem získat, jen takovou chybou, která je pro nás přijatelná.

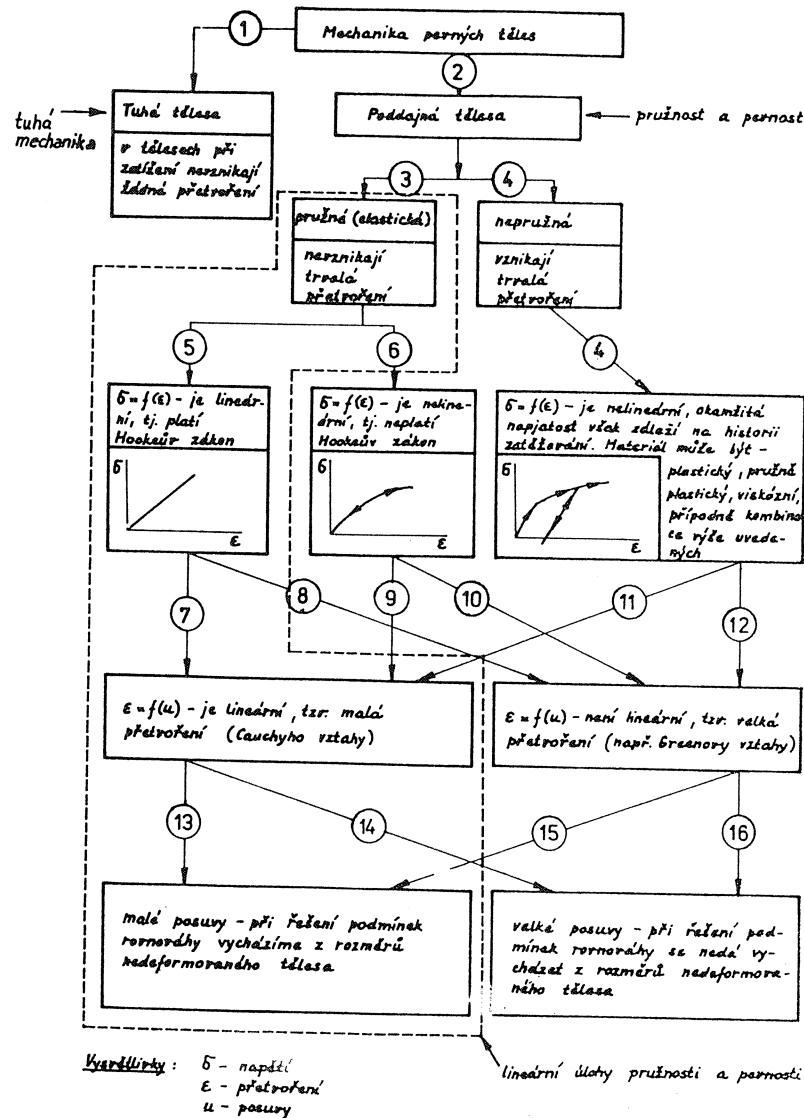
Jsou-li deformace tělesa vůči jeho rozměrům zanedbatelné a nezajímají-li nás vnitřní sily, je možné použít modelu tuhé



Obr. 1

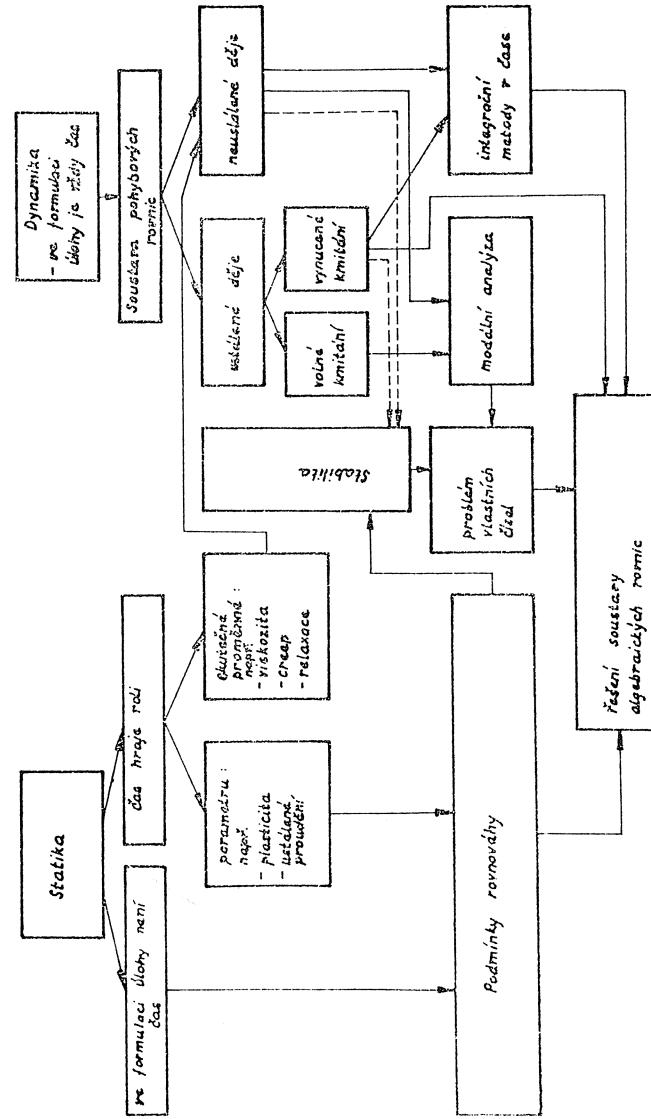
Značení: Q - síla, k - tuhost, m - hmotnost
↓ naznačený směr pohybu

Obit.



Obr. 2

- 8 -



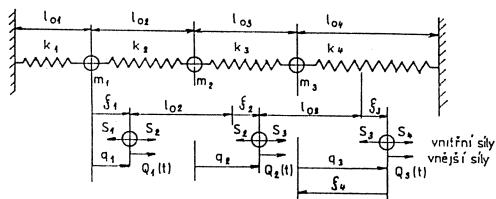
Obr. 3

- 9 -

mechaniky. Použijeme-li modelu mechaniky poddajných těles, můžeme někdy s dostatečnou přesností předpokládat, že vztah mezi napětím a deformací je lineární, jindy část úlohy budeme řešit podle přijatých předpokladů o nelinearitě. Mělo by být zřejmé, že každý z modelů má svá omezení, a stanovení oboru platnosti by mělo být neoddělitelnou součástí řešení.

Mluvíme-li o statice a dynamice, pak by se měla týkat jak "mechaniky", tak i "pružnosti", jak je naznačeno na schématu na obr. 3.

Pokusme se ukázat sjednocující způsob výkladu mechaniky na jednoduchém příkladu z oblasti lineární mechaniky. Na obr. 4 je naznačena mechanická soustava tvořená množinou hmotných částic a nehmotných pružin - tzv. řetězec.



Obr. 4

Vztah mezi deformacemi pružin $\xi_{(1)}$ - o tuhosti $k_{(1)}$ - a polohou hmotných bodů $q_{(1)}$ - o hmotnosti $m_{(1)}$ - se dá vyjádřit tzv. kinematickými vztahy.

Z obrázku plyne

$$\begin{aligned}\xi_{(1)} &= q_{(1)} \\ \xi_{(2)} &= q_{(2)} - q_{(1)} \\ \xi_{(3)} &= q_{(3)} - q_{(2)} \\ \xi_{(4)} &= -q_{(3)},\end{aligned}$$

což zapsáno maticově dá

$$\left\{ \begin{array}{l} \xi_{(1)} \\ \xi_{(2)} \\ \xi_{(3)} \\ \xi_{(4)} \end{array} \right\} = \left[\begin{array}{rrr} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{l} q_{(1)} \\ q_{(2)} \\ q_{(3)} \end{array} \right\} \text{ nebo stručněji } \{\xi\} = [B]\{q\} \quad (1)$$

Vztah mezi silami v pružinách $S_{(1)}$ a jejich deformacemi $\xi_{(1)}$ je podle předpokladu lineární (platí Hookeův zákon).

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{(1)} \\ S_{(2)} \\ S_{(3)} \\ S_{(4)} \end{array} \right\} = \left[\begin{array}{rrrr} k_{(1)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_{(2)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_{(3)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_{(4)} \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{l} \xi_{(1)} \\ \xi_{(2)} \\ \xi_{(3)} \\ \xi_{(4)} \end{array} \right\} \quad \text{či } \{S\} = [E]\{\xi\}. \quad (2)$$

Pohybové rovnice pro jednotlivé částice jsou

$$\begin{aligned}m_{(1)} \ddot{q}_{(1)} &= S_{(2)} - S_{(1)} + Q_{(1)} \\ m_{(2)} \ddot{q}_{(2)} &= S_{(3)} - S_{(2)} + Q_{(2)} \\ m_{(3)} \ddot{q}_{(3)} &= S_{(4)} - S_{(3)} + Q_{(3)}\end{aligned}$$

kde tečkami značíme derivace podle času a předpokládáme, že známe závislosti $Q_{(i)}$ na čase. Maticový zápis předchozí rovnice je

$$\left[\begin{array}{rr} m_{(1)} & 0 \\ 0 & m_{(2)} \\ 0 & 0 \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{l} \ddot{q}_{(1)} \\ \ddot{q}_{(2)} \\ \ddot{q}_{(3)} \end{array} \right\} + \left[\begin{array}{rrr} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{l} S_{(1)} \\ S_{(2)} \\ S_{(3)} \\ S_{(4)} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} Q_{(1)} \\ Q_{(2)} \\ Q_{(3)} \end{array} \right\},$$

nebo

$$[M]\{\ddot{q}\} + [B]'\{S\} = \{Q(t)\}. \quad (3)$$

Matrice $[M]$ se nazývá matice hmotnosti. Transponovanou matici nebo vektor značíme apostrofem '.

Poznámka:

To, že matice u vektoru $\{S\}$ v přechozí rovnici je transponovanou maticí $[B]$ ze vztahu (2), není náhoda. Plyne to ze skutečnosti, že práce vnějších sil se rovná práci vnitřních sil $\{Q\}'\{q\} = \{S\}'\{\xi\}$.

Pravá strana této rovnice je však

$$\{S\}'\{\xi\} = \{S\}'[B]\{q\} = \{Q\}'\{q\}$$

Dosadíme-li (1), (2) do (3), dostaneme

$$[M]\{\ddot{q}\} = [B]'\underbrace{[E][B]\{q\}}_{[K]} = \{Q(t)\}. \quad (4)$$

Součin $[B]'\[E][B]$ se označuje $[K]$ a nazývá se matice tuhosti

$$[K] = [B]'\[E][B]$$

a v našem případě vychází

$$[K] = \begin{bmatrix} k_{(1)} + k_{(2)} & -k_{(2)} & 0 & \\ -k_{(2)} & k_{(2)} + k_{(3)} & -k_{(3)} & \\ 0 & -k_{(3)} & k_{(3)} + k_{(4)} & \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Rovnici (4) můžeme přepsat do tvaru

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{Q(t)\}, \quad (7)$$

což je soustava obyčejných diferenciálních rovnic s konstantními koeficienty.

