

Čsm

BULLETIN

ČESKÁ SPOLEČNOST
PRO MECHANIKU

1·1994

BULLETIN 1'94

ČESKÁ SPOLEČNOST PRO MECHANIKU

Nové složení jednotlivých útvarů České společnosti pro mechaniku

Valné shromáždění České společnosti pro mechaniku se dne 26. 10. 1992 usneslo, že demokratizační proces by měl být zakončen volbami do všech poboček, sekcí, odborných a pracovních skupin do konce roku 1993. Toto usnesení bylo zveřejněno v Bulletinu č. 3, 1992, str. 1 - 2 a v č. 2, 1993, str. 1 - 2 a písemně urgované v červnu a v listopadu 1993. Proto se koncem roku 1993 konaly podle nového volebního řádu (Bulletin, 1992, č. 3, str. 12 - 13) volby do všech útvarů Společnosti, a to ponejvíce formou korespondenční, kterou volební řád umožňuje a jež se dosti osvědčila.

Výsledky voleb jsou tyto:

Brněnská pobočka

- Prof. Ing. Jaromír Slavík, CSc. - předseda
- Doc. Ing. Viktor Kanický, CSc.
- Doc. Ing. Oldřich Navrátil, CSc.
- Doc. Ing. Stanislav Vejvoda, CSc.
- Doc. Ing. Miloš Vlk, CSc.

Plzeňská pobočka

- Prof. Ing. J. Rosenberg, DrSc. - předseda
- Ing. Miroslav Balda, DrSc.
- Ing. Václav Dolhof, CSc.
- Doc. Ing. Vladislav Laš, CSc. - hospodář
- Doc. Ing. Jiří Linhart, CSc.
- RNDr. Ing. Ladislav Lukáš, CSc.
- Doc. Ing. Radim Mareš, CSc.
- Ing. Milan Rais, CSc. - tajemník
- Doc. Ing. Miroslav Šťastný, DrSc.

Liberecká pobočka

- Prof. RNDr. B. Stříž, DrSc. - předseda
- T3 - Matematické metody v mechanice tekutin
- Prof. RNDr. K. Kozel, DrSc. - předseda
- Doc. RNDr. J. Neustupa, CSc. - zástupce
- Doc. RNDr. S. Čipera, CSc.
- M1 - Technická mechanika
- Doc. Ing. V. Stejskal, CSc. - předseda
- Ing. F. Peterka, DrSc.
- Ing. L. Pešek, CSc.

BULLETIN

1/94

České společnosti pro mechaniku
vydává Česká společnost pro mechaniku

Odpovědný pracovník
a redakce časopisu: Ing. Miloslav Okrouhlík, CSc.
Ústav termomechaniky AV ČR
Dolejškova 5, 182 00 Praha 8
tel. 6605 3158, 6641 5158, 6641 5159
Fax 858 4695

Jazyková korektura: RNDr. Eva Hrubantová
Adresa sekretariátu: Dolejškova 5, 182 00 Praha 8

Určeno členům České společnosti pro mechaniku

Novinové výplatné povoleno ŘPP Praha,
čj. 3249/93 ze dne 9. listopadu 1993 - hrazeno převodem

Tiskne: MERCANTA s.r.o., Zenklova 34, Praha 8
Evid. č. UVTEI 79 038

S/11962/94

M3 - Mechanika únavového porušování materiálu

Ing. Milan Růžička, CSc. - předseda
Ing. Jiří Fidranský, CSc.
Ing. Lubomír Gajdoš, CSc.
Ing. Miroslav Hanke, DrSc.
Ing. Milan Šatra, CSc.
Ing. Stanislav Vejvoda, CSc.
Ing. Jaroslav Vojtíšek, CSc.

M4 - Mechanika složených materiálů a soustav

Doc. Ing. Stanislav Holý, CSc.
Ing. Jiří Minster, CSc.
Ing. Jaroslav Padovec, CSc.
Ing. Martin Paloda, CSc.
Ing. Zdeněk Převorovský, CSc.
Doc. RNDr. Lubomír Sodomka, CSc.
Ing. Branko Turčič, CSc.
Doc. Ing. Vladimír Weiss, CSc.
Ing. Jaroslava Zemánková, CSc.
Prof. Ing. Václav Zilvar, CSc.

E1 - EAN Experimentální analýza napětí

Ing. J. Beneš, CSc.
Ing. V. Dolhof, CSc.
Doc. Ing. S. Holý, CSc.
Doc. RNDr. M. Hrabovský, DrSc.
Ing. V. Humen, CSc.
Ing. P. Jaroš, CSc.
Ing. J. Visner, CSc.
Doc. Ing. M. Vlk, CSc.

G - Geomechanika

Doc. Ing. J. Feda, DrSc. - předseda
Prof. Ing. O. Fischer, DrSc.
Doc. Ing. Z. Štěpánek, CSc.

G2 - Seismické inženýrství

Prof. Ing. Ondřej Fischer, DrSc. - předseda
RNDr. Vladimír Schenk, DrSc.

G3 - Numerické metody v geomechanice

Prof. Ing. Dr. tech. Vladimír Kolář, DrSc. - čestný předseda
Ing. Marta Doležalová, CSc. - předsedkyně
Prof. Ing. Josef Aldort, DrSc. - vedoucí redakční rady
Doc. RNDr. Radim Blaheta, CSc.
Ing. Mária Masarovičová, CSc.

P6 - Teorie stavebních inženýrských konstrukcí

Prof. Ing. Ladislav Frýba, DrSc. - předseda
Prof. Ing. M. Baťa, DrSc.
Prof. Ing. O. Fischer, DrSc.
Prof. Ing. V. Kříštek, DrSc.
Ing. M. Studničková, CSc.

Několik odborných a pracovních skupin se do konce roku 1993 neozvalo, takže bohužel musíme předpokládat, že ukončily svou činnost. Z této důvodů se předsednictvo Společnosti usneslo, že připraví nové organizační schéma, přičemž by se Společnost dělila pouze na místní pobočky a na sekce. Vznik nových sekcí bude samozřejmě možný i v budoucnu. Uvítáme proto Vaše návrhy na eventuální jiné organizační uspořádání.

Předsednictvo Společnosti

Model turbulence $k-\epsilon$ kontra Reynolds-stress-turbulence-model

(jedna pověra v hydrodynamice)

Ing. Ivo Zuber, CSc.

Postupně zdomácnely metody numerického zpracování turbulentního proudění, a tak se setká i praktik s modelem turbulence $k-\epsilon$ a z přehledu ví, že existují modely, které přímo určují tzv. Reynoldsova napětí (modely RSTM). Modely turbulence se prezentují jako soubor vzorců, jejichž fyzikální obsah praktikovi nemusí být zřejmý. Tak vznikají tyto představy :

1. Modely vicerovnicové (RSTM) jsou podstatně lepší, než model $k-\epsilon$, který je pouze "dvourovnicový".
2. Hlavní vadou modelu $k-\epsilon$ je, že pracuje s "nefyzikální" turbulentní vazkostí.
3. Numerické řešení se nepovedlo, protože byl vybrán nevhodný model turbulence.

Složitý jev turbulence nemůže přirozeně žádný model plně vystihnout. Každý model má slabá místa. Ve svém výkladu chci se pokusit vyložit, že právě ona slabá místa jsou společná modelům $k-\epsilon$ a modelům RSTM a že představy, které vedly k "pofidérní" turbulentní vazkosti, jsou obsaženy i v modelech RSTM.

I když chci vyložit především fyzikální souvislosti, neobjedu se bohužel bez některých rovnic. Vycházím z knihy J. O. Hinze "Turbulence", [1] konkrétně z ruského překladu z r. 1963. Kniha bohužel není zvláště čtivá, naštěstí použije jen úvodní část, kde je vyloženo odvození tzv. Reynoldsových rovnic, a obsah velmi hutných 7 stránek 295 až 301, kde autor vyložil exaktní východiska modelů RSTM v době, kdy z vicerovnicových modelů - podle mých znalostí - existoval jen Rottův model typu RSTM (1951). Dohodneme se, že za "exaktní" označím vše, co lze odvodit z Reynoldsových rovnic. Nechám tedy stranou to, co souvisí s oprávněností střední Navierových-Stokesových rovnic v čase a s problematikou řešení těchto rovnic, např. jednoznačnost řešení apod.

