



BULLETIN

ČESKÁ SPOLEČNOST
PRO MECHANIKU

2·2012

BULLETIN

2'12

ČESKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

OBSAH

Zpráva o činnosti Společnosti v období 2008 – 2012	2
V. Zeman, Z. Hlaváč: Využití modální metody v dynamice kinematicky buzených systémů	5
C. Höschl: Nedosažitelné cíle a marné naděje	21
Kronika	34

CONTENTS

Report on Activities of the Czech Society for Mechanics in 2008 - 2012 Term	2
V. Zeman, Z. Hlaváč: The Modal Method Application to Dynamics of Kinematically Excited Systems	5
C. Höschl: Unattainable Goals and Vain Hopesr	21
Chronicle	34

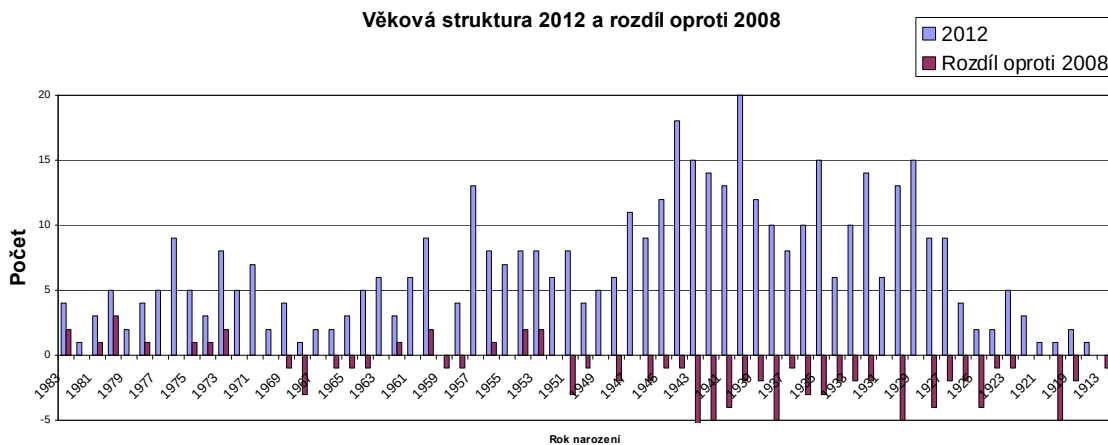
Zpráva o činnosti Společnosti v období 2008 – 2012

Report on Activities of the Czech Society for Mechanics in 2008 - 2012 Term

České společnosti pro mechaniku končí čtyřleté volební období a jak je zvykem, všichni členové Společnosti byli pozváni na schůzi Valného shromáždění, které se konalo 12. června 2012 na prezidiu Akademie věd České republiky na Národní třídě. Zazněly tam zprávy o stavu Společnosti a o jejím hospodaření. Vynikající osvětovou přednášku na téma *Nové trendy v mechanice poddajných těles* přednesl kolega Jiří Plešek z Ústavu termomechaniky. Podrobná informace je na naší webové stránce www.csm.cz/dokumenty.

O tom, jak se nám dařilo zde tedy jen stručně.

Počet členů společnosti se v posledních letech příliš nemění a věkový průměr je stále vysoký. Jsou zde však ostrůvky pozitivní deviace – přibývá nových členů, kteří jsou mladší než 35 let. Je to vidět na levé části spektra stromu života, kde kromě četnosti členů Společnosti pro příslušný rok narození, jsou též vyznačeny rozdíly oproti roku 2008.



Dá se říci, že Společnost je více vidět na univerzitách a na výzkumných pracovištích. Zviditelňují ji i finančními cenami dotované soutěže vypisované při příležitostech konferencí a seminářů.

Zmínme se též o Babuškově ceně, která je udělována za nejlepší diplomové a doktorandské práce v oboru počítačové mechaniky a letos proběhne už po devatenácté. Stojí za zmínku, že nejúspěšnějšími nositeli této ceny jsou absolventi Fakulty aplikovaných věd ze Západočeské univerzity v Plzni.

V loňském roce byla poprvé udělena Cena prof. Z. P. Bažanta pro inženýrskou mechaniku, a to prof. Aleši Tondlovi za jeho přínos k teorii dynamiky rotorů, nelineární mechaniky a zvláště pak za poslední výsledky v oboru autoparametrických systémů. Připomeňme, že cena se uděluje každoročně. Kandidáta na cenu může navrhnout jak instituce, tak i učený kolega. O udělení ceny rozhoduje k tomu zřízená komise. Deadline je konec kalendářního roku. Stanovy a příslušné formuláře jsou na www.csm.cz/cena-prof-z-p-bazanta-pro-inzenyrskou-mechaniku.

Společnost, ve snaze ocenit své vynikající kolegy a povznést myšlenku stavovské cti, se vrátila k napůl zapomenutému ocenění – k čestnému členství. Čestnými členy v současné době jsou profesori I. Babuška, M. Balda, Z. P. Bažant, J. Dvořák, L. Frýba, C. Höschl, V. Křupka, H. A. Mang, M. Pirner, L. Půst a A. Tondl.

Kolektivní členové, jejichž počet se za poslední čtyři roky zvýšil o sedm na současných 28, svými finančními dotacemi umožňují naplňovat rozšiřující se cíle Společnosti. K mírnému zvýšení příjmů Společnosti přispěla též cílevědomá politika zaměřená na pořádání a spolupořádání konferencí, seminářů a odborných kurzů. S velkým úspěchem se například setkal kurz nazvaný *Damage tolerance*, pořádaný prof. Růžičkou a jeho kolegy z Fakulty strojní ČVUT.

Tolik stručná zpráva. Podrobnou informaci o činnosti Společnosti, o pořádaných akcích a o finančním hospodaření najdete na www.csm.cz/cinnost.

Ještě je třeba připomenout, že po čtyřech letech nás v tomto roce čekají nové volby předsednictva Společnosti. Až dostanete do ruky kandidátku, přicházejte prosím s novými návrhy členů předsednictva a mějte přitom na mysli jeho omlazení.

Závěrem bych rád poděkoval všem kolegům z předsednictva za úspěšnou práci, kterou v tomto volebním období odvedli. Bez jejich účinné podpory by Společnost nebyla nakročena do budoucnosti.

Miloslav Okrouhlík
Předseda České společnosti pro mechaniku

Využití modální metody v dynamice kinematically buzených systémů

The Modal Method Application to Dynamics of Kinematically Excited Systems

Vladimír Zeman, Zdeněk Hlaváč

Summary *The paper is concerned with the methodology for the modelling and vibration analysis of the large mechanical systems which are kinematically excited by the rigid platform (frame) motion and the support motion. The modal method along with the response spectrum method are used for calculation of dynamic response caused by the platform motion for the systems with proportional and nonproportional damping. The decomposition of large systems into subsystems and the modal synthesis method with DOF number reduction is used for dynamic response calculation caused by different support motion. The assets of these modal approaches are discussed.*

1. Úvod

O dynamice kinematically buzených systémů měl první z autorů v listopadu 2011 přehledovou přednášku na semináři Výpočty konstrukcí MKP na Západočeské univerzitě v Plzni a bezprostředně po ní byl vyzván k jejímu zveřejnění v Bulletinu České společnosti pro mechaniku.

Problematikou kinemického buzení se oba autoři začali zabývat v 90. letech minulého století z iniciativy Ing. Ladislava Pečínky, CSc. z ÚJV Řež v souvislosti s analýzou seismické odolnosti primárního okruhu jaderných elektráren a jeho komponent. V současné době, v souvislosti s výměnou amerických

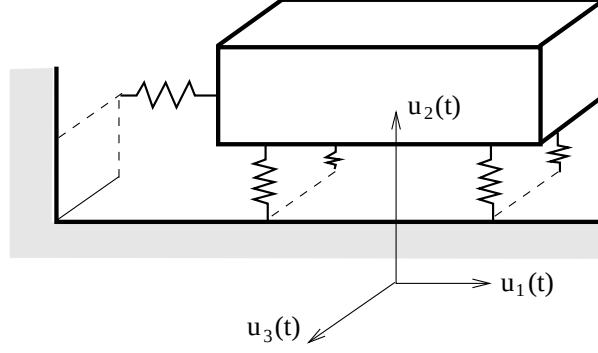
palivových souborů VVANTAGE 6 za ruské TVSA-T v aktivní zóně reaktorů VVER1000 v jaderné elektrárně Temelín, je aktuálním problémem životnost palivových souborů. Rozkmitají-li se za provozu reaktoru upínací desky palivových souborů v koši aktivní zóny, jsou komponenty palivových souborů kinematicky buzeny. Na tyto a podobné aplikace deterministicky kinematicky buzených rozsáhlých linearizovaných mechanických systémů je směřován příspěvek, který nabízíme k nahlédnutí širší odborné veřejnosti, včetně studentů majících dobrý vztah k dynamice konstrukcí. Prioritou obsahu bude výklad analytických metod řešení dané problematiky. Podrobnější specifikaci aplikací si čtenář může najít např. v uvedených referencích.

Matematické modelování, ladění a optimalizace rozsáhlých dynamicky zatěžených mechanických systémů modulární struktury vyžaduje vyvíjet numericky efektivní metody založené na dekompozici systémů na subsystémy, modální syntéze a kondenzaci [1],[2] ve smyslu redukce počtu stupňů volnosti. Z možných zdrojů buzení, v návaznosti na přehledový článek v [3], budeme uvažovat méně časté kinematické buzení, definované jednak pohybem základu (dále báze), ve které je zkoumaný objekt uložen, a jednak navzájem odlišným pohybem kinematicky buzených uzlů subsystémů.

2. Konstrukce buzené pohybem báze

2.1 Slabě nekonzervativní soustavy

Do třídy *slabě nekonzervativních soustav* začleníme slabě tlumené soustavy s proporcionálním tlumením. Jsou-li uloženy v pohybující se bázi, je účelné zobrazit je v relativních výchylkách (zobecněných souřadnicích) $\mathbf{q} = [q_i]$, $i = 1, \dots, n$ vzhledem k bázi. Pokud báze koná tři současné posuvné pohyby



Obrázek 1: Kinematically buzený systém.

s výchylkami $u_j(t)$, $j = 1, 2, 3$ v navzájem kolmých směrech (obr.1), má linearizovaný matematický model konstrukce tvar

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{q}}(t) + \mathbf{B}\dot{\mathbf{q}}(t) + \mathbf{K}\mathbf{q}(t) = - \sum_{j=1}^3 \mathbf{m}_j \ddot{u}_j(t). \quad (1)$$

Všechny matice jsou symetrické řádu n a matice tlumení $\mathbf{B}$ navíc splňuje podmínku [4]

$$\mathbf{V}^T \mathbf{B} \mathbf{V} = \text{diag}[2D_\nu \Omega_\nu], \nu = 1, \dots, n, \quad (2)$$

kde $\mathbf{V} = [\mathbf{v}_\nu] \in R^{n,n}$ je modální matice přidružené konzervativní soustavy $\mathbf{M}\ddot{\mathbf{q}}(t) + \mathbf{K}\mathbf{q}(t) = \mathbf{0}$ normovaná M-normou (tedy splňuje podmínku $\mathbf{V}^T \mathbf{M} \mathbf{V} = \mathbf{E}$), D_ν jsou poměrné útlumy vlastních tvarů kmitání a Ω_ν vlastní frekvence. Vektory hmotnostních parametrů $\mathbf{m}_j$ se snadno vypočítají násobením matice hmotnosti $\mathbf{M}$ vektorem $\mathbf{q}_j^{st}$, jehož souřadnice představují statické výchylky (přemístění) konstrukce vyvolané jednotkovým posunutím báze v j -tém směru ($u_j = 1\text{m}$) [8].

Modální transformací souřadnic

$$\mathbf{q}(t) = \mathbf{V} \mathbf{x}(t) = \sum_{\nu=1}^n \mathbf{v}_\nu x_\nu(t) \quad (3)$$

a poté násobením zleva transponovanou modální maticí model (1) se, vzhledem k podmínkám ortonormality $\mathbf{V}^T \mathbf{M} \mathbf{V} = \mathbf{E}$ a $\mathbf{V}^T \mathbf{K} \mathbf{V} = \text{diag}[\Omega_\nu^2]$, rozpadne na

soustavu n na sobě nezávislých nehomogenních diferenciálních rovnic druhého řádu

$$\ddot{x}_\nu(t) + 2D_\nu\Omega_\nu\dot{x}_\nu(t) + \Omega_\nu^2x_\nu(t) = -\mathbf{v}_\nu^T \sum_{j=1}^3 \mathbf{m}_j \ddot{u}_j(t), \quad \nu = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Jejich řešení při nulových počátečních podmínkách lze s využitím konvoluce psát ve tvaru

$$x_\nu(t) = - \sum_{j=1}^3 \mathbf{v}_\nu^T \mathbf{m}_j \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) g_\nu(t - \tau) d\tau, \quad (5)$$

kde tzv. *impulzní funkce* $g_\nu(t)$ je pro $0 \leq D_\nu < 1$ dána výrazem [4]

$$g_\nu(t) = \frac{1}{\Omega_\nu \sqrt{1 - D_\nu^2}} e^{-D_\nu \Omega_\nu t} \sin(\Omega_\nu \sqrt{1 - D_\nu^2} t). \quad (6)$$

Kmitání konstrukce současně vybuzeé posuvným pohybem báze ve třech navzájem kolmých směrech v původních zobecněných souřadnicích je vzhledem k (3)

$$\mathbf{q}(t) = - \sum_{j=1}^3 \sum_{\nu=1}^n \mathbf{v}_\nu \mathbf{v}_\nu^T \mathbf{m}_j \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) g_\nu(t - \tau) d\tau. \quad (7)$$

2.2 Silně nekonzervativní soustavy

Do třídy *silně nekonzervativních symetrických¹ soustav* začleníme soustavy s neproporcionální maticí tlumení (nesplňuje podmínku (2)) a se symetrickými maticemi $\mathbf{M}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{K}$ v (1). Kmitání konstrukce vynucené pohybem báze je vhodné vyšetřovat ve stavovém prostoru definovaném stavovým vektorem např. ve tvaru

$$\mathbf{u}(t) = \begin{bmatrix} \dot{\mathbf{q}}(t) \\ \mathbf{q}(t) \end{bmatrix} \in R^{2n}. \quad (8)$$

Matematický model (1) rozšíříme o identitu $\mathbf{M}\dot{\mathbf{q}}(t) = \mathbf{M}\dot{\mathbf{q}}(t)$ a zapíšeme jej ve tvaru

$$\mathbf{N}\dot{\mathbf{u}}(t) + \mathbf{P}\mathbf{u}(t) = \mathbf{p}(t), \quad (9)$$

¹Zobecnění na nesymetrické soustavy v pojetí tohoto příspěvku najde čtenář např. v [4] a speciálně na rotující soustavy v [5].

kde

$$\mathbf{N} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{M} \\ \mathbf{M} & \mathbf{B} \end{bmatrix}, \mathbf{P} = \begin{bmatrix} -\mathbf{M} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{K} \end{bmatrix}, \mathbf{p}(t) = -\sum_{j=1}^3 \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{m}_j \ddot{u}_j(t) \end{bmatrix}.$$

Modální transformace souřadnic stavového vektoru má nyní tvar

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{U}\mathbf{x}(t) = \sum_{\nu=1}^{2n} \mathbf{u}_{\nu} x_{\nu}(t), \quad (10)$$

kde $\mathbf{U} = [\mathbf{u}_{\nu}] \in C^{2n,2n}$, $\nu = 1, \dots, 2n$ je modální matice pravostranných vlastních vektorů homogenní soustavy $\mathbf{N}\dot{\mathbf{u}}(t) + \mathbf{P}\mathbf{u}(t) = \mathbf{0}$ normovaná N-normou (tedy splňuje podmínky $\mathbf{U}^T \mathbf{N} \mathbf{U} = \mathbf{E}$).

Modální transformací souřadnic (10) a poté násobením zleva transponovanou modální maticí se model (9), vzhledem k podmínkám ortonormality $\mathbf{U}^T \mathbf{N} \mathbf{U} = \mathbf{E}$ a $\mathbf{U}^T \mathbf{P} \mathbf{U} = -\text{diag}[\lambda_{\nu}]$, rozpadne na soustavu $2n$ diferenciálních rovnic prvního řádu

$$\dot{x}_{\nu}(t) - \lambda_{\nu} x_{\nu}(t) = \mathbf{u}_{\nu}^T \mathbf{p}(t), \nu = 1, \dots, 2n, \quad (11)$$

kde $\lambda_{\nu} = \alpha_{\nu} + i\beta_{\nu}$, $\lambda_{\nu+n} = \alpha_{\nu} - i\beta_{\nu}$ jsou dvojice navzájem komplexně sdružených vlastních čísel soustavy (9). Pokud by některé tvary kmitání byly přetlumené, staly by se příslušné dvojice vlastních čísel dvěma reálnými (různými) vlastními čísly. Protože uvažujeme z hlediska kmitání stabilní konstrukce, mají všechna vlastní čísla záporné reálné části. Vzhledem ke struktuře stavového vektoru lze pravostranné vlastní vektory zapsat ve tvaru $\mathbf{u}_{\nu} = \begin{bmatrix} \lambda_{\nu} \mathbf{q}_{\nu} \\ \mathbf{q}_{\nu} \end{bmatrix}$, přičemž $\mathbf{q}_{\nu}$ jsou pravostranné vlastní vektory modelu (1).