Sestavení matic tuhosti a hmotnosti umožnuje řešit celou řadu úloh mechaniky.

1) Známe-li časový průběh zatěžovacích sil, dostaneme řešením (7) časový průběh posuvů $\{q\}$, rychlostí $\{\dot{q}\}$ a zrychlení $\{\ddot{q}\}$, ze kterých můžeme dodatečně vypočítat časové průběhy vnitřních sil. Pro obecný průběh zatěžovacích sil použijeme některou ze standardních integračních metod v čase, např. Newmarkovu integrační metodu nebo metodu centrálních diferencí. Jde o dynamickou nestacionární úlohu.

2) Sestavené matice $[M]$ a $[K]$ umožňují řešit i tzv. úlohu vlastního kmitání, která je popsána rovnicí

$$([K]) - \lambda ([M])\{q\} = \{0\}. \quad (8)$$

Rovnice (8) je vyjádřením tzv. zobecněného problému vlastních čísel, jehož řešením dostaneme množinu vlastních čísel $\lambda_{(1)}$ a jím odpovídajících vlastních vektorů $\{q\}_{(1)}$, které fyzikálně odpovídají čtvercům vlastních úhlových frekvencí a vlastním tvarům kmitání. K řešení použijeme některou ze standarních numerických metod, např. Jacobiho metodu.

3) Je-li možno zanedbat setrvačné síly vůči silám ostatním – předpokládáme, že $\{Q(t)\} = \text{konst}$ – dostáváme tzv. statickou úlohu, která je popsána soustavou algebraických rovnic

$$[K]\{q\} = \{Q\}. \quad (9)$$

Řešením lineární algebraické soustavy rovnic dostaneme pro dané zatížení $\{Q\}$ posuvy $\{q\}$; deformace $\{\xi\}$ a síly $\{S\}$ můžeme dopočítat dodatečně. Vhodnou metodou řešení je Gaussova eliminace. Student by měl vědět, že naprosto nevhodnou metodou je výpočet pomocí inverzní matice soustavy.

Zatím jsme se zabývali diskrétním rozložením hmotnosti a tuhosti. Metoda konečných prvků (MKP) umožnuje přejít ke spojitě rozdelené tuhosti a hmotnosti po prvcích. Matice tuhosti a hmotnosti se dají odvodit různými způsoby, např. pomocí principu virtuálních prací

$$\delta W = \delta U, \quad (10)$$

kde

$$\delta U = \int_V \{\sigma\}' \{\epsilon\} dV \quad \text{je virtuální deformační energie} \quad (11)$$

$$\delta W = \int_V \{\delta u\}' \{X\} dV + \int_\Omega \{\delta u\}' \{\tilde{P}\} d\Omega + \{\delta \tilde{q}\}' \{\tilde{Q}\} \quad \text{je virtuální práce vnějších sil} \quad (12)$$

Další symboly značí

$\{\sigma\}$	vektor složek napětí v každém bodě prvku
$\{\epsilon\}$	vektor složek deformací v každém bodě prvku
V, Ω	objem, povrch prvku
$\{\delta u\}$	vektor virtuálních posuvů
$\{X\}$	vektor objemových sil
$\{\tilde{P}\}$	vektor povrchových sil
$\{\delta \tilde{q}\}$	vektor zobecněných virtuálních posuvů v uzlech prvku
$\{\tilde{Q}\}$	vektor zobecněných sil v uzlech prvku

Ve většině technických úloh bereme objemové síly ve tvaru

$$\{x\} = -\rho \{\ddot{u}\}, \quad (13)$$

kde ρ je hustota a tečkami značíme derivaci podle času.

Podstatou MKP je vyjádření posuvů $u(x, y, z)$ a deformací $\varepsilon(x, y, z)$ uvnitř prvku - které jsou spojité proměnnými veličinami souřadnic - v závislosti na zobecněných posuvech v uzlech $\{q\}$ pomocí vztahu

$$\{u\} = [A] \{\tilde{q}\} \quad (14)$$

$$\{\varepsilon\} = [B] \{\tilde{q}\} \quad (15)$$

kde vlnovka značí, že jde o lokální veličiny, tj. veličiny týkající se prvku.

Matici $[A]$, $[B]$ závisí na způsobu náhrady posuvů náhradními funkcemi, na typu prvku a na typu vztahu mezi posuvy a deformacemi. Standardním způsobem, popsaným v učebnicích MKP, jsme schopni odvodit matice hmotnosti a tuhosti prvku ve tvaru

$$[m] = \rho \int_V [A]' [A] dV, \quad (16)$$

$$[k] = \int_V [B]' [E][B] dV, \quad (17)$$

kde matice $[E]$ je matice modulů pružnosti, závisející na typu napjatosti, vyskytující se v zobecněném Hookeově zákoně pro uvažovaný typ napjatosti.

$$\{\sigma\} = [E]\{\varepsilon\}. \quad (18)$$

Pohybová rovnice prvku pak vychází obecně ve tvaru

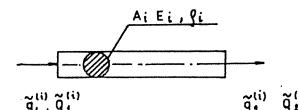
$$[m]\{\ddot{q}\} + [k]\{\tilde{q}\} = \{\tilde{Q}\}. \quad (19)$$

Odvodíme-li naznačeným způsobem matice hmotnosti a tuhosti pro tzv. tyčový prvek, naznačený na obr. 5, dostaneme

$$[m]_{(i)} = \begin{bmatrix} m_{11}(i) & m_{12}(i) \\ m_{21}(i) & m_{22}(i) \end{bmatrix} = \frac{\rho A(i) l(i)}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}, \quad (20)$$

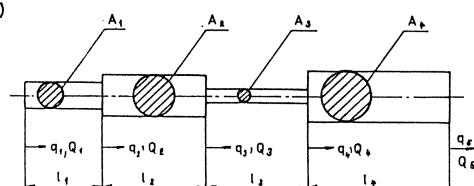
$$[k]_{(i)} = \begin{bmatrix} k_{11}(i) & k_{12}(i) \\ k_{21}(i) & k_{22}(i) \end{bmatrix} = \frac{E(i) A(i)}{l(i)} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k(i) & -k(i) \\ -k(i) & k(i) \end{bmatrix}, \quad (21)$$

kde index v závorce označuje pořadové číslo prvku.



Obr. 5

Dále je třeba uvážit tzv. kompatibilitu posuvů. V našem případě to znamená, že lokální posuv na konci i-tého prvku je totožný s lokálním posuvem na začátku prvku následujícího, podle obr. 6, tj. $\tilde{q}_{(2)}^{(1)} = \tilde{q}_{(1)}^{(i+1)}$



Obr. 6

Posuvy, které se týkají celé soustavy, se nazývají globální a jsou

$$\{q\} = \{q_{(1)} \ q_{(2)} \ q_{(3)} \ q_{(4)} \ q_{(5)}\}'$$

Na základě těchto úvah dostaneme předpis pro skládání lokálních matic do matic globálních,

$$\begin{bmatrix} [k]^{(1)} & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & [k]^{(2)} & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & [k]^{(4)} \end{bmatrix} \Rightarrow [k]$$

Obr. 7

který je pro náš případ graficky znázorněn na obr. 7. Rozumí se, že tam, kde se lokální matice překrývají, odpovídající prvky se sčítají. Globální matice $[K]$ v našem případě vyjde

$$\begin{bmatrix} k_{11}(1) & k_{12}(1) & & & \\ & & & & \\ k_{21}(1) & & \boxed{k_{22}(1)+k_{11}(2)} & k_{12}(2) & \\ & & k_{21}(2) & k_{22}(2)+k_{11}(3) & k_{12}(3) \\ & & & k_{21}(3) & k_{22}(3)+k_{11}(4) \\ & & & & k_{12}(4) \\ & & & k_{21}(4) & k_{22}(4) \end{bmatrix} \quad (22)$$

a podobně pro matici hmotnosti $[M]$.

Pomocí odvozených matic můžeme popsat obdobně jako v předchozím případě s diskrétními pružinami a částicemi všechny tři úlohy

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{Q(t)\} \quad (23)$$

$$([K] - \lambda [M])\{q\} = \{0\} \quad (24)$$

$$[K]\{q\} = \{Q\}. \quad (25)$$

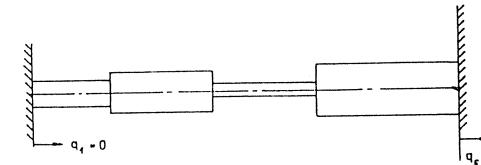
Statickou úlohu popsanou rovnicí (25) s maticí (22) zatím nemůžeme řešit, matice soustavy $[K]$ je singulární, neboť jsme dosud nepředepsali okrajové podmínky.

Student by měl vědět, že singularita matice se dá dobře fyzikálně interpretovat. Připomeňme, že řešením soustavy (25), která odpovídá podmínek rovnováhy a bere v úvahu vztah mezi silami a deformacemi, hledáme k zadáným silám $\{Q\}$ odpovídající neznámá posunutí $\{q\}$. Ta můžeme najít jen tehdy, když řešená soustava je sama o sobě nepohyblivá a je upevněna nepohyblivě k základnímu rámu. Kdyby počet stupňů volnosti soustavy jako tuhého celku byl kladný a soustava působících sil měla nenulovou výslednici, pak mechanická soustava by se dala účinkem působících sil do pohybu.

To je však případ, který statika řešit neumí. Matematicky je

tato situace signalizována singularitou matice tuhosti, přičemž její nulita odpovídá počtu stupňů volnosti soustavy.

Předepišme nyní okrajové podmínky a upevněme oba konce soustavy podle obr. 8.



Obr. 8

Předpokládáme tedy, že

$$q_{(1)} = q_{(5)} = 0.$$

Pro výpočet neznámých posuvů stačí ze soustavy (25) vypustit řádky a sloupce odpovídající předepsaným posuvům. Prakticky to znamená z matici $[K]$ vypustit první a poslední řádek a sloupec. To, co zbyde, je ve vztahu (22) orámováno a označeno $[K]_{aa}$. Tato matice je už regulární a soustava

$$[K]_{aa} \begin{Bmatrix} q_{(2)} \\ q_{(3)} \\ q_{(4)} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} Q_{(2)} \\ Q_{(3)} \\ Q_{(4)} \end{Bmatrix} \quad (26)$$

pro zadané $\{Q\}$ dá $\{q\}$. Označíme-li $k_{(1)} = E_{(1)} A_{(1)} / l_{(1)}$, dostaneme po dosazení do (26), že matice $[K]_{aa}$ je identická s maticí (6), kterou jsme dostali již dříve pro soustavu s pružinami.