Informace o modelu k-ε převezmu z [2], za protějšek, model typu RSTM, jsem vybral model autorů Launder a kol. [3]. Pokud je někde použit v současné době model typu RSTM, je to pravě většinou tento model. Hinze pracuje v úvodní části ještě s rovnicemi proudění při proměnné hustotě. Ve svém výkladu však hned z počátku pokládám proudící tekutinu za nestlačitelnou, hustotu i molekulární vazkost za konstantní. Výchozí rovnice jsou pak rovnice zachování hybnosti proudění vazké tekutiny. Předpokládá se, že neusporádaný turbulentní pohyb je těmito rovnicemi popsán. Pak vycházíme z :

$$\frac{\partial \bar{U}_i}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{U}_i \bar{U}_j)}{\partial \bar{x}_j} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{x}_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{U}_i}{\partial \bar{x}_j \partial \bar{x}_j} \quad (1)$$

a rovnice kontinuity :

$$\frac{\partial \bar{U}_j}{\partial \bar{x}_j} = 0 \quad (2)$$

ZáZNAM rovnic je založen na tzv. Einsteinově konvenci. Indexy $i=1,2,3$ atd. vztahují se na kartézské souřadnice. Vyskytujuji-li se ve výrazu dva shodné indexy, pak výraz značí součet, je-li ve každém členu rovnice jednotlivý index, pak výraz má význam vektoru. Je-li v každém členu stejný pár odlišných indexů, pak celý výraz má význam rovnosti mezi složkami tenzoru. Rovnice (1) nahrazuje 3 rovnice pro vektor se složkami $i=1,3$, přičemž

$$\frac{\partial (\bar{U}_i \bar{U}_j)}{\partial \bar{x}_j} \equiv \sum_{j=1}^3 \frac{\partial (\bar{U}_i \bar{U}_j)}{\partial \bar{x}_j}$$

a v dalším textu uvedená rovnice (4) pro $\bar{u}_i \bar{u}_j$ nahrazuje šest rovnic.

Teorie založená na Reynoldsových rovnicích zavádí jak známou fluktuaci rychlosti a tlaku U_i , P_i a v čase středěné veličiny \bar{U}_i , \bar{P} . Po trochu pracném dosazování získáme rovnici zachování hybnosti časově středěných veličin :

$$\frac{\partial \bar{U}_i}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{U}_i \bar{U}_j)}{\partial \bar{x}_j} = - \frac{\partial \bar{P}}{\partial \bar{x}_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{U}_i}{\partial \bar{x}_j \partial \bar{x}_j} - \frac{\partial}{\partial \bar{x}_j} \bar{u}_i \bar{u}_j \quad (3)$$

Ve shodě s [1] značí velká písma rychlosť a tlak pohybu tekutiny, vodorovná čára nad nimi středění a veličiny s

malými písma fluktuace. Vynechávám tedy čárky ('), kterými jsou ve starších pramenech označovány fluktuace.

S přijatelnou přesnosti je tato rovnice (3) a z ní odvozená rovnice zachování mechanické energie v souladu s tím, co nám dává experiment. Rovnice bývá i běžným základem numerického zpracování turbulentního proudění. Při tom se obvykle v oblasti vzdálené od stěny zanedbá člen s molekulární vazkostí (předposlední člen vpravo). Dalším dosazováním, které najdeme v [1], dostaneme rovnice pro korelace (momenty, Reynoldsova napětí) rovnice (4.3) na str. 296 v [1]. Tyto rovnice mohou mít u různých autorů odlišný tvar. Rozdíly vznikají tam, že také fluktuace musí vyhovovat rovnici kontinuity a pak vznikají aplikaci pravidla o derivaci součinů alternativní výrazy. Pro nespecialistu představují rovnice pro Reynoldsova napětí, po naši dohodě "exaktní", jeden shluk symbolů. Uvedu proto rovnice ve formě, z níž lze odvodit fyzikální význam jednotlivých členů rovnic a vyčíst - v souladu s běžnými představami hydrodynamika - i některé "exaktní" souvislosti.

Vhodný je tento z literatury [7] převzatý tvar rovnic :

$$\frac{\partial (\bar{u}_i \bar{u}_j)}{\partial t} + \bar{U}_k \frac{\partial \bar{u}_i \bar{u}_j}{\partial \bar{x}_k} = \bar{P}_{ij} + \phi_{ij} + d_{ij} - \epsilon_{ij} \quad (4)$$

Kdyby pravá strana rovnic neobsahovala další neznámé korelace, pak bychom jejich (numerickým) řešením mohli určit "exaktně" Reynoldsova napětí, dosadit je do (3), a tak zpracovat turbulentní proudění. Využit r. (4) lze jen tak, že najdeme "rozumné náhrady" dalších neznámých v (4). Rovnice (4) představuje rovnost mezi složkami symetrického tenzoru, shrnuje proto 6 vztahů pro $i=1,3$, $j=1,3$.

První člen na levé straně je nestacionární člen. Přidává se více méně formálně. Věřím tomu, že si sotva někdo ještě dále komplikoval práci tím, že vyšetřoval vliv nestacionárních "pomalých" změn základního proudového pole na turbulenci. Další člen na levé straně má zřetelný a důležitý fyzikální význam. Člen tohoto typu označujeme jako konvektivní nebo advektivní člen. Rovnice matematické fyziky s tímto členem bývá označena jako transportní rovnice. Konvektivní člen vyjadřuje unášení veličiny $\bar{U}_i \bar{U}_j$. Podle "exaktní" teo-

rie jsou tedy Reynoldsova napětí unašena tak jako nějaké barvivo nebo nějaká příměs. Uvedený člen proto vyjadřuje představu, že turbulence v nějakém místě závisí na turbulenci před tímto místem. I když konvektivní člen je často malý a dokonce v případě rozvinutého proudění mezi rovnoběžnými stěnami nulový, tak nemůže být vynechán. Bez něho by model nevyjádřil podstatnou část reality.

Na pravé straně máme pak člen :

$$P_{ij} = - \left(\overline{u_i u_k} \frac{\partial \bar{U}_j}{\partial x_k} + \overline{u_k u_j} \frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_k} \right) \quad (5)$$

Tento člen představuje zřídlu turbulence a je (až na nepatrnu část) roven propadu mechanické energie časově středěného proudu. Nenechme se mylit znaménkem minus před výrazem. Integrál tohoto člena přes celé proudové pole je vždy kladný. Spory o tom, zda může být výjimečně v některém místě záporný, přenecháme rádi specialistům. Znamenalo by to, že by v tomto místě přecházela mechanická energie z neusporeádáneho turbulentního pohybu zpět do v čase středěného pole rychlosti. Členem (5) zásobuje časově středěný proud turbulentní pohyb mechanickou energii. V rovnici zachování mechanické energie v čase středěného proudění (tj. v rovnici, která popisuje běžné procesy technické hydrodynamiky) objevuje se propad, tzv. disipační člen, který je zhruba roven rozdílu např. celkových tlaků, kterými určujeme "ztráty". Tento člen je roven právě zřídli (5). Jinými slovy : v bilanci mechanické energie časově středěného pole se objevuje "manko", propad mechanické energie, který se rovná (až na nepatrnu kvantitu, která nemá praktický význam) právě zřidli v rovnících (4).

$$\phi_{ij} = - \frac{p}{\rho} \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \quad (6)$$

Další člen (6) je tzv. redistribuční člen. Tento člen je zodpovědný za to, že korelace $\bar{U}_i \bar{U}_j$ mají tendenci se vyrovnat. U stěny, kde je produkce Reynoldsových napětí velká, "rodi se" rozdílná napětí $\bar{U}_1 \bar{U}_1, \bar{U}_2 \bar{U}_2, \bar{U}_3 \bar{U}_3$, tato napětí se dostávají difuzi (člen (7)) do střední části proudu, kde se právě redistribuční člen o to postará, aby se mechanická energie stejnoměrněji rozdělila mezi jednotlivá napětí (viz obr.32 v knize [1]). Velmi pravděpodobně se do-

sud nepodařilo tento člen stanovit experimentálně. Modely turbulence RSTM nemohou jinak, než hledat nějakou nahradu, a pak výsledek - který záleží i na nahradě dalších členů - porovnat s experimentem.

$$d_{ij} = \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\overline{u_i u_j u_k} + \delta_{jk} \frac{\overline{u_i p}}{\rho} + \delta_{ik} \frac{\overline{u_j p}}{\rho} - \nu \frac{\partial \overline{u_i u_j}}{\partial x_k} \right) \quad (7)$$

Ze struktury členu (7) plyne, že vyjadřuje divergenci vektoru (členy v závorkách). První člen v závorce lze měřit. Člen je interpretován jako difuzní člen. Vyjadřuje tendenci k vyrovnavání rozdílů Reynoldsových napětí s okolními (se stejnými indexy). Tento člen nebývá čiselně velký. Pro pořádek uvádí, že v systému RSTM, který zde předvádí, obsahuje člen (7) čiselně zanedbatelný propad.

$$\epsilon_{ij} = 2\nu \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_k} \frac{\partial \overline{u_j}}{\partial x_k} \quad (8)$$

Člen (8) představuje propad napětí $\bar{U}_i \bar{U}_j$ se stejnými indexy $i=j$, vyjadřuje nevratnou přeměnu mechanické energie v teplo. Před několika roky nebyly k disposici metody k přesnému stanovení těchto členů. Nepřehlédneme, že se ve výrazech (7) a (8) sčítá přes index $k=1,2,3$.