Řešení modelu (11) při nulových počátečních podmínkách lze s využitím konvoluce psát ve tvaru

$$x_{\nu}(t) = \int_0^t \mathbf{u}_{\nu}^T \mathbf{p}(\tau) e^{\lambda_{\nu}(t-\tau)} d\tau. \quad (12)$$

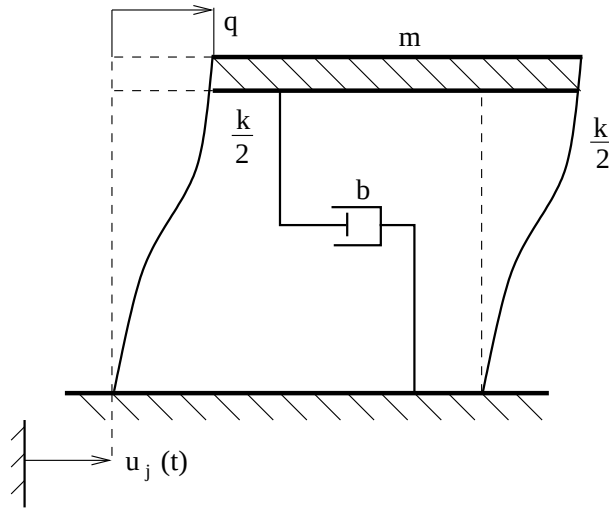
Pro vyjádření stavového vektoru $\mathbf{u}(t)$, vlastních vektorů $\mathbf{u}_\nu$ a vektoru buzení $\mathbf{p}(t)$ v blokovém tvaru můžeme s využitím modální transformace (10) kinematicky vybuzené kmitání konstrukce v původních zobecněných souřadnicích psát ve tvaru

$$\mathbf{q}(t) = - \sum_{j=1}^3 \sum_{\nu=1}^{2n} \mathbf{q}_\nu \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) e^{\lambda_\nu(t-\tau)} d\tau. \quad (13)$$

2.3 Metoda spektra odezvy

Metoda spektra odezvy ve variantě pro slabě nekonzervativní soustavy byla vyvinuta a používána od 70. let minulého století pro vyšetřování seismické odezvy stavebních i strojních konstrukcí [6]. Stručně si ji připomeňme.

Spektrum odezvy výchylky $S_d(\Omega, D)$ je definováno jako maximální absolutní hodnota relativní výchylky $q(t)$ soustavy s jedním stupněm volnosti (obr. 2) vy-



Obrázek 2: Kinematicky buzený systém s jedním stupněm volnosti

buzené posuvným pohybem báze se zrychlením (akceleroграмem) $\ddot{u}_j(t)$. Spektrum odezvy výchylky přiřazené tomuto akceleroграмu je tedy definováno výrazem

$$S_d^{(j)}(\Omega, D) = \max_t |q(t)|, \quad (14)$$

kde

$$q(t) = \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) g(t - \tau) d\tau \quad (15)$$

a

$$g(t) = \frac{1}{\Omega \sqrt{1 - D^2}} e^{-D\Omega t} \sin(\Omega \sqrt{1 - D^2} t) \quad (16)$$

je impulsní funkce daná vlastní frekvencí Ω a poměrným útlumem D soustavy z obr. 2.

U soustav (1) s *proporcionální maticí tlumení* $\mathbf{B}$ splňující podmínku (2), při kinematickém buzení zatím jen v jednom směru u_j , je libovolná výchylka $q_i^{(j)}(t)$ podle (7) dána výrazem

$$q_i^{(j)}(t) = \sum_{\nu=1}^n q_{i,\nu}^{(j)}(t), \quad q_{i,\nu}^{(j)}(t) = -v_{i,\nu} \mathbf{v}_\nu^T \mathbf{m}_j \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) g_\nu(t - \tau) d\tau, \quad (17)$$

kde $v_{i,\nu}$ je i -tá souřadnice vlastního vektoru $\mathbf{v}_\nu$ odpovídající souřadnici $q_i(t)$ ve vektoru $\mathbf{q}(t)$. Maximum absolutní hodnoty modu $q_{i,\nu}^{(j)}(t)$ výchylky $q_i^{(j)}(t)$ lze podle (14), (15) a (17) vyjádřit ve tvaru

$$\max_t |q_{i,\nu}^{(j)}(t)| = |v_{i,\nu} \mathbf{v}_\nu^T \mathbf{m}_j| S_d^{(j)}(\Omega_\nu, D_\nu), \quad \nu = 1, \dots, n, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, 2, 3 \quad (18)$$

pomocí spektra odezvy výchylky pro příslušný akcelerogram $\ddot{u}_j(t)$, vlastní frekvenci Ω_ν a poměrný útlum D_ν ν -tého vlastního tvaru kmitání konstrukce. Problém určení maximální stavové veličiny (zde i -té výchylky při pohybu báze ve směry u_j) spočívá v tom, že její maxima modů nenastávají ve stejném časovém okamžiku. Proto se za *horní efektivní odhad stavové veličiny* podle nejběžnější tzv. SRSS metody² (Square Root of Sum of Squares) považuje v našem případě

$$\hat{q}_i^{(j)} = \sqrt{\sum_{\nu=1}^n \max_t |q_{i,\nu}^{(j)}(t)|^2} = \sqrt{\sum_{\nu=1}^n [v_{i,\nu} \mathbf{v}_\nu^T \mathbf{m}_j S_d^{(j)}(\Omega_\nu, D_\nu)]^2} \quad (19)$$

²Přehled dalších metod najde čtenář např. v [7] nebo [8].

a při současném buzení pohybem báze ve všech směrech (obr. 1)

$$\widehat{q}_i = \sqrt{\sum_{j=1}^3 [\widehat{q}_i^{(j)}]^2}. \quad (20)$$

Podobným způsobem, jako jsme vypočítali horní efektivní odhad i -té výchylky, lze postupovat i u jiných stavových veličin vyjádřených lineární závislostí na více souřadnicích vektorů $\mathbf{q}(t)$ a $\dot{\mathbf{q}}(t)$.

U symetrických soustav (1) s *neproporcionální maticí tlumení* $\mathbf{B}$ je libovolná výchylka $q_i^{(j)}(t)$ podle (13) dána výrazem

$$q_i^{(j)}(t) = \sum_{\nu=1}^{2n} q_{i,\nu}^{(j)}(t), \quad q_{i,\nu}^{(j)}(t) = -q_{i,\nu} \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) e^{\lambda_\nu(t-\tau)} d\tau, \quad (21)$$

kde $q_{i,\nu}$ je i -tá souřadnice pravostranného vlastního vektoru (subvektoru $\mathbf{q}_\nu$ ve vektoru $\mathbf{u}_\nu$) modelu (1). Mody $q_{i,\nu}^{(j)}(t)$ a $q_{i,\nu+n}^{(j)}(t)$ příslušné komplexně sdruženým vlastním číslům $\lambda_\nu = \alpha_\nu + i\beta_\nu$ a $\lambda_{\nu+n} = \alpha_\nu - i\beta_\nu$ jsou rovněž navzájem komplexně sdružené. Jejich součtem je reálná funkce času

$$q_{i,\nu}^{(j)}(t) + q_{i,\nu+n}^{(j)}(t) = -2|q_{i,\nu} \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j| \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) e^{\alpha_\nu(t-\tau)} \cos[\beta_\nu(t-\tau) + \varphi_{i,\nu}^{(j)}] d\tau, \quad (22)$$

kde $\varphi_{i,\nu}^{(j)}$ je argument komplexního čísla $q_{i,\nu} \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j$. Maximální absolutní hodnoty integrálu v (22) lze přibližně vyjádřit pomocí spekter odezvy výchylky definovaných pro akcelerogram $\ddot{u}_j(t)$. Zavedeme-li substituce

$$\Omega_\nu = \sqrt{\alpha_\nu^2 + \beta_\nu^2} = |\lambda_\nu|, \quad D_\nu = -\frac{\alpha_\nu}{\Omega_\nu}, \quad (23)$$

pak $\beta_\nu = \Omega_\nu \sqrt{1 - D_\nu^2}$ a konvoluční integrál v (22) lze přepsat do tvaru

$$\int_0^t \ddot{u}_j(\tau) e^{-D_\nu \Omega_\nu(t-\tau)} \cos[\Omega_\nu \sqrt{1 - D_\nu^2}(t-\tau) + \varphi_{i,\nu}^{(j)}] d\tau,$$

jehož maximální absolutní hodnotu lze přibližně vyjádřit jako $\beta_\nu S_d(\Omega_\nu, D_\nu)$.

Výraz (21) pro výchylku lze podle předchozího výrazu a podle (22) přepsat do

tvaru

$$q_i^{(j)}(t) = -2 \sum_{\nu=1}^n |q_{i,\nu} \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j| \int_0^t \ddot{u}_j(\tau) e^{-D_\nu \Omega_\nu(t-\tau)} \cos[\Omega_\nu \sqrt{1-D_\nu^2}(t-\tau) + \varphi_{i,\nu}^{(j)}] d\tau. \quad (24)$$

Maxima absolutních hodnot příslušných členů v (24) (součtu dvojic komplexně sdružených modů) jsou

$$\max_t |q_{i,\nu}^{(j)}(t) + q_{i,\nu+n}^{(j)}(t)| \doteq 2 |q_{i,\nu} \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j| \beta_\nu S_d(\Omega_\nu, D_\nu) \quad (25)$$

a za horní efektivní odhad výchylky lze tedy považovat

$$\hat{q}_i^{(j)} = \sqrt{\sum_{\nu=1}^n \max^2 |q_{i,\nu}^{(j)}(t) + q_{i,\nu+n}^{(j)}(t)|} = 2 \sqrt{\sum_{\nu=1}^n |q_{i,\nu} \mathbf{q}_\nu^T \mathbf{m}_j|^2 \beta_\nu^2 S_d^2(\Omega_\nu, D_\nu)}, \quad (26)$$

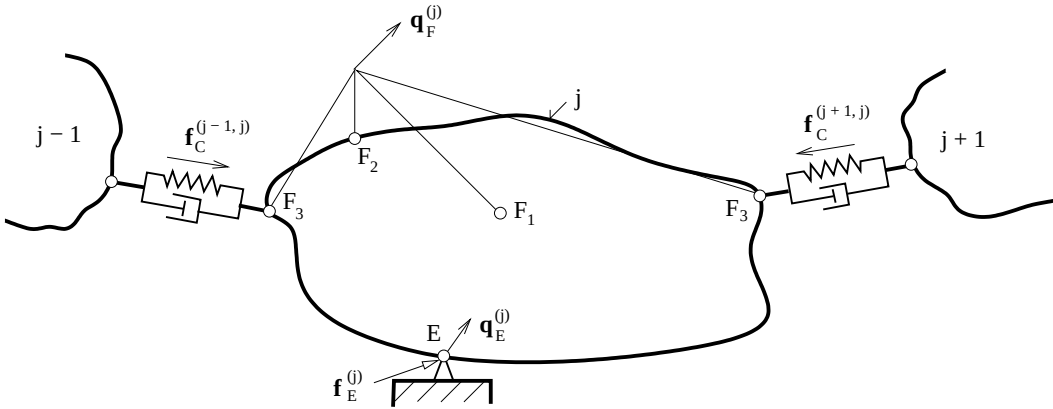
$$i = 1, \dots, n, j = 1, 2, 3.$$

Při současném buzení pohybem báze ve všech směrech je pak horní efektivní odhad uvažované výchylky dán výrazem (20).

3. Konstrukce buzené pohybem vybraných uzlů

3.1 Dekompozice systému a nekondenzovaný matematický model

Základní myšlenka metody spočívá v dekompozici modulárně strukturované



Obrázek 3: Systém dekomponovaný na subsystémy

konstrukce (dále systému) na subsystémy, které jsou navzájem vázány diskretizovanými a linearizovanými vazbami. Systém (obr. 3) dekomponujeme na subsystémy $j = 1, 2, \dots$ modelované v zobecněných souřadnicích $\mathbf{q}_j$ v nehybném prostoru. Vektor $\mathbf{q}_j$ dimenze n_j každého subsystému rozdělíme na subvektory volných uzlů $\mathbf{q}_F^{(j)}$ dimenze $n_F^{(j)}$ a subvektory kinematicky buzených uzlů $\mathbf{q}_E^{(j)}$ dimenze $n_E^{(j)}$. Subvektor $\mathbf{q}_F^{(j)}$ obsahuje výchylky volných uzlů uvnitř subsystému (F_1), na jeho volném povrchu (F_2) nebo v kontaktu s poddajnými vnitřními vazbami se sousedními subsystémy (F_3). Subvektor $\mathbf{q}_E^{(j)}$ obsahuje výchylky kinematicky buzených uzlů ve vnějších vazbách, v nichž je konstrukce podepřena.

Pohybové rovnice subsystému j zapíšeme v dekomponovaném tvaru

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \mathbf{M}_F^{(j)} & \mathbf{M}_{F,E}^{(j)} \\ \mathbf{M}_{E,F}^{(j)} & \mathbf{M}_E^{(j)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\mathbf{q}}_F^{(j)} \\ \ddot{\mathbf{q}}_E^{(j)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{B}_F^{(j)} & \mathbf{B}_{F,E}^{(j)} \\ \mathbf{B}_{E,F}^{(j)} & \mathbf{B}_E^{(j)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\mathbf{q}}_F^{(j)} \\ \dot{\mathbf{q}}_E^{(j)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{K}_F^{(j)} & \mathbf{K}_{F,E}^{(j)} \\ \mathbf{K}_{E,F}^{(j)} & \mathbf{K}_E^{(j)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{q}_F^{(j)} \\ \mathbf{q}_E^{(j)} \end{bmatrix} = \\ = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_C^{(j)} \\ \mathbf{f}_E^{(j)} \end{bmatrix}, \quad j = 1, 2, \dots, \end{aligned} \quad (27)$$

který je u konzervativního systému aplikován např. v [9]. Subvektor $\mathbf{f}_C^{(j)}$ dimenze $n_F^{(j)}$ vyjadřuje vnitřní vazební síly, kterými sousední subsystémy působí na subsystém j . Subvektor $\mathbf{f}_E^{(j)}$ dimenze $n_E^{(j)}$ popisuje vnější vazební síly působící v kinematicky buzených uzlech. Rozepíšeme-li první řádek rovnice (27), dostaneme

$$\mathbf{M}_F^{(j)} \ddot{\mathbf{q}}_F^{(j)} + \mathbf{B}_F^{(j)} \dot{\mathbf{q}}_F^{(j)} + \mathbf{K}_F^{(j)} \mathbf{q}_F^{(j)} = -\mathbf{M}_{F,E}^{(j)} \ddot{\mathbf{q}}_E^{(j)} - \mathbf{B}_{F,E}^{(j)} \dot{\mathbf{q}}_E^{(j)} - \mathbf{K}_{F,E}^{(j)} \mathbf{q}_E^{(j)} + \mathbf{f}_C^{(j)}, \quad j=1, 2, \dots \quad (28)$$

Zavedeme-li vektory výchylek volných uzlů (index F), výchylek kinematicky

buzených uzlů (index E) a vnitřních vazbových sil všech subsystémů ve tvaru

$$\mathbf{q}_F = \begin{bmatrix} \vdots \\ \mathbf{q}_F^{(j)} \\ \vdots \end{bmatrix} \in R^{n_F}, \mathbf{q}_E = \begin{bmatrix} \vdots \\ \mathbf{q}_E^{(j)} \\ \vdots \end{bmatrix} \in R^{n_E}, \mathbf{f}_C = \begin{bmatrix} \vdots \\ \mathbf{f}_C^{(j)} \\ \vdots \end{bmatrix} \in R^{n_F},$$

$$n_F = \sum_j n_F^{(j)}, n_E = \sum_j n_E^{(j)} \quad (29)$$

a blokově diagonální matice složené z příslušných matic subsystémů

$$\mathbf{X}_F = \text{diag}[\mathbf{X}_F^{(j)}] \in R^{n_F, n_F}, \mathbf{X}_{F,E} = \text{diag}[\mathbf{X}_{F,E}^{(j)}] \in R^{n_F, n_E}, \mathbf{X} = \mathbf{M}, \mathbf{B}, \mathbf{K}, \quad (30)$$

přepíšeme soustavu pohybových rovnic (28) do globálního tvaru

$$\mathbf{M}_F \ddot{\mathbf{q}}_F + \mathbf{B}_F \dot{\mathbf{q}}_F + \mathbf{K}_F \mathbf{q}_F = -\mathbf{M}_{F,E} \ddot{\mathbf{q}}_E - \mathbf{B}_{F,E} \dot{\mathbf{q}}_E - \mathbf{K}_{F,E} \mathbf{q}_E + \mathbf{f}_C. \quad (31)$$

Globální vektor $\mathbf{f}_C = -\frac{\partial E_p^C}{\partial \mathbf{q}_F}$ vnitřních vazbových sil vypočítáme z potenciální (deformační) energie E_p^C vazeb mezi subsystémy. U linearizovaných a vnitřně kinematicky nebuzených vazeb³ jej můžeme vyjádřit ve tvaru

$$\mathbf{f}_C = -\mathbf{K}_C \mathbf{q}_F - \mathbf{B}_C \dot{\mathbf{q}}_F \quad (32)$$

pomocí vazbových matic tuhosti $\mathbf{K}_C$ a viskózního tlumení $\mathbf{B}_C$ řádu n_F . Podle (31) a (32) přejde *nekondenzovaný model systému* do tvaru

$$\mathbf{M}_F \ddot{\mathbf{q}}_F + (\mathbf{B}_F + \mathbf{B}_C) \dot{\mathbf{q}}_F + (\mathbf{K}_F + \mathbf{K}_C) \mathbf{q}_F = -(\mathbf{M}_{F,E} \ddot{\mathbf{q}}_E + \mathbf{B}_{F,E} \dot{\mathbf{q}}_E + \mathbf{K}_{F,E} \mathbf{q}_E). \quad (33)$$

Jeho počet stupňů volnosti n_F se rovná počtu výchylek volných uzlů všech subsystémů. V případě menšího počtu stupňů volnosti může být model přímo využit pro simulaci kinematicky buzených kmitů.