Výpočet reakcí je snadný, a to nezávisle na stupni statické neurčitosti uložení soustavy k základnímu rámu. Původní rovnici (25) přerovnáme tak, aby neznámé a předepsané posuvy a síly byly od sebe odděleny, tj.

$$\begin{bmatrix} [K]_{aa} & [K]_{ab} \\ [K]_{ba} & [K]_{bb} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{q_a\} \\ \{q_b\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{Q_a\} \\ \{Q_b\} \end{Bmatrix} \quad (27)$$

V našem případě

$$\{q_a\} = \{q_{(2)}, q_{(3)}, q_{(4)}\}, \quad \{q_b\} = \{q_{(1)}, q_{(5)}\}' = \{0, 0\}'$$

$$\{Q_a\} = \{Q_{(2)}, Q_{(3)}, Q_{(4)}\}' \text{ a neznámé reakce jsou } \{Q_b\} = \{Q_{(1)}, Q_{(5)}\}'$$

Protože $\{q_a\}$ už jsme vypočítali z (26), a $\{q_b\} = \{0\}$, stačí z (27) vyjádřit

$$[K_{ba}]\{q_a\} + [K_{bb}]\{q_b\} = \{Q_b\}$$

a z toho

$$\{Q_b\} = [K_{ba}]\{q_a\}.$$

V moderní výuce mechaniky by důležitou roli měl hrát fyzikální výklad matematických pojmu, jako je např. pozitivní definitnost. V matematice se dokazuje, že kvadratická forma proměnných $\{x\}$ se vytváří se symetrickou maticí $[A]$ a je definována vztahem

$$Q = \{x\}' [A] \{x\}.$$

Jestliže pro každý nenulový vektor $\{x\}$ platí $Q > 0$, říkáme, že kvadratická forma je pozitivně definitní. Pro $Q = 0$, je pozitivně semidefinitní.

V úlohách mechaniky pevných těles, řešených deformační variantou MKP, vycházejí matice $[m]$, $[k]$ především symetrické. Symetrie matic plyne už z jejich definice (16), (17). Víme totiž, že součin $[A]' [A]$ dává vždy symetrickou matici a že součin $[B]' [E][B]$ je symetrický, je-li symetrická matice elasticích modulů $[E]$. Ta symetrická je; plyne to ze skutečnosti, že Cauchyho tenzory napětí a deformace jsou symetrické.

Poznámka:

Platí totiž $\sigma_{ij} = E_{ijkl} \epsilon_{kl}$. Symetrie v indexech ij , kl plyne ze symetrie σ_{ij} , ϵ_{kl} . Avšak symetrie $E_{ijkl} = E_{klij}$ plyne ze zámennosti parciálních derivací ve vztahu

$$E_{ijkl} = \frac{\partial^2 U}{\partial \epsilon_{ij} \partial \epsilon_{kl}}, \quad \text{kde } U = 0.5 * E_{ijkl} \epsilon_{ij} \epsilon_{kl}$$

je deformační energie.

Globální matice $[M]$ a $[K]$, které vstupují do výpočtu, vznikají, jak jsme už ukázali, načítáním, které se dá formálně zapsat ve tvaru

$$[M] = \sum_{i=1}^{i \max} [m]_{(i)}, \quad [K] = \sum_{i=1}^{i \max} [k]_{(i)}$$

Načítáním o symetrii dozajista nepřijdeme.

Pozitivní definitnost matic $[M]$ a $[K]$ souvisí s energií. Je známo, že deformační energie ve staticky zatíženém tělese je dána prací vnějších zobecněných sil $\{Q\}$ vykonanou na zobecněných posunutích $\{q\}$. Protože sily narůstají úměrně posuvům, je celková deformační energie dána vztahem

$$U = 0.5 * \{q\}' \{Q\}.$$

Zároveň však platí vztah

$$[K]\{q\} = \{Q\},$$

který odpovídá podmínkám rovnováhy a Hookeovu zákonu. Dosazením $\{Q\}$ do výrazu pro deformační energii dostaneme

$$U = 0.5 * \{q\}' [K]\{q\}.$$

Vidíme, že matice tuhosti se zobecněnými posuvy vytvářejí kvadratickou formu proměnných. Protože energie vynaložená na deformaci tělesa z nezatíženého stavu je vždy kladná - a to pro libovolné nenulové $\{q\}$ - je pozitivní definitnost vlastnosti matice. Podobnou úvahu můžeme udělat s kinetickou energií pro matici hmotnosti $[M]$.

V matematice se dokazuje, že symetrická, pozitivně definitní matice má všechna vlastní čísla kladná, a že symetrická, pozitivně semidefinitní matice má všechna vlastní čísla nezáporná. Nulová vlastní čísla matic $[M]$, $[K]$ hrají důležitou roli na pomezí tuhé mechaniky a mechaniky poddajných těles a jsou úzce spojena s pojmem stupňů volnosti modelované soustavy jako tuhého tělesa, jak je ukázáno na obr. 9. Zároveň je zde uvedena spojitost s dalšími matematickými pojmy, jako je hodnota a nulita matice.

Napišme základní vztahy, které jsme použili při řešení řetězce složeného z nehmotných pružin a hmotných částic a srovnejme je se vztahy pro osově zatížený osazený hřídel, řešený MKP.

Soustava a její uložení		
Počet stupňů volnosti	3	2
Matice $[K]_{n \times n}$ soustavy je		
Počet nulových λ_i matici $[K]$	3	2
Hodnost $[K]$	$n - 3$	$n - 2$
Nula ita $[K]$	3	2
Uložení	pohyblivá soustava	statický neurčité určité
Řešení		

← singulární pozitivně semidefinitivní → regulární pozitivně definitivní →

$[M] \{ \ddot{q} \} + [K] \{ q \} = \{ Q(t) \}$

$[K] = [B]'[E][B]$

$[M] = \lceil m_{(1)} m_{(2)} m_{(3)} \rfloor$

$[K] \{ q \} = \{ Q(t) \}$

Obr.10

Řetězec

MKP

$$\begin{aligned}\{u\} &= [A]\{q\} \\ \{\varepsilon\} &= [B]\{q\} \\ \{\sigma\} &= [E]\{\varepsilon\} \\ [M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} &= \{Q\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}[M] &= \sum_{i=1}^{i \max} [m]_{(i)} \\ [K] &= \sum_{i=1}^{i \max} [k]_{(i)} \\ [m]_{(i)} &= \rho \int_{V_{(i)}} [A]'[A] dV_{(i)} \\ [k]_{(i)} &= \int_{V_{(i)}} [B]'[E][B] dV_{(i)}\end{aligned}$$

Vidíme, že přechod od tuhé mechaniky k mechanice poddajných těles je takřka bezbolestný. Navíc vztahy napsané zde pro nejednodušší tyčové prvky platí obecně, pro širokou třídu prvků, jimiž můžeme pokrýt i takové úlohy technické praxe, které se klasickými metodami vyřešit nedají.

Postup, který zde byl naznačen, odpovídá tzv. deformační variantě metody konečných prvků, v níž primárními neznámými jsou deformační veličiny - posuvy. Silové veličiny se dopočítají dodatečně. Deformační podmínky vyjadřují kompatibilitu a zároveň minimalizují potenciál - ze všech možných deformačních stavů se pro rovnováhu vybere takový, který odpovídá minimální deformační energii soustavy. Pro statickou úlohu můžeme nabídnout alternativní odvození MKP následujícím způsobem:

$$\begin{aligned}\{\varepsilon\} &= [B]\{q\} \\ \{\sigma\} &= [E]\{\varepsilon\} \\ [B]'[\sigma] &= [B]'[E]\{\varepsilon\} = [B]'[E][B]\{q\} = \{Q\}\end{aligned}$$

$$U = \int \{\sigma\}' \{d\varepsilon\} = \int \{\varepsilon\}' [E] \{d\varepsilon\} = \\ = 0.5 * \{\varepsilon\}' [E] \{\varepsilon\} = 0.5 * \{q\}' [B]' [E] [B] \{q\} = 0.5 * \{q\}' [K] \{q\}.$$

Potenciál

$$P(\{q\}) = 0.5 * \{q\}' [K] \{q\} - \{q\}' \{Q\}$$

a jeho derivace podle vektoru posunutí

$$\frac{d P(\{q\})}{d \{q\}'} = [K] \{q\} - \{Q\}.$$

Položíme-li derivaci rovnou nule, dostaneme ve shodě s (25)

$$[K] \{q\} = \{Q\}.$$

Jak už jsme se zmínili, výhoda tohoto postupu spočívá v tom, že se při řešení nemusíme starat o typ a stupeň statické neurčitosti úlohy.

Silová varianta MKP je založena na minimalizaci komplementární deformační energie

$$U_c = \int \{\varepsilon\}' \{d\sigma\} = 0.5 \{\sigma\}' [E]^{-1} \{\sigma\}$$

s dodatečnou podmínkou

$$[B]' \{\sigma\} = \{Q\}.$$

Primárními neznámými jsou síly, deformační veličiny se dopočítávají dodatečně. Přestože je tato metoda bližší inženýrskému myšlení, používá se dnes jen málo. Při jejím použití je totiž třeba správně rozepnout typ statické neurčitosti úlohy, což je úkol, který je nesnadno algoritmizovatelný.

Jak by měl tedy být profilován student, jehož zaměřením budou pevnostní výpočty a návrh strojních součástí a soustav? Tuto činnost si dnes není možné představit bez počítače. Jde o výchovu inženýra, který je schopen využít svých znalostí k počítačově

pojatému návrhu strojů (CAD - computer aided design, nikoliv automatizovaný návrh strojů, jak se dosud nevhodně tento termín překládá) v rámci koncepce CAE - computer aided engineering.

Student by měl být schopen rutinního používání moderních výpočetních metod (MKP, MHP, metoda sítí apod), které se staly pátéří počítačové mechaniky. Aby to dokázal, musí důkladně znát mechaniku v tom nejširším slova smyslu, matematiku, numerickou matematiku a informatiku a musí dobré umět ovládat počítač. V předmětu informatika (jak se u nás cudně překládá computer science) je třeba probrat klasické programovací jazyky pro vědeckotechnické výpočty, moderní jazyky jako MATLAB, EUREKA a pod., které o několik tříd zvyšují úroveň programovacích primitiv. Dále pak jazyky pro symbolickou manipulaci s algebraickými výrazy (REDUCE), jazyky pro práci s databázemi, počítačovou grafiku, základy operačních systémů, zásad programování atd.