Reynoldsovy rovnice obsahují tedy "exaktní" levou stranu a "exaktní" první člen na pravé straně, spíše malý difuzní člen a další dva členy, které musíme nějak rozumně nahradit.

První "modely turbulence" vyšly ovšem z rovnice bilance energie fluktuaci rychlosti k . Tato veličina je definována výrazem (9), který dostaneme sečtením členů rovn. (4) se shodnými indexy $i=j$:

$$k = \frac{1}{3} \overline{u_i u_i} = \frac{1}{3} (\overline{u_1 u_1} + \overline{u_2 u_2} + \overline{u_3 u_3}) \quad (9)$$

k je přesně vzato veličinou o rozměru $(m/s)^2$. Fyzikální rozměr bychom dali do pořádku, kdybychom všechny rovnice násobili konstantní hustotou. Výraz "energie fluktuaci" pro k se však běžně používá. Transportní rovnice pro k má tuto podobu :

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{U}_{jk})}{\partial x_j} = \quad (10)$$

$$= - \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{p}{\rho} + k \right) u_j + \nu \frac{\partial^2 k}{\partial x_j \partial x_j} - \bar{u}_j \bar{u}_j \frac{\partial \bar{U}_1}{\partial x_j} - \nu \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_j} \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_j}$$

produkce disipační

Rovnice (10) má obdobnou strukturu jako rovnice pro jednotlivá Reynoldsova napětí. Obsahuje vlevo nestacionární člen a konvektivní člen, na pravé straně difuzní člen, zřídlo a propad. Neobsahuje přirozeně redistribuční člen, protože nezpracovává jednotlivá Reynoldsova napětí. Redistribuční členy se při odvození (10) sčítáním vynulují. Poslední člen vpravo je disipační člen, který jako ϵ dal modelu $k-\epsilon$ své jméno. S termíny *produkce* a *disipace* se v dalším textu ještě několikrát setkáme, poměr těchto veličin je běžně označován symbolem P/ϵ . Prosím čtenáře o prominutí za kolizi označení. P je v (1) tlak. Běžně použity symbol P za produkci se objeví v tomto članku vždy ve výrazu pro poměr P/ϵ a v (22).

Obdobně jako "exaktní" transportní rovnice pro Reynoldsova napětí najdeme "exaktní" rovnici pro k v různých podobách. Rozdíly nemají praktický význam. Po delším váhání jsem zde použil "horší", ale více použitý tvar (viz 4.dodatek).

V roce 1945 sestavil L. Prandtl kombinaci rovnice pro k s empirickým vztahem pro tzv. turbulentní vazkost model turbulence (tenkrát se tomu ale ještě neříkalo "model"), který by dokázal empirická data odlišných typů proudění, zejména proudění v kanálech a ve volných proudech, přibližný ale přitom jednotným způsobem interpretovat. V dalším textu popsáne modely jsou - nedá se svítit - vlastně postupným vyplňením a doplněním myšlenek L. Prandtla. Tyto základní myšlenky jsou i srozumitelné a blízké praktickému hydrodynamikovi, který nemá čas se zabývat složitým odvozováním. Prandtl předpokládá, že v proudech, kde převládá hlavní směr proudu ve směru x , lze tečná napěti vyjádřit vztahem:

$$\tau_{12}/\rho \approx - \bar{u}_1 \bar{u}_2 \approx \nu_T \frac{\partial \bar{U}_1}{\partial x_2} \quad , \quad (11)$$

kde turbulentní vazkost je dána :

$$\nu_T = L \sqrt{k} \quad (12)$$

Zdánlivě si mnoho nepomohl, protože dostal dvě další neznámé, měřitko L a energii fluktuací k , kterou ostatně teh-

dy ještě označoval jako "Turbulenzgröße". L. Prandtl si pomůže tak, že v rovnici pro energii fluktuací rychlosti (10) nahrazuje (dnes se tomu říká "modeluje") difuzní člen a disipační člen. Difuzní člen mohlo dosti výrohodně nahradit na základě předpokladu, že difuzní tok je úměrný gradientu k (což bylo ostatně v poslední době potvrzeno). Dále využil, že v případě "plně rozvinuté" turbulence je disipační člen dán úměrou :

$$\epsilon = \nu \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_k} \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_k} = \frac{k}{l^{3/2}} \quad (13)$$

zde je l další měřítko. Zatím co L je měřítkem velkých virů, je l měřítkem malých virů, směrodatných pro disipaci. Zastavme se ještě trochu u vztahu mezi měřítka "velkých" a "malých" virů. Z praxe hydrodynamika plyne, že při velkých Re-číslech hydraulické odpory málo závisí na Re-čísle. Z toho pak plyne, že i poměr obou měřitek málo závisí na Re-číslech.

Musíme však zřejmě počítat s tím, že poměr těchto měřitek je odlišný u proudění v kanálech různých typů, ve volném proudu atd. Příroda je k nám však milosrdná a odchylinky reálného poměru "malého" a "velkého" měřítka od nějaké "univerzální" hodnoty jsou rádu desítek % a nikoliv snad stovek %. Z experimentů ve volných proudech a kanálech plyne:

$$L = C_\mu l \quad , \quad (14)$$

při $C_\mu = 0.065$ až 0.11

Obr. 1 ukazuje, do jaké míry je úměra měřitek v souladu s realitou, viz také 5.dodatek.

Zatím máme k dispozici zhruba poměr těchto měřitek, chybí nám však skutečná hodnota měřítka. Pokud přijmeme úměru těchto měřitek, je jedno, zda hledáme L nebo l . Prandtl pokračoval tak, že hledal pro typické konstelace empirické algebraické vztahy pro měřítko. Jeho model obsahoval pak jen jednu parciální diferenciální rovnici pro k a přidavné empirické algebraické vztahy pro měřítko, které se lišily pro odlišné konstelace proudění. Dalším krokem byly návrhy univerzálních rovnic pro měřítko, které by umožnily sestrojit model turbulence pro - co možná - libovolnou geometrickou konstelaci okraje.

Pokud máme na mysli modely typu $k-\epsilon$ a RMST typu [3], pak

je jejich kostrou vztah pro měřítka a "univerzálností" tohoto vztahu je v prvé řadě limitována jejich věrohodnost.

Na uvedenou kostru se postupně nabalila nepřeberná řada vylepšení a doplnění. Pokusím se - s minimem vzorců - vyložit jejich smysl.

1. Vylepšení rovnice (10)

Již Hinze poukazuje na to, že vztah (10) musí být upraven tak, aby např. $\bar{u}_i \bar{u}_j$ mohlo být nenulové, i když derivace $\partial \bar{u}_i / \partial x_i$ je nulová. Proto je zaveden (nevím zda pochází od Hinzeho) vztah (15), který je "čistší" :

$$-\bar{u}_i \bar{u}_j = -\frac{\delta_{ij}}{3} \bar{u}_k \bar{u}_k + \nu_T \left(\frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{U}_j}{\partial x_i} \right) \quad (15)$$

Symbol δ_{ij} má význam jednotkového tenzoru, δ_{ij} je nulové pro $i \neq j$ a rovno 1 pro $i = j$.

2. Transportní rovnice pro měřítko

Přestavíme si, že L představuje měřitko turbulentních virů, pak je rozumné hledat nějakou transportní rovnici pro měřitko, rovnici, která vyjadřuje, že měřitko je unášeno proudem, obsahuje difuzní člen, zřídla a propady. Model musí, je-li deklarován jako univerzální, vyhovovat i v oblastech, kde gradienty základního, v čase středěného proudu jsou malé. V těchto oblastech zanikají malé turbulentní viry a měřitko roste. Změnu měřítka lze pak odvodit z experimentů, které zkoumají turbulentci za turbulizující mříži. Takto byl odvozen člen transportní rovnice pro měřitko, který nezávisí na gradientech v čase středěného základního proudu.