³Rozšíření na nelineární a vnitřně kinematicky buzené vazby v aplikaci na soustavy s ozubenými koly najde čtenář např. v [5] nebo v [10].

3.2 Kondenzovaný matematický model

Pokud počet stupňů volnosti $n_F^{(j)}$ některých subsystémů je příliš veliký pro numerické simulace, nebo požadujeme-li spektrálně ladit či optimalizovat parametry, je účelné vytvořit model kondenzovaný. Za tímto účelem provedeme modální analýzu "přidružených" konzervativních modelů subsystémů *rozpojených ve vnitřních vazbách* a naopak *pevně vázaných* s nehybným prostorem v kinematicky buzených vnějších vazbách. Tyto přidružené konzervativní modely splňují podmínky $\mathbf{q}_E^{(j)} \equiv \mathbf{0}$, $\mathbf{B}_F^{(j)} \equiv \mathbf{0}$, $\mathbf{B}_{F,E}^{(j)} \equiv \mathbf{0}$, $\mathbf{f}_C^{(j)} \equiv \mathbf{0}$, $j = 1, 2, \dots$ a zřejmě, v souladu s (27), mají tvar

$$\mathbf{M}_F^{(j)} \ddot{\mathbf{q}}_F^{(j)} + \mathbf{K}_F^{(j)} \mathbf{q}_F^{(j)} = \mathbf{0}, \quad j = 1, 2, \dots \quad (34)$$

Jejich spektrální a modální matice řádu $n_F^{(j)}$ splňují podmínky ortonormality

$$\mathbf{V}_j^T \mathbf{M}_F^{(j)} \mathbf{V}_j = \mathbf{E}, \quad \mathbf{V}_j^T \mathbf{K}_F^{(j)} \mathbf{V}_j = \mathbf{\Lambda}_j. \quad (35)$$

V rozsáhlých subsystémech vybereme množinu m_j frekvenčně nejnižších, tzv. *hlavních* (master) vlastních vektorů přidružených modelů subsystémů a uspořádáme je do matic ${}^m\mathbf{V}_j \in R^{n_F^{(j)}, m_j}$, $m_j \leq n_F^{(j)}$, $j = 1, 2, \dots$. Neúplnými modálními transformacemi vektorů zobecněných souřadnic volných uzlů každého subsystému

$$\mathbf{q}_F^{(j)} = {}^m\mathbf{V}_j \mathbf{x}_j, \quad \mathbf{x}_j \in R^{m_j}, \quad j = 1, 2, \dots, \quad (36)$$

a poté násobením zleva příslušnou transponovanou modální submaticí ${}^m\mathbf{V}_j^T$, pohybové rovnice (28) přepíšeme do tvaru

$$\ddot{\mathbf{x}}_j + {}^m\mathbf{V}_j^T \mathbf{B}_F^{(j)} {}^m\mathbf{V}_j \dot{\mathbf{x}}_j + {}^m\mathbf{\Lambda}_j \mathbf{x}_j = -{}^m\mathbf{V}_j^T (\mathbf{M}_{F,E}^{(j)} \ddot{\mathbf{q}}_E^{(j)} + \mathbf{B}_{F,E}^{(j)} \dot{\mathbf{q}}_E^{(j)} + \mathbf{K}_{F,E}^{(j)} \mathbf{q}_E^{(j)}) + {}^m\mathbf{V}_j^T \mathbf{f}_C^{(j)}, \quad (37)$$

kde ${}^m\mathbf{\Lambda}_j \in R^{m_j, m_j}$ je spektrální matice subsystému j odpovídající vybraným hlavním vlastním vektorům. Zavedme globální vektor $\mathbf{x}$ modálních souřadnic

všech subsystémů (34) a globální vektor $\mathbf{q}_E$ výchylek kinematicky buzených uzlů subsystémů ve tvaru

$$\mathbf{x} = [\mathbf{x}_1^T, \dots, \mathbf{x}_j^T, \dots]^T \in R^m, \mathbf{q}_E = [\mathbf{q}_E^{(1)T}, \dots, \mathbf{q}_E^{(j)T}, \dots]^T \in R^{n_E} \quad (38)$$

a dále blokově diagonální matice $\mathbf{\Lambda} = \text{diag}[{}^m\mathbf{\Lambda}_j] \in R^{m,m}$ a $\mathbf{V} = \text{diag}[{}^m\mathbf{V}_j] \in R^{n_F,m}$, kde $m = \sum_j m_j$. Potom soustavu rovnic (37) lze přepsat do globálního tvaru

$$\ddot{\mathbf{x}} + \mathbf{V}^T (\mathbf{B}_F + \mathbf{B}_C) \mathbf{V} \dot{\mathbf{x}} + (\mathbf{\Lambda} + \mathbf{V}^T \mathbf{K}_C \mathbf{V}) \mathbf{x} = -\mathbf{V}^T (\mathbf{M}_{F,E} \ddot{\mathbf{q}}_E + \mathbf{B}_{F,E} \dot{\mathbf{q}}_E + \mathbf{K}_{F,E} \mathbf{q}_E). \quad (39)$$

Rovnice (39) představuje *kondenzovaný model* kinematicky buzeného systému o m stupních volnosti. Tento počet je roven součtu hlavních vlastních vektorů všech subsystémů začleněných do matic ${}^m\mathbf{V}_j$ v (36). Pokud bychom u všech subsystémů do matic ${}^m\mathbf{V}_j$ v (36) začlenili všechny vlastní vektory ($m_j = n_F^{(j)}$ pro $j = 1, 2, \dots$), model (39) by nebyl kondenzován. I v tomto případě má "kondenzovaný" model (39) oproti modelu (33) určité výhody, neboť matice hmotnosti je jednotková a při proporcionálním tlumení subsystémů transformovaná matice tlumení $\mathbf{V}^T \mathbf{B}_F \mathbf{V}$ je diagonální, určená poměrnými útlumy vlastních tvarů subsystémů rozpojených ve vnitřních vazbách a pevně vázaných s nehybným prostorem v kinematicky buzených uzlech.

4. Závěrečné poznámky

Obě uvedené metody spektra odezvy a kondenzace autoři a jejich spolupracovníci vícekrát aplikovali na vyšetřování seismické odolnosti primárního okruhu jaderných elektráren a jejich komponent. Konkrétní výsledky jsou shrnuty v časopiseckých publikacích, disertačních pracích absolventů doktorského studia na

katedře mechaniky ZČU v Plzni a ve výzkumných zprávách autorů příspěvku, které vedle katedry mechaniky Západočeské univerzity vlastní zejména ÚJV Řež, a.s. a ŠKODA JS, a.s.

Metodu spektra odezvy, rozšířenou na soustavy s neproporcionálním tlumením, vyvinuli autoři v souvislosti s dynamickou analýzou vlivu pružně-viskózních tlumičů, kterými jsou některé komponenty primárního okruhu jaderných elektráren provázány se stavební konstrukcí pro zvýšení seismické odolnosti. U takových soustav je použití klasické metody spektra odezvy, vycházející z předpokladu proporcionálního tlumení, již nekorektní.

Jednou z posledních aplikací, řešenou autory v současné době, je kmitání palivových souborů jaderných elektráren, kde se dobře uplatní metoda modální syntézy s kondenzací.

Kondenzovaný model systému je sestavován na základě frekvenčně nejnižších modálních veličin navzájem izolovaných subsystémů zpevněných v kinematicky buzených uzlech. Zobecnění metody na kinematicky buzené soustavy, původně vyvinuté autory příspěvku pro silové nebo vnitřně kinematicky buzené soustavy s ozubenými převody, vyžaduje dekomponovat matice hmotnosti, tlumení a tuhosti subsystémů uvolněných v kinematicky buzených uzlech v souladu s dekompozicí vektorů zobecněných souřadnic na výchylky volných a kinematicky buzených uzlů. Tato metoda má široké uplatnění a její přednost tkví zejména ve výrazném zmenšení počtu stupňů volnosti rozsáhlých soustav modelovaných metodou konečných prvků. Její určitou nevýhodou je nutnost testovat přesnost kondenzovaných modelů s ohledem na úroveň kondenzace.

Záměrem autorů příspěvku bylo seznámit širší odbornou veřejnost se základy modálního přístupu k řešení rozsáhlých kinematicky buzených systémů. Omezili

jsme se proto jen na několik citací, abychom čtenáře příliš nezahltili aplikacemi. Přáním autorů je, aby výklad problematiky v tomto příspěvku přispěl k řešení konkrétních úloh a motivoval k užívání analytických metod dynamiky.

Literatura

- [1] Slavík, J. - Stejskal, V. - Zeman, V.: Základy dynamiky strojů. Vydavatelství ČVUT, Praha 1997.
- [2] Zeman, V. - Hajžman, M.: Usage of the Generalized Modal Synthesis Method in Dynamics of Machines. Engineering Mechanics, Vol.14, (2007), pp. 45-54.
- [3] Zeman, V.: Využití modální syntézy v modelování, ladění a optimalizaci rozsáhlých kmitavých mechanických systémů. In: Výpočty konstrukcí metodou konečných prvků, str. 133-142, editor V. Laš, Západočeská univerzita, Plzeň, 2005.
- [4] Zeman, V. - Hlaváč, Z.: Kmitání mechanických soustav. Skriptum FAV ZČU. Vydavatelství ZČU v Plzni, Plzeň 1999.
- [5] Byrtus, M. - Hajžman, M. - Zeman, V.: Dynamika rotujících soustav (monografie). Vydavatelství ZČU v Plzni, Plzeň 2010.
- [6] Betbeder-Matibet, J.: Seismic Engineering. John Wiley and Sons, London 2008.
- [7] Jedlička, Z.: Modelování a seismická analýza rozsáhlých těleso-potrubních systémů s frekvenčně závislými parametry. Disertační práce, FAV ZČU v Plzni, Plzeň 2003.

- [8] Kubr, T.: Metody posuzování seismické odolnosti mechanických systémů. Disertační práce, FAV ZČU v Plzni, Plzeň 2004.
- [9] Géradin, M. - Rixen, D.: Mechanical Vibrations. John Wiley and Sons, New York 1997.
- [10] Byrtus, M. - Zeman, V.: On modeling and vibration of gear drives influenced by nonlinear couplings. Mechanism and Machine theory, Vol. 46, (2011), pp. 375-397.

Nedosažitelné cíle a marné naděje

Unattainable Goals and Vain Hopes

Cyril Höschl

Summary: *According to Zeno of Elea, Achilles could not paradoxically catch up with a tortoise. Another unattainable goal was the Tower of Babel. Likewise, no tree can grow to the sky. Leaving aside various types of dangers such as blowdowns or pests, we can find a sufficient evidence of this statement in the theory of flexural buckling of a column under a load of its own weight. The author compares three various approximate methods for solution to this problem, while the first one is analytical and the remaining two are numerical. He also addresses himself to a card game of patience called Free Cell, which is well known to users of the Windows operating system. It is clear that to statistically reach one hundred per cent success rate in a sequence of games is the more difficult the greater number of games. To rectify one loss, some wins have to follow. The number of wins have to be the greater the better score we reached before. It is an unattainable goal to reach one hundred per cent success rate in an arbitrarily sequence of games.*

Zénón z Eleje, který žil v pátém století před Kristem, dokazoval nemožnost pohybu: šíp nedoletí do cíle, protože v každém okamžiku někde stojí; Achilles nedohoní želvu, protože by musel nejdříve urazit polovinu dráhy, která je dělí, potom další polovinu dráhy (která nyní zahrnuje i pohyb želvy), pak další polovinu atd. až do nekonečna. Tuto řadu nelze podle Zénóna sečíst, neboť součet nekonečně mnoha sčítanců prý nemůže být konečný. Jako mistr logické rozpravy s argumenty a protiargumenty se stal zakladatelem

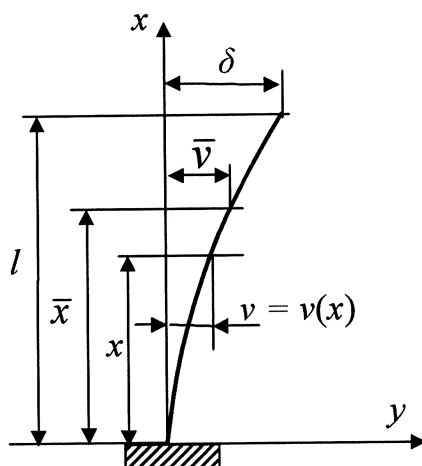
dialektiky. ¹⁾ Z jeho díla se zachovaly jen zlomky, obsahující paradoxní důkazy tezí o neexistenci mnohosti a pohybu [1].

V roce 1962 zfilmoval francouzský režisér Robert Enrico pod názvem *La Rivière d'hibou* (Soví řeka) povídku amerického autora Ambrose Bierce *An Occurrence at Owl Creek Bridge*. Tento černobílý krátký film byl po zásluze odměněn Oscarem. Příběh se odehrává za americké občanské války. Popravčí četa přivádí k mostu přes Soví řeku mladého zajatce s rukama spoutanýma za zády. Řeka protéká roklí v divoké přírodě. Četa připraví na boku mostu šibenici. Vojáci umístí zajatce na sklápěcí plošinku nad řekou a kolem krku mu zadrhnou smyčku lana. Na povel se plošina sklopí a zajatec padá. Lano je však zpuchřelé, přetrhne se a zajatec skončí hluboko pod hladinou řeky. Tam se mu podaří uvolnit si pouta. Když vyplave, aby se nadechl, začnou na něho vojáci ze břehu střílet. Jemu nezbyvá nic jiného než se znovu potopit a plavat pod vodou tak daleko, až je z dosahu střelných zbraní. Břehy jsou neschůdné, takže ho vojáci nedokáží pronásledovat. Zajatec se konečně dostane až do míst, kde se mu podaří vylézt na břeh. Utíká v mokré bílé rozhalence vstříc svému domovu. Z krásné vily mu vybíhá naproti v rozevlátých šatech jeho rovněž krásná mladá žena. Jak se však k sobě blíží, tak se tempo jejich pohybu zvolňuje, ačkoli oba svoje kroky zrychlují. Ač jsou už jen na pár kroků vzdáleni, nedokáží se k sobě přiblížit. Tato virtuální scéna, která bere divákům dech, je básnickým zobrazením Zénónova paradoxu. V tom se ozve náraz, obraz se vrátí k mostu, kde pod sklopenou plošinou visí zajatec oběšen.

Příklady, které jsme uvedli, bychom dnes mohli zařadit do prehistorie kinematiky. Věnujme se nyní staticce. Na příkladu Babylonské věže, která měla spojit Zemi s Nebem a kterou se nepodařilo dokončit, se lidstvo poučilo. Dnes se všeobecně přijímá skutečnost, že žádný strom neroste do nebe. Znalec mechaniky je jistě v pokušení takové tvrzení dokázat. Poslouží mu k tomu jednoduchý příklad stability stožáru,

¹⁾ Starší generace si jistě pamatuje z různých politických školení na příklady marxistické dialektiky: svoboda je poznána nutností atd. Ferdinand Peroutka o této dialektice říkal, že je to umění foukat z téže huby zároveň studené i horké.

což je vertikální elastický prut (vzpěra), dole vetknutý a zatížený vlastní tíhou (obr. 1).



Obr. 1

Pro jednoduchost zvolíme případ, že prut je prizmatický (má po celé délce shodný průřez) a platí pro něj Bernoulliho-Navierova teorie ohybu. Jeho ohybová tuhost je EJ , průřez A , hustota materiálu ρ a délka l . Přesné řešení takto idealizované úlohy je možné získat s použitím Besselových funkcí v uzavřeném tvaru [2]. Při kritické délce

$$l_{krit} = 1,9863 \sqrt[3]{\frac{EJ}{\rho g A}} \quad (1)$$

ztratí stožár stabilitu. Snad jen málokterý z čtenářů by si přál, abychom toto analytické řešení reprodukovali. Výsledek (1) nám poslouží jen k srovnání s výsledky získanými přibližnými metodami. Jejich výhodou je možnost snadného zobecnění pro složitější případy, například pro vzpěru odstupňovaného nebo i spojitě proměnného průřezu.