Při výkladu matematiky by bylo třeba matematiky přesvědčit, aby věnovali více pozornosti obyčejným i parciálním diferenciálním rovnicím a způsobům jejich řešení, a to zejména v případě, kdy řešení neexistuje v uzavřeném tvaru. Dále pak variačním principům (podstata MKP se dá jednotně vyložit už zde, a to nezávisle na aplikacích v mechanice těles tuhých, poddajných, kapalných či plynných), Fourierově řadě, Fourierovu integrálu, diskrétní Fourierové transformaci, FFT a maticovému počtu.

V numerické matematice (ve spolupráci s vyučovou informatiky) by se studenti měli naučit metodám pro řešení soustav algebraických rovnic, řešení standardního i zobecněného problému vlastních čísel, řešení soustav diferenciálních rovnic a způsobům algoritmizace těchto úloh. Značná pozornost by měla být věnována iteračním metodám, které hrají důležitou roli při řešení nelineárních úloh. Numericko-matematičká vzdělanost by měla dosahovat vyšší úrovně. Zatím se stává, že některé matematické postupy, které jsou na počítačích dostupné tak běžně jako trigonometrické funkce, jsou absolventům našich fakult zcela neznámé. Příkladem může být vestavěná funkce svd(A) v jazyce MATLAB, která počítá singulární rozklad matice.

V mechanice by mechanika tuhých těles měla být probírána jako zvláštní případ teorie těles poddajných. Statické úlohy jako

zvláštní případy úloh dynamických. V mechanice tuhých těles by měla být dána přednost vektorovým metodám na úkor metod analytických a grafických. Školní řešené případy by neměly končit sestavením podmínek rovnováhy či pohybových rovnic, ale jejich kompletním řešením až k číselným výsledkům - vždyť moderní výpočetní metody a počítače to umožňují.

V mechanice poddajných těles by měla být probrána mechanika kontinua, dále pak teorie prutu, nosníku, desek a skořepin. Pozornost by měla být věnována výpočetním metodám, které dávají globální informaci o silových a deformačních veličinách v tělese nebo v soustavě, na úkor grafických nebo graficko-početních metod, které zpravidla poskytují hledané veličiny jen v jednom bodě či řezu. Je třeba, aby se probíraly též nelineární případy, a to s uvažováním nonlinearity geometrické a materiálové. Opět je důležité stanovení oboru platnosti jednotlivých teorií.

V nauce o materiálu je třeba se zabývat i nelineárním chováním materiálu (plasticita, tečení, materiál s trhlinami), vlivem teploty, teorií velkých posuvů a deformací apod.

Součástí školení v mechanice by měla být i výuka MKP. Student musí být dokonale seznámen s teorií, na níž je metoda založena. Jen to mu umožní, aby dokázal efektivně využívat profesionálně vytvořené balíky programů a případně je upravovat pro své potřeby. Měl by znát jednotlivé varianty metody (deformační, silovou, hybridní), znát typy používaných prvků (standardní, izoparametrické, superparametrické) a vědět o výhodách a nevýhodách jednotlivých přístupů a o programech, které jsou k dispozici na trhu. Kvalifikované používání těchto programových balíků vyžaduje hluboké znalosti od uživatele - důkladnou znalost řešeného problému, způsobu vytváření fyzikálního a matematického modelu, znalost matematiky a fyziky v rozsahu širším, než na jaký jsou studenti dosud zvyklí.

Student by měl dokázat kvalifikovaně odhadnout chybu výsledků získaných svými výpočty; prostřednictvím numerického experimentování správně zvolit hustotu sítě jak ve statických, tak i v dynamických případech. Měl by spolehlivě poznat obor platnosti výsledků, které získal.

Jak to teď udělat, aby výchova studentů zajistila výše uvedené požadavky? Je známo, že většina zmíněných vědních oborů se v té či oné formě na fakultách přednáší - a to předními odborníky oboru -

avšak nenavazují na sebe, nejsou integrální součástí studia. Spojení a návaznost jednotlivých oborů je ke škodě věci nechána na studentovi.

A tak se stává, že např. moderní výpočetní metody se přednáší zvlášť na katedře mechaniky, pružnosti a pevnosti, hydromechaniky, termomechaniky a proudění a možná i jinde. Protože jde o interdisciplinární obory, které vyžadují spoustu přípravných a podpůrných znalostí, přednáší se základy programování, numerické matematiky, počítačové grafiky apod. znovu a znovu, přestože by bylo jistě vhodnější přednášet je jednotně, a to už v prvních ročnících studia. Pedagogům ve specializacích by to umožnilo stavět na jednotně vybudovaném vědním základě a soustředit se na fyzikální stránku výkladu.

K jednotě výkladu by měla přispět i rutinní znalost maticové algebry a algoritmizace úloh. A s tím souvisí i schopnost používání počítačů s takovou samozřejmostí, jako se dříve používalo logaritmické pravítko.

Současný vysoký týdenní počet hodin výuky je důsledkem toho, že "novinky" jsou k staré výuce přilepeny namísto toho, aby byly integrální součástí studia. To vede na jedné straně k neúměrnému zatížení studentů, na straně druhé k povrchnímu poznávání oboru.

A na závěr řečnickou otázkou.

Je vůbec třeba, aby studenti, pedagogové, výzkumní a vývojoví pracovníci znali teoretické základy numerické matematiky, programování a informatiky? Odpověď zní ano, a nejen to.

Úspěšné začlenění počítače do výuky a jeho další efektivní využití v technické praxi má jednu podmínu, a tou je hluboká znalost fyzikální podstaty jevu, stejně tak jako jejich matematických modelů a oboru jejich použitelnosti. Počítač je v těchto případech nejen vynikajícím pomocníkem, ale i spoluřešitelem. Vyžaduje však vysoký stupeň základních fyzikálních, matematických a počítačových znalostí, na který zatím nejsou studenti zvyklí.

Podíváme-li se z tohoto zorného úhlu na přípravu studentů, můžeme konstatovat, že počítač se zatím převážně uplatňuje jako pasivní prvek - tj. rychlé a výkonné počítadlo. Zlepšila se příprava v programování a v obsluze počítače, ale nezměnilo se zatím to nejpodstatnější, tj. úroveň teoretických znalostí základních oborů fyziky, mechaniky, matematiky a úroveň

abstraktního myšlení, které by umožnilo tyto základní znalosti aplikovat na řešení konkrétních úloh.

Nemůžeme si dělat falešné iluze o tom, že složité úlohy dneška vyřešíme rutinní aplikací hotových profesionálně připravených programů. Vždyť tyto programové balíky umožňují uživateli běžně používat takové matematické nástroje, o nichž mají studenti v nejlepším případě jen mlhavé technické znalosti. Je tedy třeba, aby studenti tyto znalosti získali zároveň s jasou představou o schopnostech a možnostech počítačů a se znalostmi numerické matematiky. U velkých a složitých úloh technické praxe totiž není výběr metody řešení otázkou vkusu, ale je jednoznačně určen charakterem úlohy a určuje, zdali se k výsledku dostaneme efektivně, neefektivně nebo vůbec ne.

Čím rychleji se podaří dostat na vyšší úroveň vědomostí studentů, tím rychleji by se mohla posunout na vyšší úroveň i celá naše společnost.

Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.
Ústav termomechaniky ČSAV

Poznámky k několika poznámkám k výuce mechaniky

Předchozí článek nutí k zamýšlení nejen nad způsobem výkladu mechaniky a pružnosti na našich vysokých školách, ale i nad celým pojetím našeho inženýrského studia.

Inženýra nebude nikdy tvořit soubor znalostí jednotlivých předmětů, ale schopnost spojit tyto znalosti v jediný "inženýrský" způsob myšlení a přístup k řešení konkrétních problémů. Tato schopnost se bezpochyby získává hlavně lety praxe, nicméně škola by už tomu mohla hodně napomoci.

V posledních desetiletích zaznamenal vývoj všech inženýrských věd ohromný pokrok, a to nejen v základních teoretických oborech, ale i v čistě technických (popř. technologických), a zejména pak v oborech, které se v této době teprve konstituovaly – v oborech interdisciplinárních. Přitom struktura našeho inženýrského studia i způsob výuky jednotlivých předmětů se příliš nezměnily. V řadě (zejména základních) předmětů se látka spíše zredukovala a nových předmětů také nepřibylo. Rozhodně nepřibylo (spíše ubylo) laboratorních cvičení, která by nutila posluchače k většímu zamýšlení nad přednášenou látkou, nehledě k možnosti získání alespoň minimálních vlastních praktických poznatků. Ze cvičení a i od zkoušek se vytratily otázky, které by nutily posluchače k vlastní formulaci úlohy, popř. k použití znalostí i z jiných předmětů, než z kterého je posluchač právě zkoušen.

Zcela osobité problémy jsou spojeny s matematikou a fyzikou. Posluchači dnes mají k dispozici počítače, učí se numerické metody a v samostatném předmětu i programování, ovšem toto vše má většinou jen zcela úzké využití. Způsob výkladu jednotlivých předmětů tento pokrok vesměs nezaznamenal. Matematické zpracování většiny moderních úloh zpravidla vyžaduje znalosti, které se už do základní matematiky nevezdou. Vešly by se ale buď do dalších kursů matematiky, která by asi v dnešní době měla procházet celým studiem, nebo do jednotlivých předmětů, jejichž výklad by podle toho musel být upraven. Matematika by pro posluchače rozhodně neměla končit zkouškou, ale měla by být používána a doplnována v jednotlivých předmětech. Navíc, počítače jsou ohromným nástrojem umožňujícím dnes i na úrovni posluchačů řešit úlohy, které se dříve řešily až ve výzkumných ústavech. I v praxi umožňují řešit úlohy, které byly analytickými metodami téměř neřešitelné.

Vyžadují ovšem - kromě znalostí numerické matematiky - velmi dobré a hluboké znalosti základních předmětů (fyziky, všech odvětví mechaniky), a to nejen pro formulaci úlohy, ale i pro správnou interpretaci získaného výsledku.

Každým rokem se mi znovu potvrzuje zkušenost, že posluchači neznají ve 4. ročníku základní fyzikální pojmy a fyzikální zákony (včetně mechaniky). Znají však často spoustu všelijakých vztahů a metod, aniž by je uměli uvést do vzájemných souvislostí a souvislostí se základními zákony. Zdá se mi proto, že i význam základního kurzu fyziky pro vytvoření fyzikálního názoru a myšlení je trochu podceněn. Možná, že se ve fyzice spoléhá na to, že se podrobného a soustavného výkladu těchto pojmu a zákonů dostane posluchačům až v dalších předmětech. V jejich výkladu by pak ale muselo být plně využíváno vše, co se odpřednášelo v předchozích předmětech.