Transportní rovnice pro samotné měřitko L nevyhovovaly především v blízkosti stěn. Pak se hledaly transportní rovnice pro kombinaci $k^m L^n$. J.Rotta odvodil, že lze považovat násobek $k^m L^n$ za reprezentanta měřítka, a konečně byla jako (zatím) nejhodnější veličina, která by pomohla stanovit měřitko, vybrána samotná disipace, která má rozměr $k^{1.5} L^{-1}$. Pro disipaci ϵ lze odvodit "exaktní" transportní rovnici, kde ovšem lze využít jen nestacionární a konvektivní člen, ostatní členy je třeba modelovat, protože obsahují

další neznámé korelace. Napiši zde nejjednodušší verzi modelové transportní rovnice pro ϵ :

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{U}_i \epsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\nu_T}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial x_i} \right) + \quad (16)$$

$$+ c_{1\epsilon} k \frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} \left(\frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{U}_j}{\partial x_i} \right) - c_{2\epsilon} \frac{\epsilon^2}{k}$$

$$\sigma_\epsilon \sim 1.3 \quad c_{1\epsilon} \sim 1.45 \quad c_{2\epsilon} \sim 1.85$$

Nemá smysl se zde zabývat variantami rov. (16), osobně jsem dost skeptický ohledně různých vylepšení, která jsou často ověřena jenom malým počtem experimentů. Chci však interpretovat fyzikální obsah rovnice (16). Nestacionární člen vlevo má formální význam, nebo může sloužit při numerickém postupu metodou ustálení. Druhý člen vlevo reprezentuje skutečnost, že struktura malých virů, která je schopna přeměňovat mechanickou energii nevratně v teplo, je unášena proudem. První člen vpravo znázorňuje "difuzní" vyrovnavání velikosti disipace, a tedy i měřítka s okolím. Tento člen je "modelem", najdeme proto mnoho obměn se stejným fyzikálním významem. Druhý člen na pravé straně představuje produkci ϵ . V místech, kde přechází energie fluktucí ze základního proudu do turbulentního, se vytvoří i zřídko ϵ , tam se rodí i malé viry. Konečně poslední člen znázorňuje propad, tedy úbytek ϵ . Rovnováha turbulentního proudu v dlouhém kanálu s rovnoběžnými stěnami se vytváří tak, že se v blízkosti stěny "rodí" disipace, difuzi se transportuje směrem k ose a tam "propadá". Tato představa není "modelem", ale plyne z našeho "exaktního" základu. Měřitko je úměrné výrazu $k^{1.5}/\epsilon$.

3. Model $k-\epsilon$

V podstatě bylo již vše podstatné o modelu $k-\epsilon$ řečeno. Základem je model parciální diferenciální rovnice (10) :

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{U}_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\nu_T}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + \nu_T \frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} \left(\frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} - \frac{\partial \bar{U}_j}{\partial x_i} \right) - \epsilon \quad (17)$$

a dále rovnice (16), model transportní rovnice pro disipaci ϵ a algebraický vztah pro \bar{U}_T , který dostaneme formálním vyloučením měřitek pomocí disipace:

$$\nu_T = C_\mu \frac{k^2}{\epsilon} \quad (18)$$

Již v době vzniku modelu bylo hledáno vylepšení, které spočívalo v tom, že se vyšetřovala závislost "univerzální konstanty" C_μ (která, jak jsem již řekl, tak úplně univerzální není) na některých parametrech, které jsou k dispozici. W. Rodi se ve své disertaci dost zabývá se závislostí na poměru P/ϵ , tedy předposledního a posledního člena rovnice (10) vpravo. Fyzikální základ této představy je v tom, že tam, kde produkce je větší než disipace, se "rodi" více malých virů. O konkrétním výrazu závislosti C_μ na P/ϵ se zmíním později.

4. Přechod na model typu RSTM

Podíváme-li se znova na "exaktní" rovnice - po té, co jsme se zamyslel nad modelem $k-\epsilon$, tak zjistíme, že při modelování rovnic (4) nebude moct postupovat jinak než u jednoduššího dvourovnicového modelu. Z rovnic (4) zřejmě plyne, že produkce má tendenci zvyšovat hledaná napětí tak, jak produkce v rovnici (10) má tendenci zvyšovat k , a tím i turbulentní vazkost. Přibyl redistribuční člen. Z prostých úvah plyne, že bude sestrojen tak, aby jaksi nivelizoval napětí $\bar{u}_i \bar{u}_j$ se stejnými indexy. Právě zde je obtížné místo modelu a doporučené "univerzální konstanty" se liší o desítky procent. Nadto je třeba v redistribučním členu nějaké měřítko, aby fyzikální rozdíl byl v pořádku. A zde se dostane do modelu RSTM [3] měřítko odvozené z disipace. Oproti dvourovnicovému modelu lze vylepšit difuzní člen. Disipační člen se obvykle rozdělí stejnomořně mezi korelace se stejnými indexy. V 3. dodatku jsou některé konkrétní nahradky.

Modelem RSTM dostaneme např. v proudu mezi rovnoběžnými stěnami rozdílné korelace se stejnými indexy $\bar{u}_1 \bar{u}_1, \bar{u}_2 \bar{u}_2, \bar{u}_3 \bar{u}_3$ zatímco v tomto případě s dvourovnicovým modelem bude: $\bar{u}_1 \bar{u}_2 = \bar{u}_2 \bar{u}_1 = \bar{u}_3 \bar{u}_3 = \frac{2}{3}k$. Tato napětí však neovlivní rovnici, která popisuje pohyb v čase středěného proudu. Dále obsahuje model RSTM implicitně vliv P/ϵ na napětí. Implicitně však obsahuje také předpoklad úměry měřitek a při výpočtu disipace používá jen málo modifikovanou rovnici (16).

5. Zpracování přistenné oblasti

V oblasti těsně u stěny nelze zanedbat závislost na Re-čísle. V prakticky použitelných modelech se zpracovává tato oblast sumárně. To znamená, že z časově středěných rychlosí, napěti a hodnot ϵ a k v uzlových bodech, které jsou nejbliže stěny, jsou odvozeny vztahy pro napětí na stěně a okrajové podmínky pro ϵ a k , respektive u modelu RSTM pro $\bar{u}_i \bar{u}_j$. Tyto sumární vztahy jsou pro modely typu $k-\epsilon$ i RSTM obdobné. I to je jeden z důvodů, proč modely typu RSTM není dosaženo radikálně lepšího výsledku. Sumární vzorce jsou často založeny na předpokladu, že se vytváří logaritmický rychlostní profil v oblasti, kde oblast vyvinuté turbulence přechází v oblast přistennou. V literatuře najdeme i řadu materiálů o tzv. Low-Re-Number-modelech. Jeden z prvních (nebo první?) obsahuje již [2]. V těchto modelech jsou v blízkosti stěny nahrazeny "univerzální" konstanty funkcemi Re-čísla vztázeného na vzdálenost od stěny. Podle mého názoru je především velmi problematické ověřovat platnost zavedených předpokladů. Tyto modely jsou také pro praxi nevhodné proto, že vyžadují, aby v oblasti, která u dila je rozdílu zlomků milimetru, byl umístěn velký počet uzlových bodů. Určitou nadějí, jak získat podklady pro "zákon stěny", je přímé modelování turbulentního pohybu v přistenné oblasti s počítací, které dokáže zpracovat miliony uzlových bodů (známe takovou simulaci v síti 3 milionů uzlů).

Naše současná praxe musí se spokojit s tím, zpracovat okraj sumárním vzorcem. Sebag [7] počítá okraj v r. 1991 podle [2] z r. 1974.

6. "Pofidérní" turbulentní vazkost a příbuznost modelů $k-\epsilon$ a RSTM

V době, kdy jsem se začal zabývat problematikou numerického zpracování turbulentního proudění (konec šedesátých a začátek sedmdesátých let), kladl se důraz na to, že turbulentní vazkost je "nefyzikální". Odůvodnilo se to tím, že není možné z tenzoru Reynoldsových napětí a tenzoru deforma-

cí v čase středěného proudu odvodit skalár, pokud zcela náhodou tyto tenzory nejsou až na multiplikativní konstantu shodné. S tím nutno souhlasit. Praxe si ale naléhavě žádala přibližné metody, které by se daly zabudovat do tehdy se rodičích numerických postupů zpracování turbulentního proudění pomocí počítačů. Praxe pak především ukázala, že v turbulentním proudění nemají všechna Reynoldsova napětí stejnou váhu. To plynulo ostatně již z rozsáhlých měření zejména spolupracovníků L. Prandtla v dvacátých a třicátých letech.

Když např. řešíme rozvinuté proudění v kanálu s rovno-bežnými stěnami (v souřadnicích souběžných se stěnami), pak potřebujeme pouze tečná napětí a nevadí, že model turbulence založený na turbulentní vaznosti ignoruje rozdíly normálních napětí. Nevadí pak také, když jsou stanoveny méně přesně.

Vazba mezi modely k/ϵ a RSTM je především dána tím, že u obou modelů je ve shodě s "exaktními" rovniciemi určena produkce turbulence prací třecích napětí základního proudu a disipace turbulentní energie je popsána prakticky stejnou modelovou rovnicí. Model RSTM dokáže pak pouze navíc rozdělit energii fluktuaci u stěn nerovnoměrně mezi fluktuace se shodnými indexy a pak popsat zrovnoměrně rozdělení energie v oblastech dále od stěn. V obou modelech nedominují členy s diferenciálními operátory, ale aritmetické vztahy zřídel a propadů. O kvantitativní porovnání obou modelů se zasloužil W. Rodi, který ve své disertační práci zjišťoval závislost C_μ na poměru P/ϵ a pak v [4] i [5] odvozuje těsnou vazbu obou modelů. Z [5] plyne pak rovnice pro C_μ :

$$C_\mu = \frac{2}{3} \frac{(1-\gamma)}{C_1} \frac{1 - \frac{1}{C_1}(1-\gamma P/\epsilon)}{\left(1 + \frac{1}{C_1}(P/\epsilon - 1)\right)^2}, \quad (19)$$

kterou lze vylepsít "klasický" model k/ϵ . Význam C_1 a γ v 3. dodatku. Důsledkem rozboru W. Rodiho je, že vztah s turbulentní vaznosti není třeba odvozovat z analogie s molekulárním přenosem hybnosti.