Nejprve uvedeme přibližné analytické řešení založené na bilanci energií. Totiž na poznatku, že při ohybu vzpěry se v ní ukládá deformační energie U , zatím co její potenciální polohová energie V ubývá. Není-li vzrůst energie U větší než úbytek energie V , není rovnováha stabilní. Na hranici stability (při indiferentní rovnováze) jsou obě tyto veličiny stejné, $U = V$. Označme posuv bodu na střednici prutu ve směru osy y symbolem $v = v(x)$. Pak pro deformační práci U dostaneme z elementární teorie ohybu vzorec

$$U = \frac{1}{2} EJ \int_0^l \left(\frac{d^2 v}{dx^2} \right)^2 dx. \quad (2)$$

Platí-li pro prut Hookeův zákon, měla by být tato deformační práce stejná jako komplementární energie napjatosti $\bar{U}$:

$$\bar{U} = \frac{1}{2EJ} \int_0^l M^2 dx. \quad (3)$$

Ze srovnání obou posledních výrazů dostaneme známou diferenciální rovnici ohybové čáry $d^2 v/dx^2 = -M/EJ$. Ve vztahu (3) se ohybový moment vypočítá s pomocí průhybové čáry $v(x)$ a měrného zatížení $\rho g A$ připadajícího na jednotku délky. S označením $\bar{v} = v(\bar{x})$ vyjde totiž podle obr. 1

$$M(x) = \rho g A \int_x^l (\bar{v} - v) d\bar{x}. \quad (4)$$

Protože průhybovou čáru $v(x)$ neznáme, zvolíme za ni přibližný výraz a rovnice (2) popř. (3) dají pouhé aproximace obou veličin, které se nyní už nebudou rovnat. Je známo, že malá perturbace funkce $v(x)$ se projeví jako mnohem větší perturbace průběhu druhé derivace $d^2 v/dx^2$, takže lze očekávat, že hodnota U podle (2) bude hůře aproximovat správnou hodnotu než hodnota $\bar{U}$ podle (3). Použijeme proto tuto hodnotu. Průhyb konce prutu v místě $x = l$ označíme $\delta = v(x = l)$ a zvolíme aproximaci průhybové čáry ve tvaru

$$v = \delta \left(1 - \cos \frac{\pi x}{2l} \right). \quad (5)$$

Dosazením tohoto výrazu do (4) a (3) vyjde nakonec

$$\bar{U} = \frac{\delta^2 \rho^2 g^2 A^2 l^3}{2EJ} \left(\frac{1}{6} + \frac{9}{\pi^2} - \frac{32}{\pi^3} \right). \quad (6)$$

Nyní určíme úbytek V potenciální energie způsobený průhybem vzpěry. Část přímého prutu mezi řezy o souřadnicích x a $x+dx$ má stále původní délku dx (prut je nestlačitelný), ačkoli se naklonila o velmi malý úhel dv/dx . To znamená, že část prutu nad řezem $x+dx$ se posunula směrem dolů o vzdálenost

$$dx - dx \cos \frac{dv}{dx} \cong dx - dx \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 dx. \quad (7)$$

Příslušný úbytek potenciální energie je $\frac{1}{2} \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 \rho A (l-x) dx$. Pro celý prut dostáváme integrací

$$V = \frac{1}{2} \rho g A \int_0^l \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 (l-x) dx = \frac{\pi^2 \delta^2 \rho g A}{8} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\pi^2} \right). \quad (8)$$

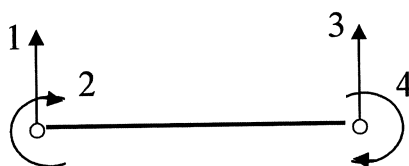
Porovnáním výrazů (6) a (8) vyjde po úpravě kritická délka l

$$l_{\text{krit}} = 1,9906 \sqrt[3]{\frac{EJ}{\rho g A}}. \quad (9)$$

Je jen asi o 0,23 % větší než hodnota (1). Kdybychom použili rovnice (2) místo (3), dostali bychom rozdíl přesahující jedno procento.

Prozradíme nakonec, proč jsme tuto elegantní energetickou metodu do svého příspěvku zařadili. Inu, je to přibližně sto let, co ji publikoval Š. P. Timošenko v časopisu [3].

Z numerických metod přibližného řešení dnes napadne čtenáře nejspíše metoda konečných prvků. Vzpěru můžeme rozdělit na n stejných dílů o délce $h=l/n$ a tíze $\rho g A h$. Protože vzpěru považujeme za nestlačitelnou, můžeme vynechat stupně volnosti související s osovými posuvy uzlů a použít prvek pouze o čtyřech stupních volnosti, schematicky znázorněný na obr. 2.



Obr. 2

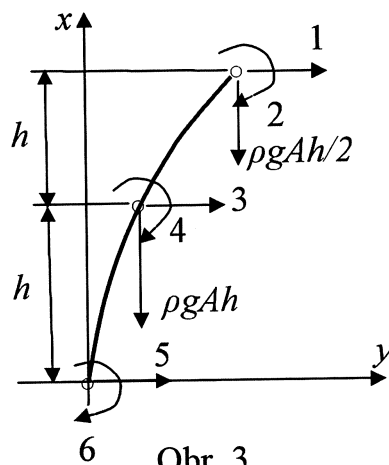
Pro ten dostáváme elementární matici tuhosti čtvrtého řádu

$$\mathbf{K}_e = \frac{2EJ}{h^3} \begin{bmatrix} 6 & -3h & -6 & -3h \\ -3h & 2h^2 & 3h & h^2 \\ -6 & 3h & 6 & 3h \\ -3h & h^2 & 3h & 2h^2 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Zobecněné posuvy a vnější síly sestavíme do vektorů $\mathbf{q}_e = [q_1 \ q_2 \ q_3 \ q_4]^T$, $\mathbf{Q}_e = [Q_1 \ Q_2 \ Q_3 \ Q_4]^T$. Pro ně pak platí základní rovnice $\mathbf{K}_e \mathbf{q}_e = \mathbf{Q}_e$, která platí rovněž pro prvek (element) znázorněný na obr. 2. Index složek vektorů odpovídá číslu přiřazenému stupni volnosti. Liché indexy označují posuvy resp. síly, sudé úhly otočení resp. momenty.

Chceme-li pomocí těchto prvků modelovat celou vzpěru, musíme si uvědomit jednu zvláštnost dané úlohy. Na vzpěru působí pouze osová síla, totiž vlastní tíha. Osové posuvy vzniklé stlačením nás však nezajímají, zanedbali jsme je. Ohyb vzpěry vzniká jedině tím, že se prut prohne a zatěžující síly se ocitnou mimo původní osu prutu. Vyosené síly vyvolávají jeho ohyb. To znamená, že ohybové zatížení prutu bude záviset na jeho průhybu.

Vnější síly působí na soustavu konečných prvků pouze v uzlových bodech. Proto vlastní tíhu každého prvku rozdělíme do obou koncových uzlových bodů rovným dílem (jiná možnost se tu nenabízí). Tak dostaneme soustavu znázorněnou pro $n = 2$ na obr. 3. Protože nám jde jen o demonstraci metody, nikoli o dostatečně přesný výsledek, zvolili jsme nejmenší počet prvků, který má smysl.



Obr. 3

Globální matici tuhosti $\mathbf{K}$ pro celou soustavu dostaneme, když k matici (10) platnou pro prvek se stupni volnosti 1 až 4 vytvoříme ještě jednu shodnou matici pro prvek se stupni volnosti 3 až 6. Do vynulovaného pole matice 6x6 načteme prvky z obou matic. Protože zobecněné posuvy v místě vetknutí jsou nulové a reakce v tomto místě nás nezajímají (můžeme je snadno kdykoli vypočítat z rovnic rovnováhy), vynecháme v matici tuhosti pátý a šestý sloupec (násobí se nulami) a také pátý a šestý řádek. Ze singulární matice 6x6 tak dostaneme regulární matici 4x4:

$$\mathbf{K} = \frac{2EJ}{h^3} \begin{bmatrix} 6 & -3h & -6 & -3h \\ -3h & 2h^2 & 3h & h^2 \\ -6 & 3h & 12 & 0 \\ -3h & h^2 & 0 & 4h^2 \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Vektor zobecněných posuvů i vektor zobecněných sil se budou nyní vztahovat k stupňům volnosti 1 až 4 na obr. 3. Posuvy zatím neznáme, ze sil je nenulový pouze moment $Q_4 = (\rho g A h / 2)(q_1 - q_3)$. To znamená, že vektor zobecněných sil můžeme napsat jako součin „lokalizační“ matice $\mathbf{N}$ s vektorem posuvů $\mathbf{q}$:

$$\mathbf{Q} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ Q_4 \end{Bmatrix} = \frac{\rho g A h}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{Bmatrix} = \mathbf{Nq}. \quad (12)$$

Protože $\mathbf{Q} = \mathbf{Kq}$, bude pro naši soustavu platit rovnice

$$(\mathbf{K} - \mathbf{N})\mathbf{q} = \mathbf{0}. \quad (13)$$

Je to lineární homogenní soustava rovnic, která má netriviální řešení jen tehdy, je-li determinant soustavy $|\mathbf{K} - \mathbf{N}| = 0$. Odtud dostaneme s použitím (11) a (12) po úpravě podmínku

$$\begin{vmatrix} 6 & -3h & -6 & -3h \\ -3h & 2h^2 & 3h & h^2 \\ -6 & 3h & 12 & 0 \\ -(3h + \lambda) & h^2 & \lambda & 4h^2 \end{vmatrix} = 0. \quad (14)$$

Označili jsme $\lambda = \frac{\rho g A h^4}{4EJ}$. Po rozepsání determinantu vyjde z poslední rovnice

$\lambda = 3h/4$. Takže kritická délka vzpěry bude

$$l_{\text{krit}} = 2h_{\text{krit}} = 2 \sqrt[3]{\frac{3EJ}{\rho g A}} = 2,8845 \sqrt[3]{\frac{EJ}{\rho g A}}. \quad (15)$$

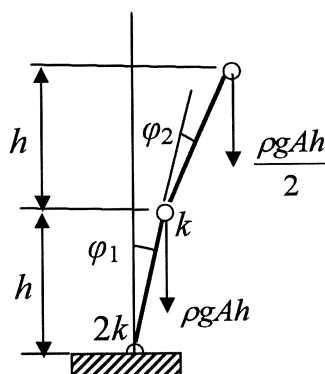
Je to hodnota o 45 % větší než (1), kterou dostaneme analytickým řešením pomocí Besselových funkcí.

Hrubá chyba se dala očekávat, protože náš model, ačkoli má původně šest stupňů volnosti, využívá pro vstup vnějšího zatížení jediné stupeň čtvrtý. Ze tří uzlů modelu

MKP na obr. 3 je aktivní pouze jeden, horní půlka vzpěry se vůbec nedeformuje a dolní konec vzpěry je vetknutý.

Chyba se podstatně zmenší, zvolíme-li jemnější dělení vzpěry na konečné prvky, tedy větší počet stupňů volnosti. Teoreticky ji takto můžeme vypočítat s libovolnou (avšak nikoli absolutní) přesností. ²⁾ K takovému výpočtu by již bylo radno využít profesionální software a celý výpočet koncipovat jako úlohu o výpočtu vlastních hodnot.

Pro danou úlohu existuje poněkud výhodnější metoda numerického výpočtu, založená na náhradě spojitého prutu soustavou tuhých přímých elementů spojených pružnými klouby. Metoda je podrobně popsána v práci [4] a použita v publikacích [5] a [6]. Použijeme opět dva prvky jako v předchozím případě. Soustava je znázorněna na obr. 4. (Má dva stupně volnosti, deformace je popsána dvěma úhly φ_1, φ_2 .)

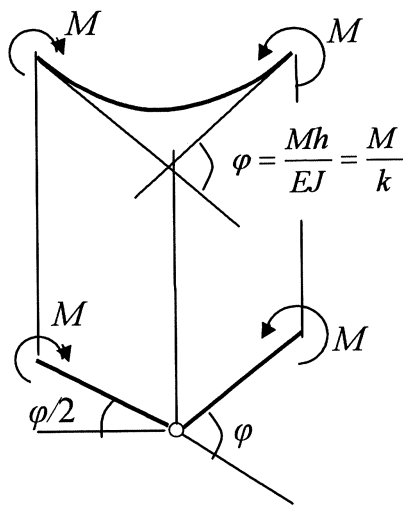


Obr. 4

Na obr. 5 se ukazuje, že se elastický prizmatický prut o délce h , zatížený na koncích ohybovými momenty M , deformuje tak, že jeho tečny v koncových bodech svírají úhel $\varphi = Mh / EJ$. Bude-li mít tento prut uprostřed lineárně pružný kloub o tuhosti k a jinak se nebude deformovat, budou obě části svírat stejný úhel $\varphi = M / k$, jestliže $k = EJ / h$.

²⁾ To znamená, že se k přesné hodnotě budeme blížit jako Achilles ke své želvě.

V místě vetknutí vzpěry však musí být tuhost $2k$. To nahlédneme, když si představíme polovinu prutu na obr. 5 s kloubem vetknutým do roviny souměrnosti.



Obr. 5

Ta se účinkem momentu M nakloní pouze o úhel $\varphi/2 = M/2k$. Vlastní tíhu vzpěry rozdělíme do uzlů obdobně jako v předchozím případě (obr.4). Budeme předpokládat, že úhly φ_1, φ_2 jsou velmi malé. Ohybový moment v dolním resp. horním kloubu bude $2k\varphi_1 = \rho g A h \cdot h\varphi_1 + (\rho g A h/2) \cdot h(2\varphi_1 + \varphi_2)$ resp. $k\varphi_2 = (\rho g A h/2) \cdot h(\varphi_1 + \varphi_2)$.

Bude tedy

$$2k\varphi_1 = \frac{\rho g A h^2}{2}(4\varphi_1 + \varphi_2), \quad (16)$$

$$k\varphi_2 = \frac{\rho g A h^2}{2}(\varphi_1 + \varphi_2). \quad (17)$$

Tato soustava homogenních lineárních rovnic má netriviální řešení pouze za podmínky, že se determinant soustavy rovná nule. Odtud vypočteme kritickou délku vzpěry

$$l_{\text{krit}} = 2h_{\text{krit}} \cong 1,891 \sqrt[3]{\frac{EJ}{\rho g A}}. \quad (18)$$

Tentokrát vyšla délka menší než podle (1). Chyba tohoto výsledku ve srovnání s hodnotou (1) je 4,8 %. Je tedy podstatně menší než v předchozím případě, neboť v daném modelu není aktivní jen jeden kloub, ale klouby dva. Samozřejmě by bylo možné i zde zvolit více prvků a tím získat libovolně přesný výsledek.

Jak jsme se již zmínili, bylo by při větším počtu prvků v obou případech numerického řešení výhodné upravit rovnice pomocí matic do tvaru obdobného k rovnici (13), v níž bychom však z matice $\mathbf{N}$ vytknuli činitel λ , obsahující zatěžující síly. Dostali bychom problém výpočtu vlastních hodnot ve standardním tvaru $\mathbf{Kq} = \lambda \mathbf{Nq}$.

Unavení řešením této úlohy si třeba rádi zahrajeme na počítači hru Free Cell, což je karetní hra pro jednoho hráče (pasiáns). Hrajeme-li tuto hru opakovaně, registruje počítač naše výhry a prohry a oznamuje nám skóre P (procento naší úspěšnosti) vypočtené podle vzorce

$$P = \text{INT} \left(100 \frac{x}{y} \right) \%, \quad (19)$$

kde x značí počet výher a y celkový počet odehraných partií. Operátor INT aplikovaný na desetinné číslo nahradí číslice vpravo od desetinné čárky nulami.³⁾

Předpokládejme, že jde o průměrně úspěšného hráče, který při velkém počtu her dosahuje skóre $P = 50 \%$, přičemž obtížnost hry je pro všechna zadání stejná. Jaká by byla pravděpodobnost, že v sekvenci 100 her ani jednou neprohraje? Zřejmě by byla $p_{100} = 0,5^{100} \cong 7,9 \cdot 10^{-31}$, tedy prakticky nulová. Matematicky nevzdělaný hráč tomu však sotva uvěří, vždyť při každé hře může se stejnou pravděpodobností vyhrát nebo prohrát. Na výhru má tedy v každé hře padesátiprocentní šanci, a to není málo.

Na matematické nevzdělanosti velké části populace vydělávají, jak známo, herny, loterie i sázkové kanceláře. Kdybychom někomu řekli, že si budeme spolu házet mincí, a to tak, že padne-li panna, dostaneme od něho desetikorunu, a padne-li lev, dostane on

pětikorunu, vysmál by se nám a nehrál by. Pak by možná sám vsadil své peníze do Sazky, ačkoli naději na zisk má v obou případech zhruba stejnou. Jenže pravidla Sazky jsou pro něho neprůhledná. Kromě toho ho uspokojuje vědomí, že prohrané peníze vlastně vkládá do sportu (ačkoli jde pouze o jejich část). Vidina možné velké výhry (jackpot) ho strhává. Nevnímá, že její pravděpodobnost je mizivá.

Abychom názorně ukázali, jak s rostoucí úspěšností se vidina absolutní úspěšnosti vzdaluje, zavedeme místo skóre (19) pouhý podíl vítězných a všech odehraných partií $p = x / y$. Prohrajeme-li následující partii, budeme mít $\hat{p} = x / (y + 1)$. Položme si otázku, kolikrát musíme nyní po sobě vyhrát, abychom tuto prohru napravili. Potřebný počet výher n dostaneme z podmínky

$$\frac{x + n}{y + 1 + n} = \frac{x}{y}, \text{ a tedy } n = \frac{x}{y - x} = \frac{p}{1 - p}. \quad (20)$$

Toto číslo musíme zaokrouhlit nahoru, takže musíme odehrát N her. Označíme-li M množinu přirozených čísel, bude

$$N = n \quad \text{pro } n \in M, \quad N = \text{INT}n + 1 \quad \text{pro } n \notin M. \quad (21)$$

Pro $p \rightarrow 1$ je $n \rightarrow \infty$. Jakmile prohrajeme byť jen jednou hru, vzdálí se cíl dosáhnout absolutní úspěšnosti v souvislé sekvenci her do nekonečna, a to přesto, že jednotlivou prohru lze napravit, vyhrajeme-li N následujících her. Čím jsme však v dalších hrách úspěšnější, tj. čím větší máme skóre, tím větší počet vyhraných her potřebujeme k nápravě ojedinělého selhání.

³) V našem počítači jde o výraz uložený v proměnné typu REAL.

Příklady

Pro názornost uvedeme dva příklady.