Potřebné fyzikální, popř. inženýrské myšlení nezíská posluchač nikdy jen v jednom předmětu. Na tom se musí soustředně podílet všechny předměty, které by měly být koncipovány tak, aby posluchač získal dojem (plně oprávněný), že všechny předměty spolu souvisí a uplatňují se v jeho inženýrském myšlení (a praxi), bez ohledu na specializaci.

Posluchač by mohl být uveden do celé problematiky snadněji, kdyby se už od prvních ročníků zúčastnil prací na tzv. projektech, tj. na řešení komplexních problémů strojního inženýrství, kde by postupně poznal všechny fáze skutečného přístupu k řešení konkrétních praktických problémů řešení (teoretické, numerické, experimentální), které sebou vždy nese provázanost jednotlivých vědních oborů. Náročnost by nemusela být překážkou, pokud by se podařilo začlenit do uživatelského kolektivu posluchače různých ročníků, tj. různé úrovni.

Na závěr bych rád připomenu jednu zkušenosť z anglických univerzit.

Příklady ke zkouškám (vesměs písemným) jsou z našeho pohledu poměrně náročné a vyžadují nejen dosti hluboké, ale hlavně utříditěné a zažité znalosti a často i znalosti ostatních předmětů. Posluchač se ale na ně může dobře připravit - příklady, které byly v určitém roce vypsány jako zkušební, vyjdou vždy tiskem a kromě toho jsou uloženy (včetně řešení) v knihovně. (V Cambridgské univerzitní knihovně lze nalézt příklady dávané v

minulém století i dříve). Řešení musí examinátor předložit při zadání příkladu nejen škole, ale musí být k dispozici všem asistentům (tutorům v kolejích), aby kterýkoliv z nich mohl poskytnout konzultaci z kteréhokoliv předmětu jemu svěřeným posluchačům.

Všechny uvedené připomínky měly jeden společný podtext. Chceme-li zlepšit výuku, musíme výrazně zvýšit její náročnost. Postihne to posluchače i přednášející, ale nevidím jinou cestu, jak se přiblížit alespoň evropské úrovni.

Ing. Rudolf Dvořák, DrSc.
Ústav termomechaniky ČSAV

STRUČNÝ ÚVOD DO TEORIE EFEKTIVITY

Teorie efektivity byla vypracována právě v našich ekonomických podmínkách pravděpodobně proto, že vedle rozsáhlého, často světově unikátního studijního materiálu existuje u nás též řada odborníků schopných tento materiál ocenit i kvalifikovaně zpracovat.

Základům teorie efektivity se přiblížil již C. A. Pork (1986) svou adaptací zákona zachování v ekonomii: Součin hodnoty vykonané práce a odměny za ni je konstantní.

Totéž logicky platí i pro součin hodnoty finančních nákladů a efektivity práce. Budíž relativní efektivita e_r vykonané práce

$$e_r = E_{OPT} E_R^{-1} \quad (1)$$

kde

E_R - skutečné (realizované) finanční náklady, zahrnující (seřazeno vzestupně) kvalifikaci, čas, energii, materiál, administrativu a vzniklé škody,

E_{OPT} - optimální finanční náklady z hlediska užitečnosti díla, v počátečním čase t_0 .

Optimální řešení je v praxi snadno identifikovatelné: je to jediné řešení, které nemá naději být přijato, a to ani v případě, že je někdo navrhne.

Velikost finančních nákladů E_R závisí na několika faktorech. Řídí se při tom zvláštními zákony:

- 1) čas t : S rostoucím časem zásadně roste E_R i tehdy, nedochází-li právě ke spotřebě energie či materiálu (jev bývá decentně nazýván "úpravy cen", "správní režie", "inovace" a podobně).
- 2) Způsob financování: Velikost E_R dosahuje absolutního maxima při financování ze státního rozpočtu. Minimum hodnoty E_R pro n -tý případ úlohy určitého typu vždy nabývá hodnoty maxima E_R z $(n-1)$ -ého případu, nebo ji překračuje,

$$\min [E_{R,n}] \geq \max [E_{R,n-1}] \quad (2)$$

(zákon minima).

3) Rozsah finančních prostředků: Náklady na jakékoli práce vztýkají takových způsobem, aby beze zbytku pohltily veškeré prostředky, jež jsou momentálně k dispozici (zákon autoregulace výdajů).

4) Kvalita finálního výstupu: Není-li již žádná jiná možnost, jak vzbudit dojem, že práce, výrobek, atd. je kvalitní, lze úspěšně použít zvýšení ceny.

5) Předpokládaná celková výše nákladů. Fyzikální model procesu: Větší balon lze více nafouknout. Převeďme rov. (1) na tvar

$$E_R = E_{OPT}(1 + \alpha) \quad (3)$$

kde číslo $\alpha \in <0; \infty>$ je tzv. expanzní konstanta daného případu; pak αE_{OPT} je expanze (nafouknutí) nákladů.

Povšimněme si podrobněji bodu 1). Protože v každém čase t_1 platí rov. (1), bude

$$\frac{\partial e_r}{\partial t} = - \frac{\partial E_R}{\partial t} \frac{E_{OPT}}{E_R^2} \quad (4)$$

Protože pro každé $t > t_0$ je $\partial E_R / \partial t > 0$, efektivita e_r v čase klesá. Rychlosť poklesu se přitom snižuje se čtvercem výšky nákladů. Z toho plyne základní poučka teorie efektivity:

Jsou-li náklady dostatečně vysoké, pak je lze téměř libovolně zvýšit nebo i zněkolikanásobit, aniž by se efektivita pozorovatelně snížila.

Jinými slovy: podaří-li se udržet efektivitu na dostatečně nízké úrovni, pak je téměř nemožné ji dále snížit. V praxi se proto podniky a organizace snaží již v rozpočtu docílit dostatečnou hodnotu E_R a pak aplikují poučku: "Jestliže nyní zvýšíme náklady, nikdo to na efektivitě práce nepozná".

Praxe využívá efektu, kdy hotové části díla jsou schopny před

jeho úplným dokončením ztratit funkčnost, takže jejich cena se k celkovým nákladům E_R připočítává dvakrát nebo vícekrát. Jako příklad uvedeme výstavbu komplexu budov, trvající zhruba 20 let, kde před zahájením provozu je nutno rekonstruovat již hotové odpady, výtahy, rozvody a pod.

Změna efektivity Δe_r v čase $\Delta t = t_2 - t_1$

$$\Delta e_r = \int_{t_1}^{t_2} -\frac{\partial E_R}{\partial t} \frac{E_{OPT}}{E_R} dt = E_{OPT} (E_{R,2}^{-1} - E_{R,1}^{-1}) \quad (5)$$

podmínek se o to významně zasloužil systém centralizovaného řízení a plánování, při kterém jsou organizace i jednotlivci zainteresováni na plnění nebo překročení plánu (to znamená na dosažení nebo překročení finančního objemu E_R , jenž je fakturován odběrateli prací), a nikoli na efektivitě práce e_r . Prémie (pochopitelně odstupňované podle funkcí pracovníků) se berou za proinvestování plánovaného objemu financí, nikoli za úspory investic (úspory naopak hrozí ztrátou prémii). Je pochopitelné, že za těchto okolností se každý ze všech sil vynasnaží úsporam na investicích zabránit. Pro jednotlivá pracoviště jsou plánovány také budoucí zlepšovací návrhy a vynálezy, a i tyto plány se přesně plní (například pracovník, který nedávno vyvinul věšák na pracovní oděv).

Z těchto důvodů dosud neznáme případ $\Delta e_r > 0$ mimo matematickou teorii.

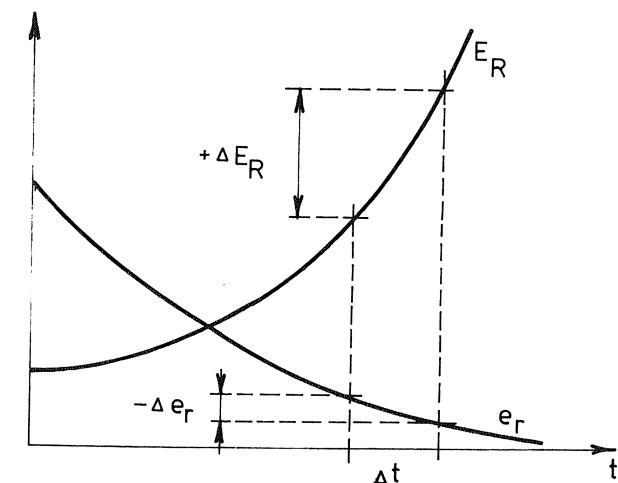
Srovnání změny nákladů ΔE_R a změny efektivity Δe_r ilustruje obr. 1. Z rovnic (1), (4) plyne

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e_r = 0 \quad (6)$$

tedy vice versa pro $e_r \rightarrow 0$ je $t \rightarrow \infty$. Tento poznatek umožňuje našim badatelům to, o co se dlouho marně snažily nejslavnější světové laboratoře - totiž pozorovat určený fyzikální jev v čase blízkém nekonečnu, stačí k tomu pouze vyhledat případ, splňující podmínu $e_r \rightarrow 0$. Podle sdělení našich odborníků i zkušeností autora je obtížnejší vyhledat

případ, kde tato podmínka splněna není.

Obr. 1 též vysvětuje, proč dokončení každé započaté činnosti vyžaduje jistý (zdánlivě velmi dlouhý) čas. Nárůst času Δt je prostě dán požadovaným zvýšením nákladů ΔE_R .



Obr. 1

Mimochodem, autor si naplanoval zpracovat toto pojednání již před určitou dobou a zveřejňuje je dnes, kdy konečně čas nabyl požadované hodnoty $t = t_2 = t_{OPT}$.

Jaroslav Ambrož
GEOTEST, Brno

DVĚ RADY ŘEČNÍKŮM, Z TOHO JEDNA V ANGLIČTINĚ

Oral presentation of papers at meetings has sometimes been so lamentable that it appears worthwhile to ask each author to consider these notes.

It cannot be emphasized too strongly that the object of the oral presentation is not to read the paper and/or show slides of all the figures given in the paper. The aims of the oral presentation can be listed in probable order of importance as:

1. To hold the interest and attention of the audience - without this, other aims, however worthy, are in vain.
2. To summarize the paper in such a way that a member of the audience knows if he wants to read the paper.
3. To summarize the paper so that a member of the audience knows what is new and what is significant in the paper, as well as the main conclusions.