7. Nezdary numerického řešení

Podle mého osobního názoru mají nezdary numerického řešení tyto hlavní příčiny:

1. Jsme nutni pracovat v nedostatečně jemné síti. Nejen proto, že máme nedostatek výkonných počítačů a že strojový čas je omezen trhem. Práce s velkým počtem uzlů si vyžaduje

náročnější přípravu programu, zadání a výstupů.

2. Zdá se, že otázka optimálního numerického postupu není v celosvětovém měřítku vyřešena, i když jsem zaznamenal názaky, že existují numerické postupy, které by mohly být zřetelně výhodnější než systémy použité v osmdesátých letech. Výsledky numerických řešení jsou stále ještě silně zatíženy diskretizační chybou. Ta se projevuje často jako tzv. pseudodifuze. To znamená, že výsledek odpovídá z numerických důvodů jiným Reynoldsovým napětím, než jsou ta, která byla pracně modelem turbulence stanovena.

3. Ne každý, kdo používá komerčně získaný program jako "černou krabici", si uvědomí, že deklaraci modelu turbulence jako model k/ϵ nebo RSTM není fyzikální obsah modelu jednoznačně určen, protože existují četné verze. Vždy je zpracován numerický systém a nikoliv matematicko-fyzikální úloha. Numerický postup je přirozeně vždy zatížen diskretizační chybou. Objeví-li se neočekávaný a podezřelý výsledek, může to mít nejrůznější příčiny, může se – spíše výjimečně – dokonce stát, že podezřelý výsledek odpovídá realitě a naše intuitivní představy byly chybné.

Doslov: Shrnuji a pak se pokusím vyhovět i přání lektorů a oponentů. Snažil jsem se vyložit fyzikální obsah modelů, k nimž snad někteří praktici vzhledem k posvátnou hrůzou a jiní považují autory modelů za šarlatány. Nebylo samozřejmě možné ukázat celý vývoj od Prandtla, mohu však dodat, že za každou "univerzální - neuniverzální" veličinou je skryto ohromné úsili získat z množství často nepřesných a neúplných experimentů a přibližných teorií, co jen je možno vytěžit. Dále jsem chtěl ukázat, že rozdíly modelu k/ϵ a typu RSTM nejsou zásadní povahy. Hlavním rysem obou modelů je předpoklad úměry měřítek a oba obsahují společnou rovnici pro ϵ . Nejenom praktickému hydrodynamikovi, ale i těm, kdož s modely pracují, je jasné, že přenos hybnosti nelze vyjádřit plně jedním měřítkem L a podle mne je v tom hlavní příčina variability konstanty C_μ . Závadou je také, že tyto modely neuvažují korelace mezi fluktacemi v odlišných místech. Právě tyto korelace definují podle "exaktní teorie" makroměřítka. "Exaktní" transportní rovnice pro tyto korelace lze sice ani ne zvlášt nesnadno odvodit, při použití Einsteinovy konvence nemají rovnice příliš mnoho

členů, ale pokud se je snažíme "modelovat", dostaneme se k obdobným závislostem, jaké představují zde uvedené modely.

Hlavní překážka úspěšného zdokonalení modelů turbulence je podle mne dána obtížemi experimentů, které by ověřovaly náhrady "exaktních výrazů" člen po členu. Pro ilustraci: počet členů "exaktního výrazu" pravé strany rovnice (16) jde do stovek a rovnice obsahují trojité korelace a korelace derivací fluktuací tlaku a rychlosti. A přitom je již samotné měření ε nesnadné a asi v ČR neprověditelné.

Nedoporučuji příliš modely RSTM, a to ne proto, že bych je nedokázal numericky zvládnout, ale proto, že pochybuji o jejich praktickém přínosu. Spiše se domnívám, že v mnoha případech lze použít "nižší" modely než model k, ϵ , který lze ostatně celkem "bezpracně" doplnit rovnici (19) téměř na model RSTM.

Podle mého názoru neexistuje v současné době něco, co by bylo prakticky použitelné a převratně lepší než uvedené modely.

K požadavkům lektorů a redaktorů:

V [2] použitý a v [3] převzatý "zákon stěny" mi nevyhovoval v některých mých výpočtech při zpomalujícím se proudění. Vztah, který vyjadřuje vliv turbulence v nabíhajícím hlavním proudem podle [2], je "inženýrský", ale o lepším nevím.

Popsané modely zpracovávají oblast vzdálenou od stěny tak, že předpokládají zde "plně vyvinutou turbulenci". Nemyslím, že právě to je to nejdůležitější, čímž se liší od reality. Experimentálně zjištěný (malý) vliv Re na hydraulický odpor připisuji závislosti napětí na stěně na Re -čísle, který modely obsahují.

Naděje hydrodynamiků se upínají v posledních letech k tzv. přímé simulaci turbulence, tj. znázornění turbulentního pohybu řešením laminárních rovnic. Mám dosti zkušeností s numerickým řešením rovnic proudění, a proto si představuji velmi živě obtíže numerického rázu. Dále je nejspíš zapotřebí i v těchto metodách vliv turbulentního pohybu velmi malých virů modelovat.

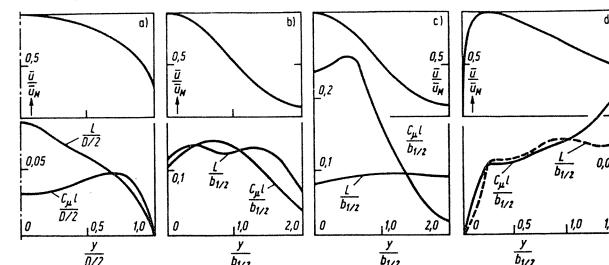
Nejspíše se dostaneme někdy i v oblasti turbulence podstatně dál, než jsme dnes, ale pro nejbližší dobu budeme se muset spokojit s modely turbulence, které jsou již dnes

"staré dvacet let", což nevylučuje drobná, ne zásadní vylepšení těchto postupů.

1.dodatek : Úměra měřitek

Na obr.1 ,převzatém z [8], je znázorněno, do jaké míry souhlasí předpoklad o úměře měřitek. V diagramech byly vynezeny (bez rozměrné) hodnoty \bar{L} a $0,09\bar{L}$, které by měly být shodné, kdyby teorie přesně platila a veličina C_{μ} byla univerzální konstantou.

V horní části je vždy zakreslen rychlostní profil a pod ním obě měřítka.



kruhové rovinný osově sym. vlevo proud
potrubí volný pr. volný pr. ze štěrbiny
Obr. 1

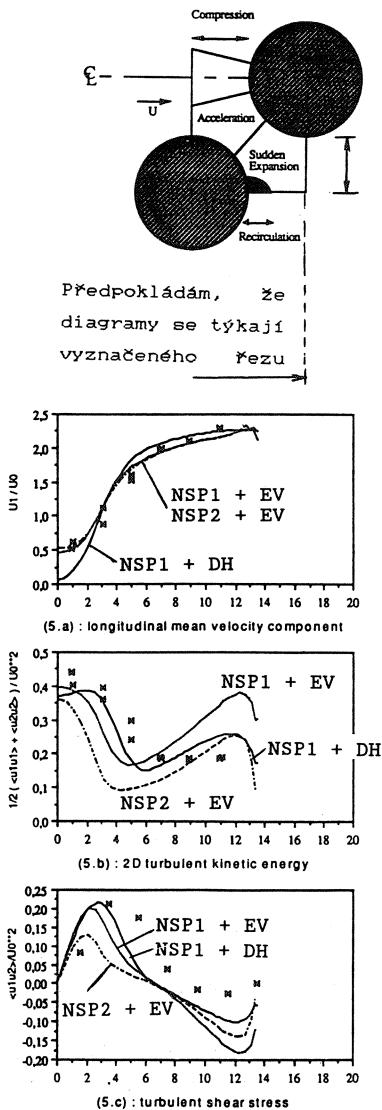
Průběh obou měřitek lze odvodit "amatérsky" z experimentů, kde jsou profily v čase středěné rychlosti, průběh k a bilance rovnice (10). Podklady pro diagramy jsem odvodil odečítáním hodnot i derivací z diagramů uvedených v literatuře, nejsou tedy zvláště přesné, informuji však alespoň přibližně, jak je splněn základní předpoklad o úměře měřitek.