1. Stožár je vyroben ze dřeva ve tvaru válce o průměru 200 mm. Modul pružnosti v tahu-tlaku ve směru vláken je $E = 10\,000$ MPa, hustota $\rho = 600$ kg/m³, $g = 9,80665$ ms⁻². Kritická délka vyjde podle vzorce (1) 32,16 m. Stromy mohou být ovšem vyšší než tato hodnota, neboť jejich kmen není prizmatický a také mechanické vlastnosti dřeva se podle druhu liší. Například eukalyptus (blahovičník) dorůstá ve své domovině do výšky 30 až 80 m.
2. Při skóre hry Free Cell $P = 45$ % vyrovnáme ztrátu jedné hry opět jen jednou výhrou. Při skóre 95 % však potřebujeme výher devatenáct.

Literatura

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ: Slovník antické kultury. Nakladatelství Svoboda, Praha 1974.
- [2] WEYRICH, B. R.: Die Zylinderfunktionen und ihre Anwendungen. Teubner, Berlin – Leipzig 1937.
- [3] TIMOŠENKO, Š. P., Izvěstija Politechničeskogo Instituta, Kijev 1910.
- [4] OKROUHLÍK, M. – HÖSCHL, C.: Elastica revisited. *Acta Technica ČSAV*, Vol. 15 (1990), No. 1, pp. 28-47.
- [5] HÖSCHL, C.: Elastická stabilita z hlediska statiky a dynamiky. *Bulletin ČSM*, 1999, No. 3, pp. 8-17.
- [6] HÖSCHL, C.: Eseje o mechanice. Nakladatelství BOR, Liberec 2009.

Rozloučení s prof. Ing. Ctiradem Kratochvílem, DrSc., FEng.

Dne 5. června 2012 náhle a neočekávaně opustil naše řady pan prof. Ing. Ctirad Kratochvíl, DrSc., FEng., profesor mechaniky na Ústavu mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky, Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. V plném pracovním nasazení odešel vynikající odborník a dobrý člověk, který tu zanechal trvalé dílo a jehož odkaz bude žít v myslích a srdcích kolegů, přátel i tisíců studentů, které vzdělával. Jeho odchod je také ztrátou pro širokou komunitu vědců a inženýrů působících v oblasti mechaniky u nás i v zahraničí.

Prof. Kratochvíl, rodák z města Albrechtice v Jeseníkách, úspěšně završil v roce 1962 vysokoškolské studium na Vojenské akademii v Brně, Fakultě letecké a elektronické. Záliba v letectví ho ostatně provázela po celý život, mj. si vytvořil velice hezkou sbírku leteckých modelů. První zaměstnání nastoupil ve Výzkumném a zkušebním leteckém ústavu v Praze – Letňanech, kde se brzy vypracoval na post vedoucího laboratoře spalovacích komor leteckých motorů. Zde se zaměřil zejména na měření a vyhodnocování termomechanických parametrů leteckých motorů a na statistické přístupy k vyhodnocování měření, které v té době byly považovány za progresivní.

Věren rodinné učitelské tradici přešel Ing. Kratochvíl v roce 1966 na místo odborného asistenta katedry technické mechaniky, pružnosti a pevnosti (nyní Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky) Fakulty strojní VUT v Brně, a to do skupiny technické mechaniky. Odborně se profileoval v oblasti nelineárního kmitání strojů a strojních dílů s aplikačním zaměřením na dynamiku pohonových soustav.

Vědeckou přípravu absolvoval pod vedením Ing. Ladislava Půsta, DrSc. na Ústavu termomechaniky ČSAV. Od té doby se traduje jeho dlouhodobá spolupráce s tímto významným pracovištěm, která vyústila ve vznik společného pracoviště Ústavu mechaniky těles FSI a Ústavu termomechaniky AV ČR.

Nastřádané vědomosti a dosažené výsledky mohl prof. Kratochvíl plně zúročit až po společenské změně v roce 1989. V rychlém sledu proběhly v roce 1991 obhajoba doktorské dizertační práce z problematiky řízených interaktivních soustav, v roce 1992 docentské habilitační řízení a v roce 1993 profesorské jmenovací řízení pro vědní obor mechanika. V roce 1995 se stal ředitelem Ústavu mechaniky těles, který úspěšně vedl do roku 2003. Jeho vědecká a odborná činnost doznala i mezinárodního uznání. V roce 1995 byl zvolen řádným členem Mezinárodní akademie informatiky se sídlem v Moskvě a byl rovněž členem redakční rady mezinárodního časopisu Gearing and Transmission, vydávaného IFToMM.

Vědecká činnost prof. Kratochvíla byla rozsáhlá a zasahovala zejména problematiku nelineární a stochastické mechaniky a mechatroniky. Byl autorem nebo spoluautorem více než 60 článků v domácích a mezinárodních časopisech, v poslední době se podílel jako autor nebo spoluautor na vydání sedmi monografií z oblasti komplexních pohonových soustav a mechatroniky. Úspěšně získal řadu grantových projektů, kde byl řešitelem resp. spoluřešitelem u 12 projektů GAČR, 4 projektů MŠMT a 4 mezinárodních projektů. Aktivně se podílel i na doktorském studijním programu, kde vyškolil pět doktorandů. V oblasti pedagogické byl autorem nebo spoluautorem celkem 20 skript z oboru mechanika.

Významné místo v činnosti prof. Kratochvíla měly aktivity vědecko- a pedagogicko- organizátorské. I zde se projevoval jeho vzácný cit pro vše nové a perspektivní. Rozhodující měrou se zasloužil o zavedení moderního mezioborového studia mechatroniky na VUT. Spolu s Ing. Ivanem Dobiášem, DrSc. stáli u zrodu již zmíněného společného pracoviště Ústavu mechaniky těles FSI a Ústavu termomechaniky AV ČR. Značnou měrou přispěl k zavedení specializovaného studia inženýrská mechanika na FSI, byl spoluzakladatelem konference Inženýrská mechanika,

konané každoročně od r. 1992 ve Svatce, která se stala neodmyslitelnou tradicí, i konference Mechatronika, robotika a biomechanika. Stal se spoluzakladatelem časopisu Inženýrská mechanika, kde působil od r. 1994 na postu hlavního redaktora. Byl rovněž členem rady IA ČR, kde vedl strojírenskou sekci, a takto bychom mohli pokračovat dále.

Celkovou šíři působení a uznání práce prof. Kratochvíla dokresluje udělení ceny AV ČSAV (1988) , Zlatých medailí STU v Košicích (2002) a VUT v Brně (2004) a medailí dalších pěti technických universit, z toho tří zahraničních, i mnoho dalších ocenění.

Milý Ctirade, jménem kolegyň a kolegů z našeho ústavu, jménem tisíců studentů i jménem celé komunity mechaniků Ti děkujeme za vše, co jsi nám předal a čím jsi obohatil náš život.

V myslech nám trvale zůstane vzpomínka na Tvoji milou povahu, ochotu poradit, rozvážné a kultivované jednání i schopnost využívat synergických efektů mezioborové spolupráce. Budeš nám tu chybět.

Jan Vrbka, Jindřich Petruška a Přemysl Janíček

*

Nekrolog prof. Ing. Pavla Macury, DrSc.

Narodil se 13. září 1940 ve Sviadnově. Středoškolské vzdělání získal na jedenáctiletém gymnáziu v Místku, které ukončil maturitou v roce 1957. V letech 1957 až 1962 studoval Strojní fakultu VŠB v Ostravě, obor strojní zařízení hutí, specializace válcovny. Po získání inženýrského titulu pracoval jako konstruktér ve Žďárských strojárnách a slévárnách ve Žďáru nad Sázavou až do roku 1965, kdy nastoupil jako odborný asistent na Katedru technické mechaniky VŠB v Ostravě.

V roce 1972 se stal vědeckým pracovníkem ve Výzkumném ústavu hutnictví železa v Dobré, kde byl zaměstnán až do roku 1996. V témž roce byl jmenován profesorem pro obor technická mechanika a vrátil se mezi kolegy na katedru pružnosti a pevnosti FS VŠB - TU Ostrava, kde působil jako uznávaný odborník v oblasti teoretické i experimentální pružnosti a plasticity. Věnoval se zejména experimentální analýze pružných deformací a napětí s využitím fotoelasticimetrie a tenzometrie, experimentální analýze plastických deformací s využitím fotoplasticity, návrhům snímačů sil, momentů, rychlostí a dále optimalizaci tvářecích procesů.

Rozhodně neměl ve zvyku dělat věci „do šuplíku“. Jeho práce byly vždy orientovány do praxe. Pro Válcovny plechu Frýdek-Místek navrhnul a osvojil siloměrné snímače pro kvartostolici Siemag i Kvarto 01, snímače pro měření tahu navíječky i technologický postup pro válcování transformátorových ocelí. Pro Třinecké železářny vypracoval analýzu a optimalizaci úběrových plánů pro válcování na kontidrátové trati a dále měření zbytkových napětí a návrh optimalizace procesu rovnání kolejnic. Pro Vítkovice, a. s. zpracoval řadu fotoelasticimetrických měření sloužících k optimalizaci strojních částí válcoven a dále se zabýval optimalizací úběrových plánů při válcování štětovnic. Byl členem výboru mezinárodní konference Experimentální analýza napětí (EAN) při České společnosti pro mechaniku.

Cenili jsme si jeho nezištnosti, obdivovali jsme jeho neobyčejnou skromnost a smysl pro týmovou práci. Byl pečlivým oponentem mnoha vědeckých děl, doktorských i

habilitačních prací a monografií. Jeho připomínky byly vždy cenné, přičemž kritika z jeho úst nikdy nebolela. Byla podána s noblesou jemu vlastní. Byl skvělým pedagogem - náročný, přesto však oblíbený – také pro svou trpělivost a ochotu naslouchat, radit, konzultovat. Studenti se s ním i po delším čase rádi dávali do řeči. Nedělal rozdíly mezi lidmi. K mladým se na katedře choval vždy jako k sobě rovným.

Jeho život však rozhodně nebyla jen oblíbená aplikovaná mechanika. Byl milujícím manželem, bratrem, otcem i dědečkem, kamarádem. Miloval hory. Jako horský vůdce několikrát zdolal nejvyšší vrcholky Evropy. Sepisoval paměti z cest, provázené vlastními, vynikajícími fotografiemi. Kéž bychom se dočkali jejich vydání. Byl sportovcem tělem i duší. Ne každý ví, že v mládí vrcholově provozoval atletiku. Byl zdatným vodákem. Nenajde se mnoho sportů, které by alespoň nezkusil. Jako aktivní člen Sokola se zúčastňoval veřejných vystoupení. Díky pravidelnému cvičení, otužování, celkově zdravé životosprávě a duševní čistotě prokázal, že lze žít seniorský věk naplno. Byl moudrý, málomluvný, tichý, pevný a statečný muž. Žil naplno, avšak nikdy ne na úkor druhých.

Bylo nám ctí s Pavlem spolupracovat a z úcty k němu jsme se rozhodli, že Laboratoř optických metod našeho pracoviště ponese nyní jméno profesora Macury.

R . Halama

a spolupracovníci z katedry pružnosti a pevnosti

*

Profesor Miroslav Balda osmdesátníkem

Prof. Ing. Miroslav Balda, DrSc., obvykle nazývaný svými přáteli pouze „Míra“, se narodil v roce 1932 v Plzni jako prvorozený syn ladiče pian. Své dětství prožíval stejně jako jeho vrstevníci v nesnadné době 2. světové války, která pro Plzeň skončila 6. května 1945 osvobozením města americkou armádou. Pro třináctiletého kluka to byl nezapomenutelný zážitek na celý život. Ihned v porevolučních dnech vstoupil do Junáka a začal využívat všech možností spojených s rozvojem nového demokratického státu.

Bez obav z budoucnosti přešel z válečné měšťanky do tercie reálného gymnázia na technickou větev a tím si předurčil svoje budoucí zaměření. V té době ovšem málokdo tušil, že přijde únor 1948 a s ním spojené problémy pro mnoho lidí. Tyto problémy se nevyhnuly ani jemu. V roce 1951, po úspěšně složené maturitě, mu bylo pro členství v Junáku odepřeno studium na „matfyzu“ a místo toho přešel do plzeňské Škodovky, kde se během několika týdnů zaučil na profesi soustružníka kovů. Ale již po roce soustružnické a rovněž konstruktérské praxe se mu podařilo dostat na denní studium na Strojní fakultě VŠSE Plzeň. Studium na této fakultě ve specializaci tepelných turbin ukončil s vyznamenáním v roce 1957.

V té době se však na dobu bezmála 30 let upsal ještě jinému „koníčku“, a to sportovní střelbě z kulových zbraní. Od obvyklých začátků se vypracoval jako střelec na krajského přeborníka v disciplínách libovolné a standardní malorážky a nakonec i na mistra střelby a jako funkcionář do rolí krajského trenéra a rozhodčího 1. třídy.

Po ukončení studia na vysoké škole nastoupil do Strojního výzkumu k jeho zakladateli Dr. Ing. Vladimírovi Marcellimu, pozdějšímu profesoru VŠSE v Plzni a členu korespondentu ČSAV. Pod jeho vedením začal pracovat na problémech dynamiky rotorů turbosoustrojí, jimž zůstal věren po dlouhá léta. Příprava dizertace zapadla do let 1967 – 68, přičemž od konce roku 1967 se mu začala rýsovat reálná naděje na stáž na delftské Technische Hogeschool v Holandsku. Jejím předmětem mělo být studium dynamiky kolejových vozidel u profesora A. D. de Patera, neboť v onom období se závod Elektrické lokomotivy v podniku Škoda potýkal s problémy praskajících rámu

elektrických lokomotiv. Po úmrtí Dr. Marcelliho převzal prof. Balda plnou zodpovědnost za vyřešení výzkumných úkolů z dynamiky rotorů. A tak toto období až do jeho odjezdu do Holandska v říjnu 1968 bylo vyplněno usilovnou prací, kterou jen nakrátko přervaly srpnové události. Studijní pobyt, který se nakonec protáhl na jeden a půl roku, mu otevřel brány k novým informacím, technikám, počítačům i možnostem a byl pro něj, jak sám říkal, po stránce odborné výjimečným štěstím. Po návratu využil své poznatky ze stáže v řadě prací pro závod Elektrické lokomotivy a vyvinul novou metodu optimalizovaného vyvažování pružných rotorů.

V roce 1972 založil nové středisko pro počítačové měření a zpracování experimentálních dat. Z něj pak po třech letech vybudoval středisko technické kybernetiky, rozšiřující původní náplň rovněž o teorii, software i hardware pro počítačové řízení technologických procesů. Současně s tím od počátku sedmdesátých let spolupracoval na řešení úkolů státního plánu základního výzkumu pod koordinací Ústavu termomechaniky ČSAV v oblasti dynamiky strojů a automatizace vědeckých experimentů. V roce 1982 byl pověřen organizací a vedením střediska technické dynamiky a již po dvou letech byl jmenován vedoucím Strojírenského výzkumu Ústředního výzkumného ústavu koncernu Škoda Plzeň. V té době také obhájil svou doktorskou dizertaci na téma dynamiky těžkých strojů. Mezitím vzniklo v Plzni dislokované pracoviště Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, kde se stal jedním ze zakládajících členů a kde až do počátku roku 1990 pracoval externě na problémech vícekanálového buzení systémů.

S příchodem listopadu 1989 přichází i do života prof. Baldy spousta zásadních změn. Jako nestraník se stal v roce 1990 ředitelem Ústředního výzkumného ústavu ŠKODA Plzeň (ÚVZÚ). Od té doby začal boj o novou organizaci ústavu, nová ekonomická pravidla a prostředky na udržení ústavu. Vědecká práce mu již zůstala pouze koníčkem, na kterého již v zaměstnání nezbyl čas. Jak však říká „Ještě štěstí, že jsem mohl jako fanda na výpočetní techniku zachytit již v roce 1961 její nástup do Škodovky a postupně vybavovat rovněž svoji rodinu výpočetní technikou. Tak mohu svému koníčku věnovat alespoň večery, víkendy a rovněž části dovolené“.

Z funkce ředitele již zreorganizovaného ÚVZÚ odešel prof. Balda v říjnu 1992 po dosažení důchodového věku na vlastní žádost do Ústavu technologie a spolehlivosti strojních konstrukcí ČSAV v Plzni a stal se ředitelem tohoto ústavu. Po jeho zrušení, v souvislosti se vznikem redukované AV ČR, se významně zasloužil o vznik nejprve sdruženého pracoviště mezi AV ČR a Západočeskou univerzitou v Plzni (ZČU) a poté Ústavu fyzikálního inženýrství (ÚFY), organizačně začleněného do Fakulty aplikovaných věd ZČU. V té době se začal podílet na výuce studentů přípravou, garancí a přednášením předmětů Statistická mechanika a Experimentální mechanika a do současnosti předmětu Experimentální dynamika a identifikace v doktorském studiu na katedře mechaniky. Pedagogické působení mu nastartovalo proces získávání akademických titulů docent a později i profesor. Stále trvající spolupráce prof. Baldy formou konzultací, oponentních posudků a v komisích bakalářského, inženýrského a doktorského studia v oboru mechaniky si pracovníci katedry mechaniky a doktorandi velmi váží pro jeho hluboké a široké znalosti, jasnou a věcnou formulaci myšlenek a aplikovatelnost doporučení jak řešit složité technické problémy.

Po pěti letech práce na ZČU, kdy skončilo financování ÚFY z ministerských zdrojů, pojednal prof. Balda s bývalým místopředsedou AV ČR Ing. Karlem Jungwirtem, DrSc. zpětný přechod pracovníků Akademie do nové plzeňské pobočky Ústavu termomechaniky AVČR pod názvem Centrum diagnostiky materiálů. Toto pracoviště pak vedl do roku 2000 a nadále v něm dosud pracuje na zkrácený úvazek. Svůj volný čas věnuje rovněž spolupráci s pracovníky svého bývalého pracoviště ÚVZÚ.