In preparing the presentation it should be borne in mind that the figures in the paper are generally too complicated to make suitable slides; a reader can spend as long as required studying a complicated figure in the paper, whereas a slide is normally shown for a minute or two.

Very rarely is it worthwhile showing mathematics in detail - this can be relegated to the paper and oral presentation can merely refer in general terms to what is done. Similarly, it is often appropriate to simplify arguments considerably, since for detailed and rigorous treatment the audience can be referred to the paper.

The speaker's ability to hold the audience's attention is often related to the naturalness and spontaneity of the presentation. It helps to remember that you are the expert, the audience are generally eager to hear what you have to say and are sympathetic to you. (Your position is different from a government official reading a speech, where every word must be weighed in advance and hence read from a prepared text). If you forget something it probably is not vital; in any case if the remainder of your presentation is clear, the audience will recognize a significant omission and will ask. Even experienced speakers find it convenient to use slides as cues for what to say. It is convenient to provide slides with short punchy sentences and with these as headings talk freely about the topic; the slides can be

in the nature of a brief contents list.

If you feel you must read a prepared text, do not read the paper but prepare a brief summary composed in more conversational language.

In preparing slides with text on them it is convenient to type what is required. It is vital not to overload the slides. A convenient rule is to insist that the typing (with normal size type) fits inside a box of about 4 in x 3 in (100 mm x 75 mm). Not only does this mean that the slides will be legible to the entire audience, but it will constrain what you write to be brief and to the point. It is probably true that a total of not more than twenty slides for a talk of roughly thirty minutes is about correct. It is virtually impossible to speak too slowly.

To summarize:

1. First decide what are the vital points you wish to make, bearing in mind the need for a brief discussion of motivation and background for the work, the new and different aspects that you are describing, and (finally) a summary of the conclusions.
2. Choose the results and figures you wish to show from the paper, generally simplifying the figures in the paper very considerably. Engineering drawings of the overall equipment are rarely suitable and line drawings are often much better than photographs of apparatus.
3. How little mathematics can be put in? Ask yourself what any mathematics shown will convey to the audience.
4. If tables or results must be shown, make these by typing in the 4 in x 3 in box referred to above. Tables of numbers typed into a significantly larger area are not of much use because they are generally illegible and the amount of information is, in any case, too great to be absorbed.
5. As a suggestion, choose short punchy statements to make slides of text on which to "hang" your talk. These text slides will reinforce what you say (for the direct benefit of the audience). They will also provide convenient cues for you, the speaker, and with this help you will probably need few, if any, notes.

These notes have been prepared after listening to many presentations (some very good, many rather poor), as well as after a good deal of thought and discussion.

Finally, it is worth bearing in mind that the considerable effort needed to prepare a good oral presentation is still small compared with the overall effort involved in the research and in

attending the conference.

Initially published for ASME Conference participants by N. A. Cumpty, 1986.

Krátce po zahájení kongresu Mezinárodní astronomické unie loni v Grenoblu přinesl kongresový časopis La Gazette d'Uranie - již po prvních zkušenostech s anglickými a americkými referenty - doporučení řečníkům, která mají velmi obecný charakter a mohla by být určena také mnoha našim přednášejícím. Proto s nimi čtenáře seznamujeme.

Mluvte velmi hlubokým a tichým hlasem a přehlížejte jakékoli elektronické pomůcky. Mluvte, jak nejrychleji dovedete a polykejte poslední slabiky. Posluchačstvo, které je složeno z mnoha lidí, pro něž není jazyk, ve kterém přednášíte, mateřštinou, bude velmi vděčné za tak rychlé přednesení vašeho příspěvku, které neobtěžuje jejich uši ani nedosahuje k jejich mozkům.

Dáte-li si práci, že ukazujete diapositivy nebo průsvitky, připravte si je ve velmi malém měřítku s nejmenšími možnými symboly a písmeny, provedenými nejlépe světle šedým inkoustem nebo tužkou, které jsou téměř neviditelné, zvláště pak pro posluchače v zadních lavicích. Posluchačstvo uvítá určitě takový pečlivý postup, který mu dává příležitost přezkoušet a trénovat oči nebo spát bez přerušování.

Předváděte-li matematické vzorce na diapositivech, promítnete je velmi krátce a neztrácejte čas s jejich vysvětlováním. Kromě několika znalých odborníků je většina posluchačů neschopna věci pochopit, takže pokus o jasné vysvětlení matematických výtvarů by byl pouhým mařením času.

Jestliže užíváte k matematickému odvozování primitivním způsobem tabule, nezapomeňte mluvit do tabule zády k posluchačům. Pro takové cvičení si pak vyberte nejtvrďší kousek křídy, který vytváří na tabuli tenké, sotva znatelné hieroglyfy, které nejsou čitelné ani z druhé lavice. Posluchačstvo ocení malou míru důležitosti, jako zřejmě příkládáte sám svému výzkumu nebo přednášené látce.

VESMÍR, roč. 56 (1978), číslo 4, str. 120

INFORMACE

9. Mezinárodní konference o experimentální mechanice

V pořadí 9. mezinárodní konference "Experimentální mechanika", dříve mezinárodní konference "Experimentální analýza napětí", konaná vždy po čtyřech letech, byla zorganizována Stálým výborem pro analýzu napětí (PCSA) za spoluúčasti Společnosti pro experimentální mechaniku (SEM), Japonské společnosti strojních inženýrů (JSME), Technického výboru IMEKO pro experimentální mechaniku a Dánské technické univerzity. Sponzory konference byly COWI FOUNDATION, Dánská rada pro vědecký a průmyslový výzkum a dalších osm společností.

Konference se konala ve dnech 20. až 25. srpna 1990 a organizaci zajišťovala Dánská technická univerzita, sídlící v Kodani - Lyngby. Předsedou programového i organizačního výboru byl Prof. V. Askegaard. Jednací řečí byla angličtina. Program konference sestával ze tří částí:

- vědecký program - přednášky ve 3 sekcích
- výstava přístrojů a literatury
- odborné exkurze

Referáty byly roztrídeny do tří skupin:

- klíčové referáty (30 min.)
- sdělení (15 min.)
- sdělení s posterem (5 min.)

Postery byly vystaveny po celou dobu konference a v programu byl ještě vymezen čas pro diskusi. Poslední den byl vyhrazen pro 3 odborné exkurze dle vlastního výběru účastníků.

Konference je nejreprezentativnějším světovým odborným shromážděním v oboru a zúčastnilo se ji 263 odborníků ze 30 zemí s 236 referáty. Byly zastoupeny Dánsko, Japonsko, USA, SSSR, SRN, Holandsko, Belgie, Francie, Švédsko, Izrael, Polsko, Československo, Maďarsko, Rumunsko, Jugoslávie, Rakousko, Itálie, Španělsko, Portugalsko, Irsko, Mexiko, Švýcarsko, Jižní Korea, Kuvajt, Austrálie, Kanada, Čína, Indie, Taiwan. Nejpočetněji bylo zastoupeno Japonsko 48 a Dánsko a SRN 32 účastníky. Československo bylo zastoupeno 5 účastníky se 4 referáty.

Vědecký program konference byl oproti dřívějším konferencím značně rozsáhlejší. Je z něho patrné dvojí hledisko členění příspěvků do sekcí, a sice tematické a metodické, aby byla pokryta celá problematika oboru. K tematicky orientovaným problémům patřily sekce zabývající se

- analýzou kontaktních napětí
- experimentální analýzou kompozitních materiálů
- zkoušením materiálů (deformace, lom)
- zkoušením částí konstrukcí a strojů
- zkoušením betonových materiálů a konstrukcí

K metodicky orientovaným problémům patřily sekce

- mechanické a nedestruktivní metody zkoušení
- elektrické metody a experimentální vybavení
- analýza napětí termoelastickou metodou
- fotoelasticita

- pokroky v metodice měření zbytkových napětí
- metodiky používající měřicí mřížky
- interferenční metody
- hybridní metody a zpracování dat

Jednání probíhalo souběžně ve třech technických sekcích. Několikrát v průběhu konference bylo obtížné rozhodování, které sekci či přednášce dát přednost. Pomůckou byl pětisvazkový sborník referátů.

Zaměření velké části prací se dotýkalo měření koncentrací napětí a přetvoření v blízkosti geometrických singularit a fyzikálních nehomogenit. Z toho vyplynul i jejich další společný rys - mikroskopický rozdíl mezi měřenými veličinami, což významně ovlivnilo i výběr měřicích metod směrem k optickým metodám.

Tomuto trendu, nehledě na tematiku, odpovídala i čs. příspěvek autorů L. Berka a kol., ÚTAM ČSAV Praha, s názvem "A strain and stress analysis in microobjects", v němž bylo poukázáno na možnosti použití mikroskopické fotogrammetrie k analýze přetvoření materiálových struktur. Při srovnání dosaženého rozlišení - relativní chyba měření - dává nejlepší výsledky americký elektrooptický systém z IIT, Chicago, autorů C. A. Sciammarella a G. Bhatta. Naše výsledky jsou srovnatelné s metodami měření užívanými v Japonsku (Osaka University) a SRN (TU Braunschweig).

Mikrofotoelastická analýza napětí v polarizačních optoelektronických vláknech představuje originální užití této metody pro zcela nové aplikace, jež jsou srovnatelné s měřením hranových napětí u mikronových vrstev, o nichž referuje práce japonských autorů H. Miura, H. Sakata, S. Sakata z Res. Lab. Hitachi Ltd.

Další čs. příspěvek, rovněž sdělení s posterem, V. Dolhofa (ÚVÚ Škoda Plzeň) na téma "Weldable strain gauges and the welding effect of a strain gauge plate upon static and fatigue strength of a component part" vyvolal značný zájem a pozornost mezi odborníky, jelikož přinesl nové poznatky a objasnil jistou nekoherenciu dosavadních experimentálních výsledků.

Třetí čs. příspěvek autorů P. Boušky a V. Červenky (SÚ ČVUT Praha), "Advances in automated determination of concrete stress-strain law", zařazený jako sdělení, prezentoval experimentální výsledky pro stanovení zákona napětí - přetvoření u betonu s použitím automatizovaného systému firmy Peekel Instruments.

Autoři čtvrtého příspěvku, J. Kubeš a kol., "Experimental investigation of mechanical properties of multilayer safety glass", se jednání konference nezúčastnili.

Velká část metodicky zaměřených referátů se zabývala oblastí experimentální analýzy napětí a měření zbytkových napětí. Mezi zajímavé a významné referáty lze mimo jiné zahrnout příspěvky L.