V literatuře najdeme diagramy poměru C_{μ} obou měřitek. Podle mne je možná instruktivnější vynést měřitka a tak např. v případě rovinného volného proudu ukázat vazbu na prastaré vzorce obsahující směšovací dráhu. Nápadně špatně vyhovují teoretické předpoklady v případě osověsymetrického volného proudu. Zde nepomůže ani vzorec (19), ani model RMST.

2. dodatek : Výsledky ze [7].

Počítán byl roviný průtok mezi válci. Materiál je trochu neúplný, což je dán charakterem referátu z konference. Leccos je třeba uhádnout nebo domyslet. Předpokládám, že se diagramy vztahují na vyznačený průřez.

První trojice diagramů dokumentuje vliv numerické metody a náhrady difuzního člena při použití modelu RSTM. Vídeme, že v čase středné proudění nezávisí na numerické metodě, ale trochu na modelu difuzního člena. NSP1 a NSP2 jsou rozdílné numerické postupy. EV-diffusion a DH-difusion značí rozdílné náhrady difuzního člena, křížky měření.



Dvojice diagramů porovnává model $k-\epsilon$ při použití dvou numerických metod s modelem RSTM. Zde dokonce vyjde rychlostní profil lépe s modelem $k-\epsilon$ než s RMST, ale průběh k je lepší s modelem RMST. Vcelku výsledky odpovídají tomu, co bylo tématem tohoto pojednání. Podrobnosti parametrů turbulence znázorňuje lépe model RMST, pole rychlosti je znázorněno oběma postupy podobně. Vypočtená rychlostní pole mohla být ovlivněna samozřejmě i diskretizační chybou.

3. dodatek : model redistribučního a difuzního člena

V [7] je v modelu RSTM redistribuční člen modelován takto :

$$\phi_{ij} = \phi_{ij,1} + \phi_{ij,2} + \phi_{ij,w} \quad (20)$$

kde

$$\phi_{ij,1} = c_1 \frac{\epsilon}{k} (u_i u_j - \frac{2}{3} k \delta_{ij}) \quad c_1 = 1.8 \quad (21)$$

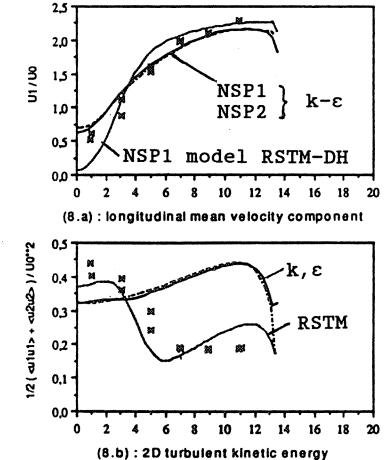
a

$$\phi_{ij,2} = \gamma (P_{ij} - \frac{2}{3} P \delta_{ij}) \quad P = p_{kk}/2, \quad \gamma = 0.6 \quad (22)$$

Odpustím si třetí člen, který je účinný jen v blízkosti okraje. Vylepšený difuzní člen "EH" má pro každé Reynoldsovo napětí 9 členů:

$$d_{ij} = c'_s \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\frac{k}{\epsilon} \overline{u_k u_m} \frac{\partial}{\partial x_m} \overline{u_i u_j} \right) \quad (23)$$

V literatuře najdeme často právě difuzní členy s velmi mnoha



sčítanci. Autoři jsou si - myslím - vědomi, že to nemá velký praktický význam a ověřují postup obvykle pomocí dvourozměrného experimentu. Nechťejí se však dostat do rozporu s pravidly tensorového počtu (a tím možná i s oponentem nebo školitelem).

4. dodatek : korektní a nekorektní výraz pro disipaci ϵ

Podle Corrsina [9] je velká část literatury zatižena nepřesným výrazem pro ϵ . Jako disipace je označován výraz $2 \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \frac{\partial u_j}{\partial x_i}$, zatímco korektní výraz pro mechanickou energii, která je nevratně turbulentními fluktuacemi přeměna v teplo, je :

$$\epsilon = \nu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$$

Použití nepřesného výrazu pro ϵ nemá pro praxi význam, protože nepřesnosti modelování ϵ mají podstatně větší váhu než použití neúplného výrazu pro ϵ . Autoři modelu [2] a [3] používají "horší" výraz. Argumentace Corrsina je ovšem přesvědčivá. Ve svém rozboru jsem použil "horší" výraz, abych přece jen nezmátl někoho, kdo by se podíval na originální práce [1], [2], [3]. Výraz pro ϵ v těchto pracích má význam disipace v izotropní části spektra.

5. dodatek : číselné hodnoty měřitek

Měřítka L a λ , zavedená vlastně již L.Prandtle je třeba chápat jako číselné konstanty o rozmeru [m] a nikoliv jako odhad velikosti velkých a malých virů. Číselně vjde totiž veličina L , která je obsažena ve výrazu pro turbulentní vazkost menší, než λ ve výrazu pro disipaci. Příčina je v tom, že veličinou L je násobena derivace základního proudu, aby bylo získáno napětí, což jest číselně malá veličina.

Literatura

- [1] Hinze, J. O.: Turbulence. New York, Toronto, London. McGraw-Hill, 1959
- [2] Launder B. E., Spalding D.B. "The numerical computation of turbulent flows. Comp. Meth.in Appl. Mech. and Engg.

- [3] Launder B. E., Reece G. J., Rodi W., Progress in the development of a Reynolds/stress turbulence closure. J. Fluid Mch.(1975), 68, part 3, 537-566
- [4] W. Rodi, A new Algebraic Relation for Calculating the Reynolds Stresses. ZAMM 56, (1976) 219-221
- [5] W.Rodi, A Note on the Empirical Constant in the Kolmogorov-Prandtl Eddy-Viscosity Expression.Trans.ASME 1975, 386
- [6] I. Zuber, Numerické řešení dvourozměrných rovnic proudění vazké tekutiny v nepravidelné neortogonální síti. Strojnicky časopis (1989), 2
- [7] S.Sebag,V.Maupu,D.Laurence. Non-orthogonal Calculation Procedure Using Second Moment Closure. Eight Symposium on Turbulent Shear Flows. Munich Sept. 9-11. 1991
- [8] I. Zuber. Das Zweiparameter-Turbulenzmodell $k-\epsilon$ in Theorie und Praxis. Maschinenbautechnik, Berlin 33 (1984), 2
- [9] S. Corrsin, Interpretation of Viscous terms in the Turbulent Energy Equation. J.Aeronaut.Science, Dec.1953, 853-854

Redakce Bulletinu s potěšením uveřejnuje článek ing. Ivo Zubera, CSc., nadšeného průkopníka numerického řešení turbulentního proudění, založeného na moderních modelech turbulence. Ing. Zuber, který je mimo jiné znám našim čtenářům svým článkem o ovečkách, se letos dožívá 75 let.

Blahopřejeme.

VODNÍ HODINY

Už kněží ve starém Egyptě potřebovali určovat noční čas, a to proto, aby mohli chrámové obřady a obětování vykonávat ve správnou dobu. Za jasných nocí mohli Egypťané určovat čas podle hvězd, bylo-li však zataženo, potřebovali hodiny. A proto měli v chrámech vodní hodiny využívající viskózní tok vody malým otvorem. Nejstarší dosud objevené vodní hodiny byly zkonstruovány za vlády Amenhotepa III. (asi 1417–1379 př.n.l.) a byly umístěny v chrámu boha Ré v Karnaku. Jejich fragmenty zde byly nalezeny roku 1905 (viz obr. 1). Stejně jako u všech starších vodních hodin je jejich principem vytékání vody z nádoby a podle doby potřebné pro její vyprázdnění byly hodiny ocejchovány. U takovýchto hodin klesá rychlosť vytékání vody s poklesem vodní hladiny. Čas Egypťané odečítali na lineární stupnici uvnitř hodin. Proto bylo nutné, aby byla plocha dna nádoby menší než plocha průřezu v její horní části. Až do ptolémovské éry, kdy byly vynalezeny hodiny založené na vtékání vody, měly všechny egyptské vodní hodiny podobu květináče – a právě tím byla zajištěna jejich linearita. Soudě podle nápisu na náhrobku Amenemhetova (asi 1556–1515 př.n.l.), dvorního úředníka v Thébách, to byl on, kdo tento typ vodních hodin vynalezl. Bylo-li tomu opravdu tak, má Amenemhet tu čest být prvním známým vynálezcem na světě. Stejně dobře však mohla původní myšlenka pocházet od některého člena jeho kněžského sboru.