Prof. Balda se podílel na založení Inženýrské akademie České republiky a na činnosti jejích orgánů až do současné doby. Po dobu šesti let pracoval v komisích Grantové agentury České republiky, z toho čtyři roky jako předseda komise strojírenství a dva roky jako předseda komise technických věd. Dlouhodobě vykonával funkci místopředsedy České společnosti pro mechaniku a byl členem Českého národního komitétu IFToMM.

Z uvedeného textu je zřejmé, že život prof. Baldy byl velmi pestrý a na jednoho člověka až příliš náročný. Sám o sobě říká: „Nemohu si naříkat na jednotvárnost života.

Dařilo se mi být u důležitých věcí včas, vybrat si schopné spolupracovníky a občas i vychutnat uznání, zejména přišlo-li od skutečných odborníků, kterých jsem si vždy velice vážil a mezi nimiž jsem našel i řadu přátel“.

Milý Míro, dovol, abychom Ti jménem všech, kteří měli a mají tu čest s Tebou spolupracovat, popřáli hodně zdraví a radosti z Tvé tak plodné práce.

Jaroslav Svoboda a Vladimír Zeman

*

Prof. Ing. Pavel Marek, DrSc. F.ASCE osmdesátníkem

Ve skvělé duševní, fyzické a pracovní kondici oslavil v červnu letošního roku prof. Pavel Marek osmdesátileté jubileum. Narodil se v Praze 24. 6. 1932 v inženýrské rodině, což jej asi předurčilo k životní dráze stavebního inženýra a později profesora na stavebních fakultách doma i v zahraničí. Maturoval na gymnáziu v Praze - Dejvicích. Je absolventem Stavební fakulty ČVUT v Praze. Studium ukončil s vyznamenáním v roce 1955 obhajobou diplomové práce a státní závěrečnou zkouškou s výborným prospěchem.

V období 1955 až 1960 působil na katedře stavební mechaniky Stavební fakulty VŠŽ Praha. Působení na této katedře, v prostředí vysoce uznávaných odborníků, významně ovlivnilo jeho další vývoj. Od profesorů J. Ducháčka, V. Kolouška, J. Němce a dalších se mnoho naučil. Na teoretické základy získané na katedře navázaly praktické zkušenosti získané v rámci styku s praxí, zejména s ocelářem Ing. Z. Pavlíkem při práci na projektech ocelových konstrukcí pro tehdy rychle budovaný těžký průmysl na Ostravsku.

Studium v rámci aspirantury, všestranná odborná činnost na katedře a intenzivní styk s praxí vytvořily předpoklady k tomu, že byl prof. Marek v roce 1960 vyslán jako samostatný projektant ocelových konstrukcí na výstavbu Závodu strojírenské metalurgie do Indie, kde pracoval čtyři roky. Zkušenosti z více než tříleté náročné práce v cizím prostředí, ze styku s pracovníky mostárny v Kalkatě, spolu s prohloubením vědomí odpovědnosti za úspěšné vytvoření významného díla, byly odrazovým můstkem pro jeho další odborný život.

V období 1964 až 1968 pracoval jako asistent na katedře ocelových konstrukcí Fakulty stavební ČVUT v Praze. Poznatky a zkušenosti získané doma a v cizině v oblasti ocelových konstrukcí prof. Marek iniciativně využíval pod vedením svého školitele prof. Ing. F. Faltuse. DrSc. ve výzkumu, při vypracování kandidátské dizertační

práce a v pedagogické práci. Výsledky výzkumu prof. Marka, znalost angličtiny, rostoucí počet publikací a zkušenosti z projekce a realizace ocelových konstrukcí zaujaly při návštěvě ČVUT na katedře ocelových konstrukcí na jaře 1968 prof. L. S. Beedla z USA. To vedlo k pozvání profesora Marka k dvouletému pracovnímu pobytu na univerzitu Lehigh do Bethlehemu v Pennsylvanii, USA, kde působil do roku 1970. Toto období bylo přelomem v životě jubilanta. Účast na závažných výzkumných projektech na univerzitě Lehigh pod vedením významných kapacit, uvedení do publikační a přednáškové aktivity a sledování špičkových poznatků z oboru a práce odborníků v USA i v dalších částech světa vytvořily předpoklady pro další celoživotní iniciativní výzkumnou a pedagogickou práci jubilanta doma i v zahraničí. O tom svědčí stovky publikací.

V roce 1970 se vrátil na katedru ocelových konstrukcí Fakulty stavební ČVUT, kde se habilitoval. Jako jeden z mála nestraníků na katedře byl však postupně vystavován ze strany funkcionářů politické nepřízni, která po emigraci dcery do USA rychle zesilovala a vyvrcholila k 31. 12. 1982 výpovědí z ČVUT. Je to paradox, kdy místo odměny za objektivní posouzení havarijního stavu tramvajového mostu v Holešovicích, a tím zabránění jeho havárie, musel pro politické zájmy ČVUT opustit.

Na dobu zaměstnání "u lopaty" v malém stavebním podniku Sportovní stavby Praha, do kterého musel prof. Marek z nouze nastoupit po nuceném odchodu z ČVUT, vzpomíná jubilant s rozmanitými pocity. Hluboké uznání a dík zaslouží ředitel podniku M. Hrdý, který projevil mimořádné pochopení a umožnil P. Markovi neoficiálně pokračovat ve vědecko-výzkumné práci pro ÚAM Brno, Úřad pro normalizaci, SKVTIR, USTARCH a další instituce. Sportovní stavby jej dokonce vyslaly na základě pozvání od edmontonské univerzity, prostřednictvím pražské sportovní agentury, která zajišťovala v té době hostování českých sportovců, na půl roku přednášet ve funkci profesora do Kanady.

V roce 1989 byl profesor Marek pozván do Kalifornie na univerzitu SJSU. Tam kromě přednášek pokračoval ve výzkumné činnosti. Aktivně se účastnil konferencí, publikoval a do výuky zaváděl výsledky výzkumu. V roce 1995 publikoval spolu s M.

Guštarem z Prahy a s prof. T. Anagnosem z USA knihu popisující navrženou původní metodu SBRA (Simulation-Based Reliability Assessment) aplikující simulační techniku při posuzování spolehlivosti stavebních konstrukcí. Rozvoji této metody se prof. Marek spolu s kolegy z VŠB-TU Ostrava, ZČU v Plzni a dalším mezinárodním týmem věnuje dodnes. O tom svědčí téměř osm set publikovaných prací včetně asi deseti knih (v angličtině, němčině, atd.).

Na jaře 1996 obdržel profesor Marek v Kalifornii dopis od svého přítele prof. Ing. J. Bradáče, DrSc. z Ostravy. Ten obsahoval pozvání připojit se k jmenovanému při budování nové Stavební fakulty v rámci VŠB-TU Ostrava. Jak už to v životě bývá, spojení několika okolností, rodinných důvodů a odborné vize vedlo k jeho návratu, kde se nejprve jeho cesta pracovním životem po čtyřiceti letech setkala s ředitelem ÚTAM AV ČR prof. Ing. M. Pirnerem, DrSc. Zde mu byly vytvořeny podmínky k intenzivnímu rozvoji metody SBRA. Opakované pozvání z Ostravy od vedení VŠB- TU Ostrava a od prof. Ing. J. Bradáče vedly v roce 1997 k tomu, že se P. Marek připojil k zakladatelům nové Stavební fakulty na této univerzitě. Část své vědecko-výzkumné kapacity od té doby věnoval doktorandům, studentům, výzkumu, zavádění pravděpodobnostního pojetí koncepce posudku spolehlivosti do výuky a výzkumu na škole. V souladu se svou jasnou vizí vedl práce početných doktorandů v přímé návaznosti na grantové projekty GA ČR řešené na ÚTAM Praha a mezinárodní grantové projekty, viz např. projekt "Leonardo da Vinci".

Profesor Marek je autorem či spoluautorem stovek odborných publikací doma i v zahraničí, mnoha výzkumných zpráv, skript pro studenty a dalších publikací s převážným zaměřením na rozvoj metod posuzování spolehlivosti konstrukcí. Na VŠB-TU Ostrava mu bylo uděleno několik ocenění. Za nejvýznamnější ocenění jubilant považuje udělení titulu Fellow of American Society of Civil Engineering F.ASCE udělený prezidentem této společnosti. Jmenovaný přednesl stovky přednášek v zahraničí ve výuce, na seminářích a konferencích. Pod přímým či nepřímým vedením P. Marka bylo na VŠB TU Ostrava úspěšně obhájeno celkem patnáct dizertačních či habilitačních prací, což výrazně pomohlo při budování pedagogické a vědecko-výzkumné základny

zejména na katedrách zaměřených na navrhování a realizaci konstrukcí. Dodnes trvá odborná spolupráce v oblasti zdokonalování a šíření metody SBRA se skupinou výzkumníků na této univerzitě. K této skupině se před časem připojili kolegové ze Strojní fakulty VŠB-TU Ostrava. Nyní je prof. Pavel Marek profesorem na katedře mechaniky Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni, kde byla zahájena výuka v nově rozvíjeném bakalářském a navazujícím akreditovaném oboru stavitelství. Zde iniciuje pokračování výzkumu v oblasti SBRA, přednáší a vede doktorandy. Jeho cílem, o který usiluje hledáním cest, je uvedení metody SBRA do praxe doma i v zahraničí. Pod jeho garancí se v tomto roce konala již XIII. celostátní konference se zahraniční účastí Spolehlivost konstrukcí - rozvoj a aplikace pravděpodobnostní metody SBRA.

Práce pana profesora Marka na katedře mechaniky Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni si velice vážíme. Výsledky vědecké, výzkumné a pedagogické práce pana profesora dokládají jeho významný přínos pro rozvoj vědy, vysokoškolského technického vzdělávání a mezinárodní spolupráce. Do dalších let mu přejeme dobré zdraví, mnoho dalších pracovních, společenských i osobních úspěchů.

Prof. Ing. František Plánička, CSc.

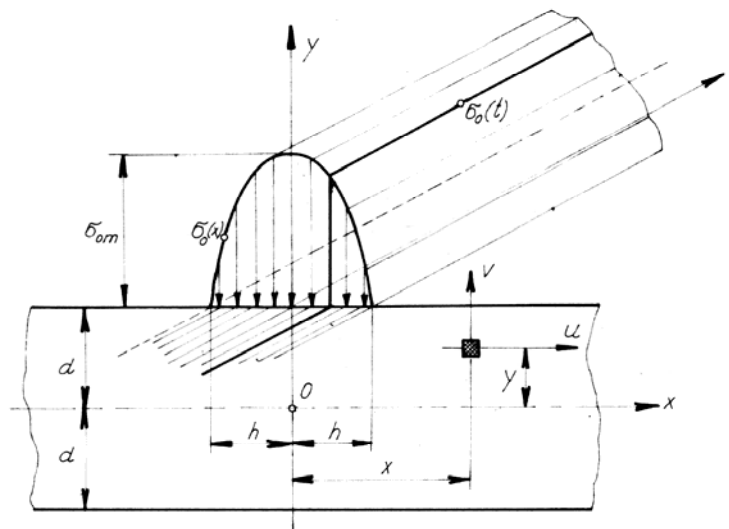
*

Ing. František Valeš, CSc. osmdesátníkem

František Valeš se narodil 24. srpna 1932. Je vyučen v oboru přesná mechanika a studoval na strojní průmyslovce. Na Strojní fakultě ČVUT vystudoval specializaci přesná mechanika a optika u profesora M. Hajna. Krátce pracoval v Blanických strojárnách a několik let ve VZLÚ, kde se věnoval konstrukci tenzometrických siloměrů pro únavové zkoušky. V roce 1962 nastoupil jako asistent na katedru mechaniky Strojní fakulty ČVUT v Praze. Vedoucím katedry byl tehdy profesor Josef Šrejtr, který své asistenty dělil na mladší a starší soudruhy. Kolega Valeš, i když celý život prožil jako bezpartijní, se na katedře brzy dostal mezi starší soudruhy – ti totiž mohli nejenom cvičit, ale i přednášet. Společně s pozdějším vedoucím katedry Vladimírem Stejskalem zaváděl do výuky vektorovou a maticovou mechaniku. Pro své konstrukční dovednosti se úspěšně zapojil do projektu výzkumu převodovek s pružnými vazbami a přenášeným výkonem 2 MW pro kolesový nakladač KU 800.

V té době bylo mimořádně obtížné získat bydlení. František Valeš se rozhodl vyřešit svou bytovou situaci tím, že si postaví byt svépomocí. Čtyři roky den co den trávil čas po pravidelné pracovní době na stavbě. Tehdy se pracovalo i v sobotu, jen neděle byly stavbě věnovány celé. V roce 1968 přešel do Ústavu termomechaniky tehdejší Československé akademie věd. Stal se druhým aspirantem docenta Rudolfa Brepty a pod jeho vedením se začal věnovat analytickému řešení šíření vln v kontinuu vyvolaných rázem. Šíření vln a Ústavu termomechaniky zůstal pak věrný celý život.

Jednou z jeho parádních, často citovaných úloh, bylo analytické a numerické vyčíslení napjatosti ve stěnovém pásu, zatíženém na horním okraji příčným napětím ve tvaru půlsinusovky a v čase Heavisideovým pulsem. Schéma je na Obr. 1.



Obr. 1

Při řešení úlohy bylo třeba nejdříve na soustavu pohybových rovnic pro element kontinua aplikovat Laplaceovu transformaci na čas a pak Fourierovu transformaci na prostorové souřadnice. Provedení transformací inverzních pak vedlo na výrazy ve tvaru nekonečných řad nevlastních integrálů. Tyto integrály obsahují parametry, vázané s integrační proměnnou složitými transcendentními rovnicemi – jsou to rovnice disperzních křivek – které je třeba vyčíslit předem. Myšlenkový postup byl naznačen již v klasických Lambových publikacích. Sir Horace Lamb (1849 – 1934) byl britský matematik, autor mnoha zásadních textů věnovaných klasické fyzice. Jeho kniha *Dynamical Theory of Sound* (1910) je stále na trhu.

Analytickými postupy popisujícími vlnové jevy v elastickém kontinuu se v tehdejším Československu v šedesátých letech minulého století zabýval R. Brepta. Dovedl své výsledky do analytických vztahů nutných pro vyčíslení kinematických a silových proměnných v závislosti na čase a prostoru. Byl to však František Valeš, který jako jeden z prvních dotáhl Breptovy, a později i své, analytické vztahy až k numerickým výsledkům. Na úlohách Breptových, svých i některých svých spolupracovníků, kteří nebyli nadáni jeho výpočetními schopnostmi, prokázal neuvěřitelnou píli a vytrvalost. Algebraické, numerické a programátorské úsilí, nutné k

vyřešení úlohy bylo enormní, a to i z dnešního hlediska. Bylo však provedeno výpočetními prostředky dostupnými v té době – s francouzským počítačem Elliot 503, který měl 4000 slov operační paměti a 30 000 slov rezervovaných pro data. Pracoval s frekvencí 6,7 MHz. Připomeňme, že současný PC procesor AMD Athlon II X2 260 pracuje s taktem 3,2 GHz.

Touto metodikou F. Valeš řešil řadu úloh. Např. podélný ráz tenkých a tlustých tyčí, podélný ráz stěnových pásů a mnohé další. S kolegou Janem Volkem pak rázové úlohy rozšířil i na případy s ortotropním chováním materiálu. Vychoval celou řadu nástupců, kteří pokračují v jeho stopách. Je známo, že komplikované analytické postupy při inverzní transformaci se dají provádět též numericky. Postup však stále není plně foolproof – analytické postupy prošlapané F. Valešem jsou proto dodnes vynikajícími benchmarky pro jejich testování.

Kolega Valeš řešil i řadu úloh z technické praxe, kde vlnové procesy hrály důležitou roli. Byla to např. spolupráce při výpočtech napjatosti modelu kontejneru na vyhořelé jaderné palivo po pádu z výšky 9 m, či výpočet rázové napjatosti prvků kolejových vozidel řešených v rámci řady grantových projektů. Výpočty byly prováděny metodou konečných prvků a některé z nich doprovázeny experimenty. Valešovy hluboké teoretické znalosti v oboru šíření vln se při testování numerických postupů ukázaly jako neocenitelné.

F. Valeš pochází z Plzeňska a jeho životní osudy ho tam zavedly nazpět. Po osm let byl ředitelem plzeňského Ústavu technologie a spolehlivosti strojních konstrukcí, který se pak stal součástí plzeňské ZČU a později pobočkou Ústavu termomechaniky AV ČR. Dodnes tam jako emeritní pracovník pracuje jsa obklopen mladými kolegy, počítači a knihami. Stal se i odborníkem na používání komerčních konečnoprvkových systémů, mnoha programovacích jazyků a moderních numerických postupů.

Františka Valeše známe i jako vynikajícího společníka, který dovede celou společnost bavit zábavnými historkami z nedávné i vzdálené minulosti. Nechte si vyprávět příhodu o tom, jak si docent Raif málem uřízl palec na cirkulárce.

Ve volných chvílích, pokud nějaké má, se stará o své hospodářství v Žinkovech. To zahrnuje starost o kus lesa, zpracování dřeva, občasnou výměnu kotle a řadu dalších "drobností", které život přináší. Máme kolegu Valeše rádi, vážíme si ho a přejeme mu vše nejlepší.