Ferrer a kol.: "The use of candied sugar as a brittle laquer", klíčový referát P. Stanley: "Thermoelastic stress analysis: progress and prospects", P. Holler: "State of the art of nondestructive stress measuring techniques" a E. Schneider a kol.: "Astra - an instrument for the automated evaluation of stress states using ultrasonic techniques". V oblasti měření zbytkových napětí se rozvíjení metodik soustředuje na nedestruktivní rentgenografické, neutronové, ultrazvukové a magnetické techniky.

Závěrečné zasedání se konalo pod heslem "jaká je budoucnost experimentální mechaniky", na němž vystoupili A. Kobayashi (prezident SEM), T. Kunio (prezident JSME), K. H. Laermann, (IMECO TC-15) a R. Royles, British Society for Strain Measurements. A. Kobayashi, University of Washington, zdůraznil význam analýzy napětí a přetvoření na úrovni struktury materiálů pro definování fyzikálně adekvátních modelů přetváření a formulaci konstitutivních rovnic. Z experimentálních technik vhodných pro tento účel, doporučuje rozvíjet použití rastrovací elektronové mikroskopie ve spojení s metodou mřížek, stereozobrazovací metody (stereofotogrammetrie), moiré, holografickou, specle a laserovou interferometrii, akustickou mikroskopii, mikrorentgen, metodu detekce infračerveného záření.

K. H. Laermann, Bergische Universität - GU Wuppertal, věnoval pozornost systémovým problémům v experimentální mechanice, zejména otázce modelu a modelování, kde citoval "pět NE" formulovaných S. W. Golombem, Simulation 14 (1970):

1. Nevěřte, že model je realita
2. Neextrapolujte mimo definiční obor
3. Neznásilňujte skutečnost, aby byl zachován model
4. Nedříte se zdiskreditovanému modelu
5. Nemilujte svůj model

R. Royles, University of Edinburgh, se zabýval organizací a otázkami měření a ověřování ve spojené Evropě. Uvedl požadavky na osobní kvalifikaci pracovníků institucí a její zvyšování.

V závěrečném společném vystoupení Prof. V. Askegaarda a Prof. A. Gomese z Instituto Superior Tecnico, Lisabon bylo oznameno uspořádání příští, 10. konference "Experimentální mechanika" v roce 1994 v Portugalsku.

Ing. Ladislav Berka, CSc.

Ing. Václav Dolhof, CSc.

Ústav teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, Praha

Ústřední výzkumný ústav ŠKODA, koncern, Plzeň, s.p.

INFORMACE

IACM (International Association of Computational Mechanics - Mezinárodní sdružení pro počítačovou mechaniku) bylo organizátorem 2. světového kongresu o počítačové mechanice, který se konal ve Stuttgartu, SRN, ve dnech 27. až 31.8.1990. Konference se zúčastnilo 920 účastníků, kteří přednesli 305 referátů a připravili 285 posterů.

Při jednání organizačního výboru byl podán návrh na ustavení středoevropského sdružení pro počítačovou mechaniku, který by byl paralelní organizací k národním a regionálním asociacím, které už při IACM existují. Jsou to např.

ACMA - Association Argentine de Mecanica Computational
CACM - Chinese Association of Computational Mechanics
GIMC - Gruppo Italiano di Meccanica Computazionale
NoACM - Nordic Association for C.M.
SEMNI - Spanish National Association for C.M.

Návrh v současné podobě předpokládá, že středoevropské sdružení pro počítačovou mechaniku - Central European Association for Computational Mechanics - CEACM nebo CEURACM - bude sledovat zájmy technických, vědeckých a pedagogických pracovníků v oboru počítačové mechaniky v zemích (abecedně) Československa, Maďarska, Polska a Rakouska.

Užšího jednání se zúčastnil člen valného shromáždění IACM prof. I. Babuška (USA) a sekretář IACM prof. A. Samuelsson (Švédsko).

Dále pak
za Československo
M. Okrouhlík, ÚT ČSAV, Praha
J. Haslinger, MFF, UK, Praha
za Polsko
M. Kleiber, Polish Acad. of Sc. Warsaw
L. Demkowicz, Tech. Univ. of Cracow
za Rakousko
H. Mang, Civil Eng. Dept. of Tech. Univ. of Vienna.

Na kongresu nebyl nikdo z Maďarska. Zástupci Polska a Rakouska přislíbili, že budou v Maďarsku kontaktovat vhodnou osobu, přičemž naznačili, že mají předběžnou představu, kdo by to mohl být.

Cíle středoevropského sdružení pro počítačovou mechaniku

- Pořádání malých mezinárodních konferencí, sympozii.
- Pořádání kursů o metodě konečných prvků, metodě okrajových integrálů, numerické matematice, nelineární mechanice - zkrátka o počítačové mechanice.
- Školení uživatelů moderních počítačových balíků pro velké počítače, workstations i pro osobní počítače ve spolupráci se zahraničními firmami s cílem získat tyto programové balíky se slevou pro použití v Československu.

- 40 -

- Vytvoření vlastního fondu pro podporu tvůrčích pracovníků při jejich cestách na zahraniční konference o počítačové mechanice.
- Vytvoření databáze obsahující informace o programech, konferencích a osobnostech z oboru počítačové mechaniky.
- Vytváření knihovny (knihy, časopisy, programy).
- Vytvoření "consulting company".

V případě, že se podaří Středoevropskou asociaci pro počítačovou mechaniku zřídit, pak individuální členské poplatky budou - s ohledem na podmínky zemí bývalého východního bloku - ve výši 7.50 USD ročně. Z této částky 2.50 USD zůstane na kontě lokálních sekcí.

Jednacím jazykem sdružení je angličtina.

Individuální členové dostanou 4x do roka IACM Bulletin, který obsahuje krátké články obecného zájmu z oboru, zprávy z jednotlivých regionálních a národních sekcí IACM, recenze knih, různá oznámení a seznamy konferencí, sympozíj a kongresů.

Stanovy a cíle IACM jsou zřejmě z Bulletingu IACM, jehož část zde přetiskujeme.

Background

The parallel developments of the numerical approximation methods and of the high speed modern computers, both of which occurred in the period following the second world war, have created a major revolution in the manner in which the Engineer and the Physicist approach their problems. Many previously insoluble areas of mechanics can today be dealt with quantitatively with any desired precision and much modern Engineering is based on this. However, other fields still demand active research. A new discipline termed Computational Mechanics is rapidly emerging from the realization that the methods and approaches applicable in any single field have a large impact on others. Those working in advanced computation in solid and structural mechanics and others in fluid mechanics, electromagnetics and plasma physics find that many of the procedures and motivations are common. Indeed, mathematicians and computer scientists have entered the new discipline together with those representing the fields of civil, mechanical, aeronautical, naval and electrical engineering and clearly, a forum is necessary for taking advantage of their common interest to ensure more rapid progress in research and application.

The first attempt to bring together this community followed a letter from three leading scientists working in this field, R. H. Gallagher, J. T. Oden and O. C. Zienkiewicz who called a meeting of 12 persons at Atlanta, Georgia, U.S.A. in April 1981 to form a group of International Centers of Computational Mechanics. This led to the formal announcement of IACM and the establishment of a Founding Council and a Constitution.

Congresses

Clearly one of the most effective ways of bringing such a diverse group together is the establishment of a series of International Congress. The first World Congress of Computational Mechanics was thus planned and finally held in Aug 1986 at the University of Texas, Austin. Here the Association was formally established, the General and Executive Councils founded and the Constitution approved.

With the Constitution giving equal emphasis to the three geographical Regions of Americas, Euro-Africa and Austral-Asia a rotation of such World Congresses between the regions on a four year cycle was proposed. The second Congress was chosen to be held in West Germany at Stuttgart in August 1990. This proposal competed with offers from France (Nice) and Spain (Barcelona) and was chosen after much discussion.

The 1994 Congress location is still to be decided though it will, of course, be in the Austral-Asia region. In addition to the main Congresses IACM sponsors national, regional and special interest conferences.

National and Regional organizations

A number of national and regional organizations are affiliated to IACM and, indeed, some are national branches of it. Members can join IACM via such organizations. Currently the following organizations are affiliated (and others are in process of formation):

Asociacion Argentina de Mecanica Computacional (AMCA), Dr. Sergio R Idelsohn, Guemes 3450 - 3000 Santa Fe, Argentina

The Chinese Association of Computational Mechanics. Prof. Zhong Wanxie, Research Inst. of Eng. Mechanics, Dalian, P. R. China.

Gruppo Italiano di Meccanica Computazionale (GIMC). Prof. Agostino Cannarozzi, c/o DIS-Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32, 20133 Milano, Italy.

The Nordic Association for Computational Mechanics (NoACM) (Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden). Prof. N. E. Wiberg, Department of Structural Mechanics, Chalmers University of Technology, S-41296 Gothenburg, Sweden.

The Spanish National Association for Computational Mechanics (SEMNI), Prof. Eugenio Onate, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canale Y Puertos, Universidad Polytechnica de Barcelona, Jorge Giron Sal # 31, Barcelona 34, Spain.

U.S. Association for Computational Mechanics (USACM), Dr. J. N. Reddy, Dept. of Engineering Science and Mechanics, Virginia Polytechnic Institute, 220 Norris Hall, Blacksburg, Va 24061, USA

BULLETIN

The IACM Bulletin has appeared since Jan 1985 with two issues per annum. From 1989 four issues per year will be published. It contains short articles of general interest, reports from affiliated organizations, book reviews, announcements and conference diary. It is planned to contain a Record of all titles in important journals in the field.

Membership

IACM accepts individual, laboratory and corporate members either directly or via national affiliates.

Individual Membership is open to any person engaged in, connected with or interested in computational mechanics and who is a graduate in engineering science, mathematics, or possess equivalent qualifications.

Laboratory membership is open to non-profit research institutes, technical societies and university laboratories whose activities include work in computational mechanics. *Corporate Membership* is open to industrial organizations whose interests include the field of computational mechanics.

Members can join via National and regional organizations or join directly to IACM via its Secretariat.

Executive Council 1989

President O. C. Zienkiewicz (U.K.)

Vice Presidents: Americas, J. T. Oden (U.S.A.)
Austral-Asia, T. Kawai (Japan)

Secretary: A. Samuelsson, Sweden

J. H. Argyris (FRG), R. Dautray (France),
R. H. Gallagher (U.S.A.), T. J. R. Hughes (U.S.A.),
H. Liebowitz (U.S.A.), W. Zhong (PR China)

FEE

The 1989 annual fee for direct individual membership of IACM is 25 dollars. For members enrolled through affiliated organizations the fee is reduced to 15 dollars. The Bulletin and a discount on the Congress fees are some of the benefits of the membership.