Obr. 1

Karnacké vodní hodiny

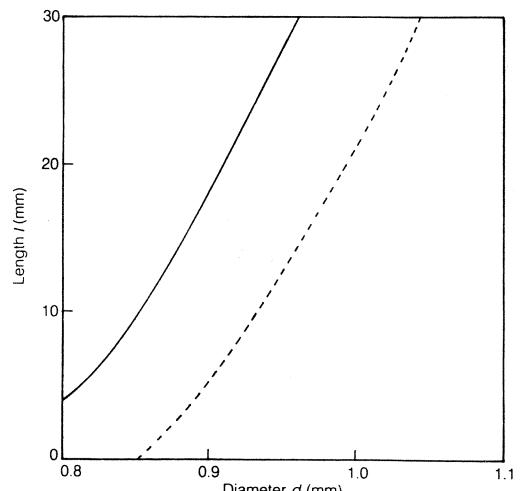
Design egyptských vodních hodin se zesložil, když se pro určování času začala používat metoda založená na východu a západu hvězd příslušejících jednotlivým dekanům¹ (dekan – staroegyptské dělení oblohy, pozn. překl.). Egypťané rozdělovali noc na dvanáct "hodin" a délka noci, stejně jako délka hodiny, se měnila v závislosti na ročním období. Egyptské vodní hodiny tudíž měly 12 různých stupnic – pro každý měsíc jednu. Zpráva na Amenemhetově náhrobku udává délku stupnice pro období letního a zimního slunovratu a předpokládá se, že délka stupnice se v období mezi nimi lineárně měnila². Část náhrobního nápisu upřesňující rozdíl této delší stupnice však bohužel chybí. Očividnou anomálií na karnackých hodinách je, že nejdelení je stupnice pro čtvrtý měsíc a nejkratší pro desátý. Témoto měsíci bylo v době Amenhotepa III. září resp. březen. Samozřejmě, že bychom očekávali, že nejdelení noc nastává při zimním slunovratu a nejkratší noc při letním. Tato zvláštnost je vysvětlována egyptským konzervativismem. Egyptský občanský rok trval stejně jako náš dnešní 365 dnů, avšak Egypťané neměli přestupné roky. A tak se každý občanský rok opozdil za rokem slunečním o čtvrtinu dne. Karnacké hodiny byly obvykle konstruovány přesně podle pravidel daných Amenemhem. Když jím byly hodiny navrženy, začínal rok v září a lze předpokládat, že právě díky tomu připadla nejdelení stupnice na prosinec. Správná délka měsíce bývala v době vlády Amenhotepa III. nakreslena na okraji ciferníku, nebo mohla být vypočtena pomocí konverzního kalendáře.

Zajímavé jsou dohady o přesnosti časomíry dosažené pomocí vodních hodin karnackého typu. Těžko si asi dnes představíme, jaké byly tehdy kladený nároky na přesnost. Víme však, že každonoční pořádání rituálů bylo pro egyptské věřící velmi důležité. Bylo vlastně jejich povinností se přesvědčit, zda Horus, bůh slunce, který každou noc symbolicky umíral, ráno opět ožil. Hodinovým úsekům odpovídaly na karnackých hodinách řady představující malý, asi pětimilimetrový pokles hladiny, a proto bylo velmi obtížné určit čas s větší než desetiminutovou přesností. Později byly tečky nahrazeny čárkami, ale přesto bylo přesné odečítání ztíženo meniskem vodní hladiny. Ve sbírkách egyptských starožitnosti nebyla nalezena ani jedna část vodních hodin s výtokovým otvorem. Od Vitruvia³ víme, že u římských vodních hodin byly otvory vyrobeny ze zlata nebo drahokamů. K provrtání tvrdých drahokamů používali Egypťané svidřík, jehož matice byla nahrazena tětivou luku⁴. Ani vytvoření otvoru o průměru 1 mm, jaký byl u vodních

hodin karnackého typu vyžadován⁵, jim nečinilo problémy. Ve zlatě dělali Egypťané otvory pomocí kousku taženého měděného drátu. V žádném případě však nesměl být otvor příliš dlouhý vzhledem ke svému průměru. Při analýze vodních hodin nemohou být použity rovnice pro proudění v dlouhém potrubí.

Abychom mohli určit veličinu definující časovou závislost změny výšky vodní hladiny, musíme znát rychlosť proudění výtokovým otvorem a jeho průměr a také vnitřní průměr nádoby na úrovni vodní hladiny. U krátkých otvorů je tok vody významně ovlivňován vstupem a výstupem, a proto musíme tyto vlivy zahrnout do Poiseuilleových ztrát tlaku. Známe-li vazby mezi všemi témito parametry⁶, můžeme ověřit činnost karnackých hodin. Jediným zbyvajícím problémem je, že neznáme přesnou definici egyptské noci. Neugebauer a Parker¹ vydedukovali z hvězdných map pocházejících z období Deváté až Dvanácté dynastie (asi 2160–1786 př.n.l.), že Egypťané považovali za noc dobu, během níž bylo slunce více než 18° pod horizontem. Nezahrnovali do ní tedy soumrak. Tuto dobu nazýváme astronomickou nocí. Karnacké hodiny však lépe vyhovovaly občanské noci, tedy období mezi západem a východem slunce. Byl ale spočítán i rozdíl otvoru, který by vyhovoval jak astronomické, tak občanské noci v době jarní rovnodennosti a za předpokladu, že teplota vody je 20° C (obr. 2). Z obrázku je zřejmé, že průměr otvoru musí být u karnackých hodin menší než 1 mm. Přesnost chodu hodin je pro časový interval odpovídající jedné noci znázorněna na obr. 3. Vidíme zde závislost skutečného egyptského času na čase odměřeném karnackými hodinami. K největší odchylce docházelo kolem deváté hodiny večerní, kdy se hodiny předbíhaly asi o 15 minut. Protože však stupnice hodin neumožňovala odečíst čas s přesností o mnoho větší, byl chod těchto hodin dostatečně přesný. Amenemhet tedy oprávněně tvrdil, že tyto hodiny jsou nejlepší, jaké kdy byly zkonztruovány.

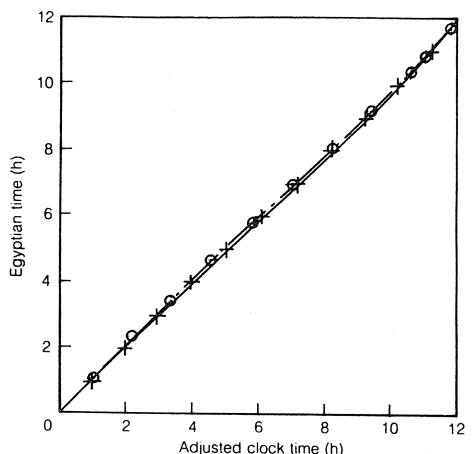
Mnohem složitější je popsat činnost hodin při změně ročního období. Dále musíme uvážit také to, že se délka noci mění nejen v závislosti na ročním období, ale i v závislosti na teplotě. Existují záznamy o tom, že vliv teploty na výtok vody z vodních hodin byl znám velmi brzy jak v Egyptě, tak v Číně. Huan Tan (asi 40 př.n.l. – 30 n.l.), zřízenec pro záležitosti spojené s vodními hodinami na čínském dvoře, zaznamenal vliv teploty a vlhkosti, neboť pozoroval, že se voda z hodin vypařuje⁷. Ve třetím století



Obr. 2

Rozměry výtokových otvorů vhodných pro hodiny karnackého typu.

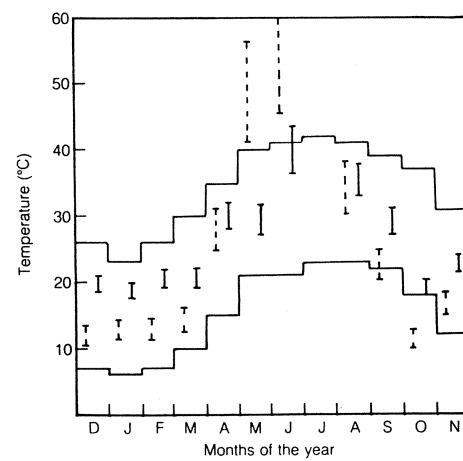
23:56: ———
21:19: - - - -



Obr. 3

Teplotní odchylka vody umožňující zachování přesnosti hodin ± 10 minut během noci.
Astronomická noc ($0.90=x=5.5=\text{mm}$) |;
občanská noc ($0.83=x=9.7=\text{mm}$) |;
teplotní extrémy ——

Ve třetím století n.l. prohlásil Athenaeus z Naukratisu⁸, že voda používaná ve vodních hodinách způsobuje, že délka hodiny v zimním a letním období není stejná. V zimě jsou hodiny delší, neboť tok vody je v tomto období díky její větší hustotě pomalejší. Stoupne-li teplota vody o 1°C , zrychlí se Karnacké hodiny asi o 10 minut. S rostoucí teplotou totiž klesá viskozita vody. Protože však byly pravděpodobně Karnacké hodiny umístěny v obrovském chrámu boha Ré, v němž byla poměrně stálá teplota, můžeme předpokládat, že se teplota vody pohybovala někde mezi denními extrémy teploty volného vzduchu. Není pravděpodobné, že by se teplota ve druhém tisíciletí př.n.l. příliš lišila od dnešní. A tak než bychom se snažili odhadnout teplotu vody a počítali délku noci určovanou hodinami v průběhu celého roku, je jednodušší spočítat teplotu vody potřebnou k dosažení přesnosti ± 10 min pro každý měsíc roku⁵. Na obr. 4



Obr. 4 Teplotní odchylka vody umožňující zachování přesnosti hodin ± 10 minut během noci.
Astronomická noc ($0.90=x=5.5=\text{mm}$) |;
občanská noc ($0.83=x=9.7=\text{mm}$) |;
teplotní extrémy —.

jsou porovnány teploty vody potřebné při nastavení Karnackých hodin na občanskou resp. astronomickou noc se soudobými teplotami ovzduší v Karnaku. Samozřejmě, že hodiny jsou vhodnější spíše pro občanskou než astronomickou noc. Analýza ukázala, že i novější hodiny z období Ptolemaia II. byly přizpůsobeny spíše pro noc občanskou⁵.