M. Okrouhlík

*

K 75. narozeninám prof. Ing. Antonína Pištěka, CSc.

Dne 1. 6. 2012 oslavil v plné tvůrčí aktivitě 75. narozeniny významný letecký odborník a vysokoškolský učitel Antonín Pištěk. Celou jeho úspěšnou kariéru je možné rozdělit na dvě části. První z nich je spojena s praktickou činností v leteckých podnicích, druhá s dráhou vysokoškolského pedagoga a ředitele Leteckého ústavu Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně. Je ovšem nutné zdůraznit, že obě tyto části nelze chápat izolovaně. Už ve fázi svého praktického konstruktérského uplatnění nezapomínal Antonín Pištěk na svůj vědecký růst (vědeckou hodnost CSc. získal v r. 1981) a na druhou stranu ve své dlouholeté funkci ředitele Leteckého ústavu čerpal ze svých zkušeností z řešení reálných projektů a z řízení pracovních kolektivů. Výsledky

jeho práce a pod jeho vedením i výsledky jím řízeného ústavu svědčí o výhodnosti využívání úspěšných praktiků ve vysokoškolském vzdělávání nových inženýrských kádrů, které není odtržené od reálného života. Bohužel pro jejich lepší využívání nejsou na vysokých školách vytvořeny adekvátní materiální podmínky.

Připomeňme si krátce jeho profesní dráhu. Od absolvování vysokoškolských studií v r. 1965 byl jeho další profesní život spojen hlavně s podnikem LET Kunovice, kde začínal jako konstruktér a postupně během 24 let zastával různé funkce, přes důležitou roli vedoucího odboru pevnosti až po vrcholovou funkci vedoucího konstrukčního rozvoje a hlavního konstruktéra největšího českého dopravního letounu L-610. Významně se podílel na různých projektech, z nichž nejdůležitějším byl určitě letoun L 410, kterého se v různých modifikacích vyrobilo více než 1000 kusů a který je úspěšný dodnes. Jeho prioritní snahou bylo uplatňování výpočetní techniky v oblasti výpočtů zatížení, pevnosti leteckých konstrukcí a technické přípravy výroby. Programové balíky SAVLE, STAUNO, WING a SOFEM jsou stále používány a rozvíjeny v akademickém i průmyslovém prostředí. Po dvouletém období ve funkci vedoucího konstrukce v Moravanu Otrokovice přešel Antonín Píštěk ve svých 53 letech do akademické sféry. Brzy byl habilitován na docenta a v r. 2000 jmenován profesorem. V této souvislosti rád říkává, že už je sice starší člověk, ale stále mladý profesor.

Při vedení Leteckého ústavu, jehož ředitelem byl od svého příchodu na Fakultu strojního inženýrství, uplatnil všechny svoje dřívější zkušenosti – manažerský způsob řízení, vazbu na výrobní podniky a maximální přizpůsobení studijních programů reálným potřebám leteckého průmyslu. Ve vztahu ke svým podřízeným, studentům, ale i nadřízeným akademickým složkám se rychle stal uznávanou autoritou. Je především jeho zásluhou, že Letecký ústav si přes různé tlaky udržel samostatnost a stal se jedním z nejúspěšnějších ústavů celého VUT. Dobré jméno Letecký ústav pod jeho vedením získal i ve vnějších vztazích s ostatními vysokoškolskými institucemi, organizacemi leteckého průmyslu i zahraničními partnery v řadě mezinárodních projektů. Jistě k tomu přispělo i vytvoření Centra leteckého a kosmického výzkumu, jehož iniciátorem a hlavním řešitelem byl prof. Píštěk až do konce roku 2011. Hlavní důvod prosazení a

existence tohoto centra viděl ve vytvoření širokého kolektivu mladých pracovníků, kteří se pod vedením zkušených pracovníků zapojí do řešení vědecko-výzkumných úkolů v situaci, kdy letecké podniky měly v tomto směru velmi omezené možnosti. Z jeho iniciativy vznikla při Leteckém ústavu zkušebna letecké techniky, která získala oprávnění Úřadu pro civilní letectví pro zkoušky konstrukčních částí a kompletní letecké konstrukce v rámci certifikačního procesu. Činnost zkušebny umožnila dále přiblížit výuku studentů reálné praxi, což je nesmírně důležité v situaci, kdy z učebních programů zmizely dříve běžné studentské výrobní praxe.

Prof. Píštěk vždy nejvíce oceňoval projekty, které se podařilo dotáhnout až do realizační fáze. Je obdivuhodné, že při svém manažérském a pedagogickém vytížení dokázal projektovat vlastní letadla, získat pro tyto projekty podporu z různých zdrojů a osobně se také podílet na jejich realizaci. Dostatečně známý je např. letoun SOVA (Jihlavan Airplanes), letoun VUT 100 (Evektor) nebo letoun VUT 001 MARABU, který získal Zlatou medaili na MSV v roce 2010 a který se na Leteckém ústavu v několika prototypch a modifikacích i vyrábí. Na tento letoun navazují další současné projekty, zaměřené na moderní způsoby pohonu a aplikace.

Od samého počátku svého působení na vysoké škole prof. Píštěk prosazoval zapojení do mezinárodní spolupráce – od počátečních programů TEMPUS v 90. letech, přes program výměny studentů ERASMUS a projekt sítě evropských výzkumných akademických institucí EASN až po řadu odborně zaměřených projektů s účastí Leteckého ústavu na národní i evropské úrovni.

Osobnost prof. Píšťka se uplatňuje i v činnosti řady národních a mezinárodních organizací. Aktivně se podílí na činnosti Asociace leteckých výrobců České republiky, je reprezentantem České republiky v organizaci ICAS (International Council of Aeronautical Sciences), členem redakčních rad evropských odborných časopisů, působil v poradní skupině 6. rámcového programu EU pro prioritu Aerospace, je členem parlamentní komise pro letectví, členem vědeckých rad několika univerzit atd.

Profesní stránka každého člověka však vyjadřuje jen část jeho osobnosti. Prof. Píštěk je člověk komplexní, a proto nepřekvapí, že vedle řady ocenění za přínos

k rozvoji českého letectví od časopisu Letectví a kosmonautika, Inženýrské akademie České republiky, Poslanecké sněmovny České republiky, města Brna najdeme třeba i diplom Slováckého kružku v Brně za první místo v kategorii meruňkovice. Znamé jsou i úspěchy jeho „Müllerky“ v degustačních kláních. Kdo se s ním při neformálních příležitostech potkal, může potvrdit, že se v jeho společnosti nikdo nenudí a že návštěva jeho sklípku s vlastní produkcí je zážitkem.

Co říci závěrem? Přejeme prof. Píšťkovi mnoho dalších úspěchů a tvořivé práce ve prospěch vysokého školství a českého leteckého průmyslu, zdárné dokončení všech aktivních projektů a těšíme se, že svoje dlouholeté zkušenosti z projektování letadel zpřístupní studentům i odborníkům také písemnou formou.

Josef Klement

*

Ing. Michael Trnka, CSc. pětasedmdesátníkem

Ing. Michael Trnka, CSc. je absolventem posledního ukončeného vzdělávacího cyklu Fakulty inženýrského stavitelství Českého vysokého učení technického v Praze. Promoval s vyznamenáním v prosinci roku 1960. Diplomovou práci obhájil na katedře ocelových konstrukcí u profesora Františka Faltuse a ocelové konstrukce provázejí celý jeho profesní život.

Jeho první kroky po absolvování vedly do Železničního stavitelství na stavby spojené s rekonstrukcí železničního uzlu Cheb, a to do funkce geometra železničního svršku. Zkušenosti z této činnosti promítl do svého prvního odborného článku *Železniční přechodnice zvláštního tvaru*, který byl uveřejněn v časopise Doprava. Po roce práce v Chebu byl pověřen vedením stavby železničního ocelového mostu přes Otavu v Katovicích - shodou okolností byl tento most tématem jeho diplomové práce. Následoval další článek, tentokrát v Inženýrských stavbách. Ing. Trnka si vzal k srdci slova prof. Faltuse: „Navrhněte, realizujte a publikujte“ a tak začala celoživotní publikační činnost Ing. Trnky, která vyústila v téměř čtyřicet článků v odborných časopisech, příspěvků na konferencích a zpráv o výsledcích vývojových a výzkumných prací, které publikoval sám nebo se spolupracovníky.

V roce 1963, po úspěšné zatěžkávací zkoušce mostu v Katovicích, přešel do Energoprojektu jako projektant ocelových konstrukcí a roku 1968 do podniku Škoda Praha a.s. V letech 1967 až 1971 působil rovněž jako externí asistent na katedře ocelových konstrukcí Fakulty stavební ČVUT. Od roku 1973 se účastní obhajob diplomových prací a později i obhajob doktorských prací na Fakultě stavební ČVUT.

Kandidátskou práci v oboru teorie a konstrukce inženýrských staveb s názvem *Základy točivých strojů*, kterou obhájil v roce 1977, vypracoval pod vedením prof. Ing. Antonína Schindlera, DrSc. Práci oponovali doc. Ing. Pavel Šlapák, DrSc. a prof. Ing. Miroš Pirner, DrSc.

V Energoprojektu pracoval na projektech ocelových konstrukcí elektráren Ledvice, Počerady a potrubního mostu přes Malý Dunaj, v projekci Škoda Praha pak na

zakázkách elektráren Guddu v Pákistánu, Mashad v Íránu, Skikda v Alžírsku, Soma B v Turecku, Kolubara v Jugoslávii, Kafr el Dawar v Egyptě, Shen-Tou v Číně a na rekonstrukci elektrárny Hodonín, odsíření elektrárny Prunéřov a dalších. Kromě toho má i podíl na projektu budovy velvyslanectví ČSSR v Berlíně, navrhoval střechu části historické budovy Národního divadla v rámci jeho rekonstrukce, nosnou konstrukci Junior hotelu v Jasně pod Chopkom, rekonstrukci Smíchovské tržnice, konstrukci šachty výtahu ve věži Staroměstské radnice (cena Interier z roku 2000), zastřešení sportovní haly Sparty, zastřešení tribun fotbalového stadionu Slavie (cena Františka Faltuse 2010) a řady administrativních budov.

V projekci Škoda Praha založil v roce 1970 oddělení ocelových konstrukcí, které postupně vybudoval, a spolupracoval při založení a konstituování stavebního oddělení, jehož vedení převzal v roce 1986. V roce 1990 byl jmenován vedoucím úseku Projekty a.s. Škoda Praha. Z funkce vedoucího útvaru Projekty odešel v roce 2003 do důchodu. Od té doby projektuje však dál samostatně i ve spolupráci s kanceláří MALCON s.r.o.

Jeho aktivity v oblasti vývoje a výzkumu vždy vycházely z potřeb vyjasnit některé problémy spojené s prací na projektech ve společnosti Škoda Praha. Od roku 1978 spolupracoval na řešení státního úkolu III-8-6/7a Dynamické účinky strojů na stavební konstrukce, od roku 1981 na výzkumu Mimořádné účinky na stavby a zařízení jaderných elektráren, státního výzkumného úkolu III-3-2 Dynamika poddajných těles a 02-123-008 Jaderně energetická zařízení s lehkovodními reaktory. Vyjasnění přenosu sil mezi prvky ocelové konstrukce kotelný elektrárny Shen Tou při zatížení vyvolaném seismickými otřesy vedlo v letech 1983 až 1984 k experimentálnímu výzkumu vlivu čelní desky na únosnost šroubového spoje namáhaného tahem. Poznání švédské školy navrhování ocelových konstrukcí během spolupráce s finskou mostárnou na realizaci ocelových konstrukcí pro elektrárnu Kafr el Dawar vedlo ke spolupráci s Ing. I. Kárníkovou, DrSc. a prof. Ing. M. Škaloudem, DrSc. při řešení úkolu Aplikace výzkumu štíhlých stěn zatížených soustředěnými tlaky na jeřábové dráhy.

Po celou dobu své profesní aktivity byl i aktivním členem VTS, obnoveného Českého svazu stavebních inženýrů a od roku 1992 i funkcionářem České komory autorizovaných inženýrů a techniků.

Ve volném čase třicet pět let vedl oddíl starších žáků v Sokole Hanspaulka. Pravidelně navštěvuje koncerty komorní i symfonické hudby. V současné době stále projektuje a kromě toho vykonává funkci předsedy pražské pobočky ČKAIT a předsedy redakční rady časopisu Stavebnictví.

Do dalších let přejeme stále hodně sil, energie, elánu a zdraví.

Jiří Náprstek

*

Ing. Svatopluk Pták, CSc. sedmdesátníkem

Svatopluk Pták se narodil 29. 7. 1942 v Praze. Studoval na prestižním gymnáziu v Hellichově ulici a pak na Strojní fakultě ČVUT specializaci kompresory a strojní chlazení. Studia dokončil v roce 1964 obhájením diplomové práce, která byla zadána Státním výzkumným ústavem pro stavbu strojů (SVÚSS). Tam pak nastoupil do zaměstnání, podstoupil vědeckou aspiranturu, prošel několika odděleními, později se stal vedoucím oddělení *výpočtové systémy* a byl tam zaměstnán až do začátku devadesátých let minulého století, kdy SVÚSS zaniká.

Od svého nástupu do SVÚSS se kolega Pták zabývá tehdy horkou novinkou – metodou konečných prvků. Soustavně se vzdělává u autorit nezpochybnitelných – u profesora M. Brdičky studuje teoretickou mechaniku, u prof. J. Nedomy numerické metody. Je jedním z hlavních tvůrců obecně koncipovaného konečnoprvkového systému PMD (Package for Machine Design), který v době nedostupnosti obdobných zahraničních produktů se stal takřka jediným efektivním prostředkem pro řešení složitých technických úloh ve strojírenství tehdejšího Československa. Program PMD, budovaný from the scratch, obsahoval základní prvkový repertoár prvků pro napěťovou i teplotní analýzu, jeho specialitou byla možnost spojovat "nekompatibilní" prvky – například "brick" a skořepinu nebo nosník a skořepinu. PMD umožňoval řešit úlohy statické i dynamické s uvažováním kontaktu, materiálových a později i geometrických nelinearit. Byly v něm zabudovány i dodnes moderní substrukturální přístupy, které opět nabyly popularity s příchodem paralelních počítačů. Program PMD byl též vybaven mocnými nástroji pro grafické zpracování výsledků. Frontální algoritmizace Gaussovy eliminační metody, jistá to verze element-by-element postupu, umožňovala v dobách dřevních běžně řešit soustavy rovnic se statisíci neznámých, dnes běžně s mnoha miliony.

Program PMD si získal věhlas spolehlivého a efektivního nástroje a byl prodán na čtrnáct pracovišť – například na tři pracoviště ČKD, do Tatry Kopřivnice, Motorletu,

ZTS Martin, na několik pracovišť tehdejší Německé demokratické republiky a na řadu míst dalších.

Úspěšně řešených technických úloh jsou desítky – creep leteckých lopatek, elektrárenské kotle, spalovací turbíny, komponenty aerodynamických tunelů aj. Snad nejvýznamnějšími byly výpočty napjatosti přírubových spojů u vysokotlakých potrubních systémů, tvarovek a skříní armatur primárního okruhu reaktoru VVER 440 a analýzy napěťových a tepelných polí, nízkocyklové únavy, stabilitní a seismické odolnosti tepelných výměníků, tlakových nádob, armatur a čerpadel pro Jadernou elektrárnu Temelín.

Je nutno zdůraznit, že PMD žije dodnes – je používán na nestandardní úlohy technické praxe i základního výzkumu. Oproti komerčním konečnoprvkovým programům, které jsou dnes běžně na trhu, je program PMD unikátní v tom, že je to otevřený systém a jako takový může být poměrně snadno rozšířen i pro řešení úloh, na něž původně nebyl koncipován. Snadno v tom slova smyslu, že stačí znát datovou a programovou strukturu systému a mechanické principy, které je třeba implementovat. A v tom je právě kolega Pták nedostižnou a nenahraditelnou osobností.

Po odchodu ze SVÚSS v roce 1991 společně s Jiřím Dobiášem zakládá dvoumužní firmu P&D s.r.o. a po dobu tří let se snaží živit konečnoprvkovými výpočty pro průmysl v rozvíjející se kapitalistické společnosti. To se příliš nedaří a v roce 1994 nastupuje do společnosti pro výpočty a měření v technice s názvem VAMET. Tam pracuje do roku 2002 a pak přechází, zpočátku na částečný, později na plný úvazek, do Ústavu termomechaniky, kde pracuje dodnes.

V Ústavu termomechaniky se zabývá řešením grantových úkolů, spolupracuje na hospodářských smlouvách pro průmysl a je studnicí informací a rad pro mladší kolegy. Jeho odpovědi na dotazy z oboru mechaniky kontinua, funkcionální analýzy, numerické matematiky a programování jsou svým způsobem úplné a přitom stimulující. Bez jeho rad, podnětů a desítek vydřených výsledků by celá řada jeho kolegů nedosáhla na mety, jež dnes třímají.

Kolega Pták byl školitelem šesti doktorandů, zapojil se do výuky na fakultách Strojní a Jaderné a fyzikálně inženýrské, dále je autorem a spoluautorem desítek publikací i několika výukových textů.

Jeho mimopracovní aktivity jsou též úctyhodné. V mládí postavil svépomocí rodinný domek – osm let mu to trvalo. Má rád klasickou muziku, je vášnivým čtenářem knih nejen odborných, historii a němčinu má v malíčku a rád zdolává vysoké kopce (ať už jsou to rakouské Alpy či Pyreneje). Se skromností sobě vlastní říká, že těm třicátníkům, kteří s ním lezou ve skupině, jen tak tak stačí.