General Council

E. Alarcon, Spain	G. Maier, Italy
J. H. Argyris, FRG	H. A. Mang, Austria
J. L. Armand, France	J. L. Meek, Australia
S. N. Atluri, U.S.A.	A. R. Mitchell, U.K.
I. Babuska, U.S.A.	G. Nayak, India
K. J. Bathe, U.S.A.	A. K. Noor, U.S.A.
T. Belytschko, U.S.A.	J. T. Oden, U.S.A.
P. G. Bergan, Norway	E.R. Arantes e Oliveira, Portugal
J. Besseling, The Netherlands	E. Onate, Spain
Y. K. Cheung, Hong Kong	J. Orkisz, Poland
M. Crochet, Belgium	T. H. H. Pian, U.S.A.
R. Dautray, France	K. S. Pister, U.S.A.
C. S. Desai, U.S.A.	A. Samuelsson, Sweden
J. Donea, Italy	E. Stein, FRG
K. Feng, P. R. China	G. Strang, U.S.A.

S. J. Fenves, U.S.A.
R. H. Gallagher, U.S.A.
R. Glowinski, France
I. Herrera, Mexico
T. J. R. Hughes, U.S.A.
S. Idelsohn, Argentina
C. Johnson, Sweden
W. Kanok-Nukulchai, Thailand
T. Kawai, Japan
V. N. Kukudzanov, U.S.S.R.
P. Larsen, Norway
H. Liebowitz, U.S.A.
V. Lions, France

B. A. Szabo, U.S.A.
B. Tabarrok, Canada
R. I. Tanner, Australia
R. L. Taylor, U.S.A.
C. W. Trowbridge, U.K.
S. Valliapan, Australia
J. Whiteman, U.K.
E. L. Wilson, U.S.A.
W. Wunderlich, FRG
Y. Tamada, Japan
Y. Yamamoto, Japan
W. Zhong, P. R. China
O. C. Zienkiewicz, U.S.A.

INFORMACE

EUROMECH MEETINGS 1991

274. *Internal high speed flows with viscous/inviscid interactions*
Dr R. Dvořák, Institute of Thermomechanics CSAV,
Dolejškova 5, CS-18200 Prague, Czechoslovakia
Dr G. E. A. Meier, Göttingen
8-12 April 1991, Prague, Czechoslovakia
275. *Waves in inhomogeneous and moving media*
Prof. L. M. B. C. Campos, Instituto Superior Técnico,
1096 Lisbon Codex, Portugal
2-5 April 1991, Lisbon, Portugal
276. *Dynamics of the urban atmosphere*
Dr C. Rey, Laboratoire de Mécanique des Transferts Turbulents et
Diphasiques, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique 1,
rue de la Noé, F-44072 Nantes Cedex 03, France
7-9 October 1991, Nantes, France
277. *Micromechanical models for strength and fatigue of polymer based
fibre composites*
Dr P. Gudmundson, SICOMP, Swedish Institute of Composites,
Box 271, S-941 26 Piteå, Sweden
Dr R. Talreja, Lyngby
13-15 June 1991, Piteå, Sweden
278. *Microstructure and effective properties of random
particulate solids*
Prof. K. Markov, Faculty of Mathematics & Informatics,
University of Sofia, 5 blvd A. Ivanov, 1126 Sofia, Bulgaria
Prof. J. R. Willis, Bath
4-7 June 1991, Schumen, Bulgaria
279. *Image analysis as measuring technique in flows*
Prof. F. T. M. Nieuwstadt, J. M. Burgers Centre for Fluid
Dynamics, Delft University of Technology,
Rotterdamseweg 145, 2628 AL Delft, The Netherlands
Prof. M. L. Riethmüller, Von Kármán Institute
2-4 July 1991, Delft, The Netherlands
280. *Identification of nonlinear mechanical systems from dynamic tests*
Prof. L. Jezequel, Département de Mécanique des Solides, Ecole
Centrale de Lyon, B. P. 163, F-69131 Ecully Cedex, France
29-31 October 1991, Lyon, France

Further information

Further information can be obtained from
SECRETARIAT IACM
Prof. Alf Samuelsson
Department of Structural Mechanics
Chalmers University of Technology
S-412 96 Gothenburg
SWEDEN

INFORMACE

Euromech Conferences

1st European Solid Mechanics Conference

Prof. F. Pfeiffer
Lehrstuhl B für Mechanik, Technical University of Munich,
Arcisstrasse 21, D-8000 Munich 2, FRG
9-13 September 1991, Munich, FRG

1st European Fluid Mechanics Conference

Prof. D. G. Crighton
Dept of Applied Mathematics and Theoretical Physics,
University of Cambridge, Silver Street, Cambridge CB3 9EW, UK
16-20 September 1991, Cambridge, UK

KRONIKA

K šedesátinám prof. Ing. Miroslava Škalouda, DrSc.



Dne 25. října se dožil šedesáti let významný odborník v oblasti stability ocelových konstrukcí prof. Ing. Miroslav Škaloud, DrSc., člen korespondent Structural Stability Research Council, doktor honoris causa Technické university v Budapešti.

Narodil se roku 1930 v Turnově, kde též s vyznamenáním vystudoval gymnázium. V roce 1955 dokončil studia na fakultě inženýrského stavitelství v Praze. Po absolvování fakulty pracoval jako asistent na katedře stavební mechaniky. V letech 1955 - 58 byl řádným aspirantem v Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, kde po obhájení kandidátské disertační práce zůstal jako vědecký pracovník. Docentskou habilitační práci obhájil v roce 1963 a doktorskou disertační práci v roce 1970. Působil též dlouhodobě v zahraničí, a to u prof. Ch. Massonneta v Université de Liege v Belgii a u prof. K. V. Rockeyho v University College v Cardiffu ve Velké Británii. V květnu 1990 byl jmenován profesorem.

Výsledky své vědecké práce publikoval v 250 časopiseckých článcích a v 13 knižních publikacích, z nichž tři vyšly v zahraničí. Pozornost věnuje především stabilitním problémům tenkostěnných ocelových konstrukcí, zvláště chování tenkých desek a stěn, a výpočtu kovových konstrukcí podle teorie plasticity. Zúčastnil se mnoha konferencí, kde - kromě přednesení příspěvků - zastával funkci předsedy nebo místopředsedy konference. Přednášel na různých zahraničních pracovištích.

Je členem komise pro obhajoby doktorských disertačních prací a členem komise pro obhajoby kandidátských disertačních prací v oboru mechaniky. Je členem vědeckého kolegia ČSAV pro mechaniku a členem redakčních rad časopisů Acta technica ČSAV, Stavebník časopis a mezinárodního časopisu Journal of Constructional Steel Research. Je členem několika evropských a světových komisí pro stabilitní problémy, např. v mezinárodní pracovní skupině ECCS "Plated Structures". Na pozvání ministerstva dopravy NDR působil též jako poradce pro stabilitní problémy ocelových mostů v NDR.

Cinnost prof. Škalouda byla oceněna řadou uznání a vyznamenání. V roce 1975 mu byla udělena Státní cena. V roce 1980 obdržel stříbrnou plaketu ČSAV Za zásluhy o rozvoj technických věd, v roce 1982 a 1989 ceny ČSAV, v roce 1989 zlatou plaketu ČSAV Za spolupráci vědy s praxí. Získal též další ocenění, zvláště za publikační činnost.

Věnoval se i problémům z praxe. Je možno uvést jeho účast při návrhu tenkostěnných ocelových hal RD Jeseník, výpočtu několika ocelových mostních konstrukcí, návrhu nosných systémů pražského metra a spolupráci na novelizaci Čs. státních norem pro navrhování ocelových konstrukcí.

Přejeme prof. Miroslavu Škaloudovi i nadále jeho tvůrčí elán, touhu po nových poznatkách a jejich realizaci, splnění jeho osobních i odborných přání a také dobré zdraví a osobní pohodu.

Ing. Marie Zörnerová, CSc.

K 60. narozeninám Ing. Václava Daňka, CSc.



Dne 3. 8. 1930 se narodil Ing. Václav Daněk, CSc., v Lhotě u Skutče jako starší syn zemědělce. Stroje a zařízení mu učarovaly na celý život a dnes je vynikajícím československým odborníkem v oblasti řešení lopatkových strojů, zvláště turbokompresorů. Dovede příkladným způsobem spojit práce teoretické s experimentálními a vypracovat nejen nové poznatky vědecké a výzkumné, ale i potřeby pro konstrukci i provoz těchto náročných strojů.

Již v průběhu vysokoškolského studia pracuje v ČKD ve zkušebně parních turbin a turbokompresorů. Školu končí pod vedením prof. Ing. O. Mašťovského, DrSc., a jeho diplomová práce je zaměřena na návrhy turbokompresorů.

Po obhajobě nastupuje do ČKD a pracuje na řadě významných zakázek. Věnuje se zvláště proudění v radiálním stupni turbokompresoru i při vysokých rychlostech proudění. Jeho základní snahou je uvádění vědeckých poznatků do praxe. Zavádí systematicky experimentální výzkum a rozbor výsledků pro získání nových vědeckých poznatků i pro aplikaci.

Po obhajobě kandidátské práce v r. 1963 se stává vedoucím vývoje radiálních kompresorů v ČKD a pokrokovým výpočtařem při návrzích průmyslových kompresorů. Své poznatky publikuje též na řadě mezinárodních i našich seminářů a konferencí.

Po vzniku závodu ČKD Kompresory se stává vedoucím zkušeben a v 68. roce, i když jen na krátkou dobu, technických náměstkem. V r. 1970 je pro svůj postoj odsuzující vstup sovětských vojsk do ČSSR zbaven hospodářských funkcí a jako samostatný vědecký pracovník znova buduje výzkum ve spolupráci s dalšími výzkumnými pracovišti. Zavádí a prosazuje řadu nových metod experimentální

techniky, zvláště pro proudění složitými systémy turbokompresorů.

Teprve po deseti letech po politické záruce Ing. L. Bělohlávka, CSc., může zastávat hospodářskou funkci v závodě jako vedoucí oddělení aerodynamického výzkumu.

Ve spolupráci s vysokými školami získává pro závod nadané studenty a stará se o jejich zapojení do výzkumných a vývojových úkolů. Organizuje velmi iniciativně symposia a konference. Je aktivním členem výboru ČSVTS a Společnosti pro mechaniku při ČSAV. Za svoji obětavou práci byl v závodě vyznamenán několika oceněními i uznáními.

K jeho šedesátinám mu přejeme hlavně zdraví a stálý pracovní elán při překonávání všech složitostí v zaměstnání, dále hodně radosti v práci i v rodinném životě a uspokojení z jeho dvou synů a čtyř vnuků.

Ing. Z. Moravec, DrSc.