Kolegu Ptákovi přejeme ať se mu i nadále daří .

M. Okrouhlík

*

K sedmdesátinám prof. RNDr. Ing. Jana Vrbky, DrSc., Dr.h.c.

V těchto dnech se v plné svěžesti a pracovním nasazení dožívá sedmdesáti let náš kolega a přítel, emeritní rektor VUT profesor Jan Vrbka. Narodil se 28 .8. 1942 v Jevíčku, odkud po absolvování gymnázia přišel do Brna na Vysoké učení technické studovat strojní inženýrství. S touto školou pak spojil i většinu svého dosavadního profesního působení. Ale vezměme to po pořádku.

Prvním působištěm kolegy Vrbky po získání inženýrského diplomu byla První brněnská strojírna, oddělení spalovacích turbín, kde se zaměřil na oblast pevnostních výpočtů. Při zaměstnání vystudoval ještě Přírodovědeckou fakultu dnešní Masarykovy univerzity, zahájil aspirantské studium a v roce 1969 přešel jako odborný asistent na tehdejší katedru technické mechaniky, pružnosti a pevnosti Strojní fakulty VUT v Brně. Zde zahájil pod vedením tehdejšího šéfa profesora Farlíka svoje působení jako vysokoškolský učitel. Odborně se zaměřil na numerické řešení napěťových vln při rázovém zatěžování těles. V průběhu dlouhého pedagogického působení jako asistent, docent a posléze profesor (1993) vychoval několik generací studentů, kterým i přes svoji náročnost vždy imponoval férovým přístupem, otevřeností a celkovým životním optimismem, který je nepřehlédnutelný. Jsou to právě tyto vlastnosti, které rozhodly po změnách v roce 1989 o manažerské linii pracovních aktivit profesora Vrbky. Hned v následujícím roce se stává ředitelem Ústavu mechaniky těles (1990-1994), poté děkanem Fakulty strojního inženýrství (1994-2000) a v letech 2000-2006 působí jako rektor Vysokého učení technického v Brně. Jeho zásluhy na přetváření naší fakulty a školy v moderní respektovanou technickou univerzitu jsou nepopíratelné a bylo o nich podrobněji referováno i na těchto stránkách u příležitosti předchozích medailonů k 60. a 65. narozeninám. Ani během působení ve vysokých řídicích funkcích neztratil profesor Vrbka kontakt se studenty, s mateřským pracovištěm a odbornou činností. Po celou dobu řídil Odbor statiky, pružnosti a pevnosti našeho ústavu, byl řešitelem grantů GAČR,

výzkumných záměrů, přednášel a věnoval se svým doktorandům. Proto působil zcela přirozeně i jeho návrat k plnému pedagogickému úvazku po roce 2006, přestože řada povinností a závazků z předchozího období stále trvá. Jak sám oslavenec přiznal, plný návrat k pedagogické a odborné práci vnímá jako novou, obohacující životní etapu.

Ve své odborné práci se profesor Vrbka zabývá především výpočtovým i experimentálním řešením problémů pevnosti nádob pro extrémně vysoké tlaky a konstitutivními a mezními stavy kompozitních materiálů. Kromě České společnosti pro mechaniku pracoval v European High Pressure Research Group, International Association for the Advancement of High Pressure Science and Technology a Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik. Působil a dosud působí ve vědeckých radách řady institucí, v redakcích časopisů Inženýrská Mechanika, Strojnícky časopis, Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences.

Měl jsem osobně to štěstí potkávat se s profesorem Vrbkou po dlouhá léta v mnoha situacích - jako student, vědecký aspirant, později jako kolega sdílející společnou kancelář, jako podřízený pracovník i jako nástupce ve funkci ředitele ústavu mechaniky brněnské strojní fakulty. Věřím proto, že mohu za všechny zmíněné kategorie studentů i spolupracovníků popřát dnešnímu jubilantovi v dalším životě pevné zdraví, duševní pohodu a radost v práci i v rodině.

Jindřich Petruška

*

Ing. Jaromír Král, CSc. oslavil 65. narozeniny

V únoru 2012 se dožil Jaromír Král ve zdraví a v plné práci svých 65. narozenin. Od roku 1976 je zaměstnán na ČVUT v Praze, Kloknerově ústavu, kde působí dosud. Po studiu na Inženýrské fakultě pozemních vojsk VAAZ v Brně začal pracovat jako strojní inženýr na svém prvním působišti v Ústavu aplikované mechaniky VŽKG při VAAZ v Brně pod vedením prof. Vlastimila Křupky. Do laboratoře ústavu ho přivedl zájem o moderní měřicí techniku a možnosti jejího využití. Této problematice zůstal věrný až dosud.

Podílel se na řešení velmi široké škály technických problémů, zahrnujících účinky větru na stožáry vysílačů, zatížení korečkových rypadel, namáhání konstrukcí speciálních vozidel, kmitání prutů v palivových člancích jaderného reaktoru v Jaslovských Bohunicích, aplikaci tenzometrických měření za vysokých teplot, namáhání přivaděčů vodních elektráren, přesunu děkanského kostela v Mostě a řadě dalších. Vzpomíná na své učitele z té doby Ing. Ivana Wasgestiána, doc. Miloše Vlka a doc. Viktora Kanického, kteří mu byli vzorem svou pracovitostí a odborným rozhledem.

V roce 1984 obhájil na Stavební fakultě ČVUT kandidátskou dizertační práci na téma *Některé druhy zatížení stavebních konstrukcí větrem a možnosti zpřesňování jejich modelů* pod vedením prof. Pavla Nováka. Výsledky této práce se promítly do zpřesnění normy ČSN 73 0035 a později byly uplatněny také při stavbě větrného tunelu, jehož byl iniciátorem. Stavba větrného tunelu s modelovanou mezní vrstvou byla realizována ve spolupráci KÚ ČVUT a VZLÚ a.s. Její umístění ve VZLÚ přineslo do stavby tunelu dlouholeté zkušenosti z provozu aerodynamických tunelů, odborné kapacity a perspektivně společné přístrojové vybavení. Ing. Král pracoval na vývoji modelovaných mezních vrstev, vyvinul pro potřeby modelových měření metodiku měření tlaků na povrchu modelů budov a metodiku měření odezvy aeroelastických modelů.

V Kloknerově ústavu se podílel na modernizaci experimentálního vybavení ústavu pro dynamická měření. Spolupracoval na dynamických zkouškách základů velkých turbosoustrojí u nás i v zahraničí. Zorganizoval modernizaci řízení elektrohydraulických zatěžovacích systémů ve zkušebně ústavu a využil tuto metodiku pro řízení elektrohydraulického budiče kmitání pro zkoušky velkých mostů.

V souvislosti se zaváděním Eurokódů se podílel na přípravě normy pro zatížení větrem. Mezi jeho původní práce patří analýza rychlostí větru ve vybraných stanicích ČMHÚ, která byla publikována v časopise Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Na jejím základě inicioval spolu s RNDr. Jiřím Hostýnkem vytvoření nové mapy větrných rychlostí v ČR, která se stala součástí normy.

Spolupracuje na projektech ministerstva dopravy, zaměřených na uplatnění modální analýzy při dynamických zkouškách mostů a dlouhodobém monitorování zatížení mostů od těžké nákladní dopravy a účinků teploty. Výsledky řešení byly zahrnuty do publikace T. Rotter, M. Polák, J. Král: *Využití modální analýzy pro návrh, posouzení, opravy, kontrolu a monitorování mostů pozemních komunikací* (Technické podmínky TP 215) a do V. Křístek a kol.: *Doporučení pro navrhování, posuzování a sledování betonových mostů PK* (Příloha 6 technických podmínek TP 144).

Svoji vědeckou aktivitu uplatnil v posledních letech při řešení projektů GAČR, TAČR, ESF, Copernicus a dalších. Značnou část své tvůrčí kapacity zaměřuje na spolupráci s praxí.

Je autorem řady publikací, zejména příručky ČKAIT, spoluautorem dvou kapitol v odborných knihách a přibližně 20 příspěvků v odborných a vědeckých časopisech a 60 příspěvků na konferencích u nás i v zahraničí. Od roku 1992 se podílí na výuce doktorandů v Kloknerově ústavu a na Fakultě stavební ČVUT v předmětech Experimentální analýza konstrukcí a Větrné inženýrství.

Jubilant je přátelské povahy, zodpovědný a vysoce kvalifikovaný. Do dalších let mu přejeme mnoho zdraví, osobní pohody a ještě řadu dalších odborných a vědeckých úspěchů v jeho životě.

Daniel Makovička

Prof. Ing. Václav Cyrus, DrSc. pětasedesátníkem

Prof. Ing. Václav Cyrus, DrSc., významný český vědec v oblasti vnitřní aerodynamiky, oslavil dne 11. září své šedesáté páté narozeniny. Místem jeho narození je město Nymburk.

V roce 1971 absolvoval s vyznamenáním Fakultu strojní ČVUT v Praze. Potom nastoupil do Státního výzkumného ústavu pro stavbu strojů (SVÚSS) v Praze - Běchovicích. V odboru mechanika tekutin se zabýval experimentálním a teoretickým výzkumem turbokompresorů. Svoji kandidátskou dizertační práci na téma *Sekundární proudění a jeho vliv na vlastnosti osového kompresoru* obhájil v roce 1980. Vědeckou hodnost doktora věd získal v roce 1990 po obhájení práce *Třírozměrné proudění v osovém kompresoru a jeho modelování při stanovení aerodynamických charakteristik*. Docentem byl jmenován roku 2005 po obhájení habilitační práce *Aerodynamický návrh vysokotlakého osového ventilátoru s využitím nejnovějších výpočtových metod a jeho experimentální ověření*. Od 20. června 2012 je profesorem pro obor aplikovaná mechanika.

Ve SVÚSS se zabýval především problematikou osových a radiálních kompresorů a ventilátorů. Dosáhl pozice vedoucího oddělení Turbokompresory a ventilátory (1987 – 1994) a od roku 1990 byl zástupcem vedoucího odboru Mechanika tekutin. Po rozpadu ústavu přešel do firmy AHT Energetika s.r.o. jako společník a jednatel. Zde působí od roku 1995 do současné doby.

V roce 1991 absolvoval dvouměsíční studijní pobyt v laboratoři turbostrojů na Ecole Centrale v Lyonu. Ve stejném roce vykonal ještě třítydenní přednáškový pobyt ve špičkovém vědecko – výzkumném centru v Hsinchu na Tchaj-wanu. Dnešní tchajwanské centrum Hsinchu nám může docela připomínat bývalý český komplex

výzkumných ústavů v Praze – Běchovicích, kde jedním z nich byl i SVÚSS. Nicméně tchajwanské centrum vzniklo mnohem později – až v roce 1980 – tedy přesně v době, kdy profesor Cyrus, po téměř desetiletém působení ve SVÚSS, už obhájoval svoji kandidátskou dizertační práci.

V letech 1998 – 2007 byl externím vyučujícím na ČVUT v Praze a byl školitelem několika doktorandů. V období 1999 – 2005 byl členem komisí GAČR (oborová komise Technické vědy a podoborová komise Strojírenství). V letech 1991 – 1998 byl dopisujícím členem Evropské společnosti pro proudění, turbulenci a spalování (ERCOTAC – European Research Community of Flow, Turbulence and Combustion). Na ČVUT v Praze působí jako člen komise pro obhajoby doktorských dizertačních prací v oboru Energetické stroje a Mechanika tekutin a termomechanika.

Odborné zaměření profesora Cyruse je až neuvěřitelně široké. Původně se soustředil především na vnitřní aerodynamiku osových a radiálních kompresorů a ventilátorů. Od dob svého působení ve SVÚSS je špičkovým odborníkem světového formátu v navrhování ventilátorů a kompresorových stupňů. Zabývá se též problematikou složitého trojrozměrného proudového pole v těchto strojích, odtržením mezní vrstvy v lopatkových řadách i objasňováním nestacionarit v těchto případech. Svoje zaměření postupně rozšířil i do oblastí průmyslových ventilátorů a jejich provozu na uhelných elektrárnách. Dalšími oblastmi jsou optimalizace ventilátorů používaných v energetice, intenzifikace provozu plynových hořáků, zvyšování účinnosti ventilátorů v elektrárnách a zdokonalování reverzibilních ventilátorů. A ještě další oblastí je výzkum chlazení spalovacích motorů a jejich chladicích soustav.

Profesor Cyrus je autorem a spoluautorem více než 150 výzkumných zpráv a 70 článků publikovaných v různých časopisech a sbornících. Nejvýznamnější výsledky publikoval ve 14 člancích ASME (ASME Paper). Několik článků vyšlo ve významných časopisech Journal of Turbomachinery – Transaction of the ASME a Journal of Engineering for Power – Transactions of the ASME. Je autorem monografie *Secondary Flow in Axial Compressors and Its Effect on Aerodynamic Characteristics*. V americké a německé literatuře lze nalézt mnoho desítek jeho citací.

Na tomto místě bude dobré zdůraznit, že mnohé vynikající návrhové práce aplikačního charakteru podléhají přísným pravidlům zadavatelských firem a tak nemohou být publikovány – bohužel pro nás. Výše zmíněné publikace jsou proto jen malou ukázkou toho, jak prof. Cyrus dostává vědu do strojírenské praxe a přitom jen tak mimochodem posouvá dopředu poznání v základním výzkumu. Můžeme si jen povzdechnout: kéž by mnozí v základním výzkumu měli takto bohatou publikační činnost!

Na závěr poznamenejme jeden známý citát, který před více než sto lety charakterizoval přístup vědce usilujícího o použitelné výsledky. Vědce, který ví, že výsledky na papíře jsou jenom částí jeho tvůrčí cesty. Ten citát kdysi pronesl slavný Louis Pasteur (1822 – 1895): „*There are no such things as applied sciences, only applications of science*”. Prof. Cyrus takový přístup bere za svůj i v dnešní době, což je pro nás všechny velké štěstí. A zároveň velká šance přiučit se takovému přístupu, dneska už tolik vzácnému.

Přejeme profesoru Václavu Cyrusovi mnoho zdraví, štěstí, úspěchů i pohody v jeho dalším odborném působení i v osobním životě.

Zdeněk Trávníček a Petr Wurst

*

Igor Eisner petašedesátníkem

Igor Eisner je jedním z mála členů České společnosti pro mechaniku, který zůstal společnosti věrný i po rozpadu Československa. Narodil se 20. srpna 1947 v Martině.

Podstatnou část svého života pracoval ve Výzkumnom a vývojovom ústave Závodov ťažkého strojárstva ve Zvoleni. Jeho pracovní náplní byly konstrukční a výpočtářské práce související se stavbou nakladačů a rypadel na podvozcích nákladního automobilu Tatra. Byl nadšeným propagátorem zavádění výpočetní techniky – v sedmdesátých letech minulého století se začínalo skutečně od píky. Novinkou na tehdejším trhu byl programovatelný kalkulátor HP 9100B, který měl neuvěřitelných 192 registrů paměti – ty se z jednoho konce zaplňovaly programem, z druhého daty. Když po pár letech přišel model HP9830, vybavený maticovou algebrou a souřadnicovým zapisovačem, párkrát jsme se s Igorem setkali a měli jsme pocit, že naše výpočtové touhy jsou na dlouhá léta satureovány.

Současně se zaváděním moderní výpočetní techniky (krátce nato přišly v rychlém sledu tzv. minipočítače a později i sálové počítače) kolega Eisner intenzivně studoval mechaniku kontinua a numerickou matematiku a způsoby její efektivní algoritmizace. To ho nutně muselo dovést k maticovým metodám v mechanice a následně k metodě konečných prvků. V té době se vše dělalo "from the scratch" a tak s úzkou skupinou spolupracovníků začal vytvářet modulární konečnoprvkový systém nazvaný IVS. Systém se vyvíjel mnoho let, měl široký záběr, a byl schopen řešit i dynamické kontaktní úlohy s velkými deformacemi, které firma potřebovala pro návrh a výpočty bezpečnostních kabin stavebních strojů a byl používán i na dalších pracovištích.

Při své práci byl kolega Eisner v úzkém kontaktu s kolegy z univerzit i výzkumných pracovišť celého tehdejšího Československa – mimo jiné to byly Ústav aplikované mechaniky VUT Brno, SVÚSS Běchovice, Dopravoprojekt Brno, VŠDS Žilina, VÚMV Praha či Ústav termomechaniky ČSAV. S podnětnými odbornými příspěvky se zúčastňoval mnoha seminářů a konferencí. S potěšením vzpomíná na

plodné diskuze vedené s prof. V. Kolářem, prof. C. Höschlem, prof. J. Murínem, doc. R. Breptou a mnoha jinými.

Po roce 2000 se kolega Eisner aktivně podílel na řadě projektů v rámci grantových agentur i v rámci spolupráce s univerzitami. Projekty se týkaly vyhodnocování životnosti, numerické simulace únosnosti konstrukcí s uvažováním velkých deformací a plasticity a byly tak přirozenou testovací platformou pro další vývoj systému IVS.

Po maturitě na strojní průmyslovce byl Igor Eisner přijat na Vysokou školu strojnickou v Bratislavě, kterou však z vážných zdravotních důvodů nedostudoval. Nicméně rozsah práce, kterou odvedl, svědčí o člověku nesmírně pracovitém, cílevědomém, schopném pro přátelský přístup k lidem soustředit kolem sebe výkonný pracovní kolektiv a dotahovat složité úlohy technické praxe do cíle.

Přejeme mu, aby ho elán, s nímž přistupuje jak k práci, tak svým fotografickým koníčkům, neopustil. Hodně zdraví, spokojenosti.

M. Okrouhlík