26

Ačkolи jsme touto analýzou nedokázali, že Egypťané při svých obřadech využívali občanskou noc, výsledky našich úvah jsou značně sugestivní a musí být brány v potaz, hovoříme-li o časomíře ve starém Egyptě.

Literatura

- 1 Neugebauer, O., Parker R. A. 1960. Egyptian astronomical texts. Vol. I, The early decans. Brown University Press, Providence.
- 2 Borchardt, L. 1920. Die Altägyptische Zeitmessung. In E. Von Bassermann-Jordan (ed.), Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Vol. 1. Walter der Gruyter, Berlin.
- 3 Vitruvius, The ten books on architecture, Translated by M. H. Morgan, 1960. Dover, New York.
- 4 Lucas, A. 1962. Ancient Egyptian materials and industries (4th ed.). Revised by J. R. Harris. Arnold, London.
- 5 Cotterell B., Dickson, F. P., Kamminga J. 1986. Ancient Egyptian water-clocks: a reappraisal. Journal of Archeological Science 13: 31–50.
- 6 Cotterell, B., Kamminga, J. 1990. Mechanics of pre-industrial technology. Cambridge University Press, Cambridge.
- 7 Needham, J., Wang, L. 1959. Science and civilisation in China. Vol. 3, Section 19-25. Mathematics and other sciences of the heavens and the earth. Cambridge University Press, Cambridge.
- 8 Athenaeus of Naukratis, The deipnosophists; or Banquet of the learned. Translated by C. D. Yonge, 1854. Henry G. Bohn, London.

Z originálu⁶ přeložila a upravila ing. Blanka Houhová.

INFORMACE

The Ninth World Congress on the Theory of Machines and Mechanisms (IFToMM) will be held at Politecnico di Milano. The scientific and technical program will consist of contributed papers, special seminars, invited general lectures.

Special Forums with discussions, technical visits, on the integrated mechanical engineering, proposed with reference to particular topics also with the presence and support of international institutions and industries, will be organized.

Organizing Secretariat:

MGR Congressi
via Servio Tullio, 4
20123 Milano, Italy
tel. +39-2-43007.1
fax +39-2-48008471

27

10th Danubia-Adria Symposium
on Experimental Methods in Solid Mechanics

Ve dnech 30. září až 2. října 1993 se uskutečnilo v hotelu "Měřín" na Slapském jezeře 10. dunajsko-adriatické symposium o experimentálních metodách v mechanice, na kterém došlo k setkání 78 odborníků z Rakouska, Slovenska, Maďarska, Rumunska, Makedonie, Chorvatska, Slovinska, Itálie, Německa a České republiky.

Na pořádání se podílely z pověření Dunajsko-adriatického výboru pro experimentální mechaniku Česká společnost pro mechaniku, Asociace strojních inženýrů a České vysoké učení technické v Praze. Odbornými garanty akce byli statutární zástupci České republiky v Dunajsko-adriatickém výboru pro experimentální mechaniku doc. Holý ze strojní fakulty ČVUT a ing. Vísner z a.s. Škoda Plzeň. Organizační stránku měl na starost ing. Daněk, tajemník A.S.I.

Přijaté příspěvky, posouzené na jarním zasedání Výboru, byly rozčleněny do několika tematických skupin (od základních a aktuálních otázek experimentu, zahrnujících i současný stav vztahů experimentu a numerické analýzy, přes otázky lomové mechaniky a únavy, chování materiálu a konstrukcí, s metodicky pojatou skupinou optických metod až po aplikace jak v klasických oborech strojírenství a stavebnictví, tak i v netradičních, jako je biomechanika). Dvostránkové výtahy těchto referátů byly publikovány ve Sborníku.

Ve čtvrtek odpoledne před vlastním programem byla uspořádána exkurze lodí po Slapské nádrži, při které byli účastníci seznámeni s energetickou politikou naší republiky i s technickou stránkou vltavské kaskády. Tato exkurze přispěla také k bližšímu seznámení účastníků. Večer pak se konalo zasedání Dunajsko-adriatického výboru, který projednal organizační otázky pro období do jarního zasedání výboru v květnu 1994.

V pátek ráno byla zahajovacími proslovyy předsedy České společnosti pro mechaniku prof. ing. Ladislava Frýby, DrSc., prorektory pro vědu a výzkum doc. ing. Miroslavy Vrbové, CSc. a předsedy organizačního výboru doc. ing. Stanislava Holého, CSc. odstartována prezentace 63 referátů. Během pátku a soboty dopoledne účastníci vyslechli 33 přednesených referátů a zúčastnili se diskusí u 30 dalších posterů. Součástí symposia byla i co do počtu malá, ale svým významem důležitá výstavka přístrojové techniky z Maďarska. Sponzorský se na 10. DAS podílely pražské zastoupení firmy Hottinger Baldwin Messtechnik Darmstadt a firma Vishey Measurement Group Messtechnik München.

Slavnostní atmosféra jubilejního setkání byla zvýrazněna koncertem tria komorního souboru pracovníků Klocknerova ústavu ČVUT pod vedením doc. Holického. Doprovod účastníků konference absolvoval celodenní zájezd do Prahy a půldenní na Konopiště.

Závěrečné hodnocení celé akce členy Dunajsko-adriatického výboru vyznělo velice příznivě. Příštím pořadatelem 11. dunajsko-adriatického symposia o experimentálních metodách v mechanice je Rakousko. Symposium se bude konat nedaleko od Vídni v Badenu ve dnech 29. září až 1. října 1994. Informace poskytne doc. Holý (tel. (02) 332 2510). Z minulého symposia je k dispozici na sekretariátu A.S.I. u ing. Daňka, CSc. omezený počet sborníků s dvostránkovými výtahy všech referátů a adresami účastníků. Cena výtisku 150 Kč.

(Host)

INFORMACE

Ústav informatiky a výpočetní techniky AV ČR pořádá ve dnech 29. srpna až 2. září 1994 mezinárodní symposium Modelling 94.

MODELLING 94 will provide an interdisciplinary forum in which researchers in the field of mathematical modelling and computational mathematics can present results and exchange ideas and information. The symposium will cover a broad range of topics relevant to the field of mathematical modelling in science. These topics will include the following:

- * Mathematical modelling and simulation in science and technology
- * Computational methods for solution of corresponding model problems (e.g. FEM, BEM, FSM, FVM, analytical and algebraic al methods)
- * Methods of numerical algebra and analysis
- * Expert systems in science
- * Visualization techniques for pre- and post- processing.

The MODELLING 94 programme will include invited lectures, short communications and posters. Papers presented at the symposium will be published in the Proceedings.

Those intending to participate or wishing to obtain further information are requested to complete the preliminary registration form and return it to the Organizing Committee as soon as possible. The first announcement containing further details on the symposium programme and registration information will be distributed in January 1994.

Další informace se dají získat na adrese

Organizační výbor - Modelling 94
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod vodárenskou věží 2
182 07 Praha 8 - Libeň

Ustavení Evropské asociace pro stavební dynamiku

Na druhé konferenci EURODYN 93, která se konala 21. - 23. 6. 1993 v Trondheimu, byla založena Evropská asociace pro stavební dynamiku (EASD - European Association for Structural Dynamics). Účelem této asociace je pořádat každě tři nebo čtyři roky konferenci EURODYN, na níž se předkládají příspěvky ze všech oborů stavební dynamiky, teoretické, experimentální i aplikace na všechny druhy dynamicky namáhaných staveb.

Asociaci řídí výkonný výbor a má pouze tři funkcionáře: prezidenta (prof. Augsti), minulého prezidenta (prof. Krätsig) a výkonného vice-prezidenta (prof. Krätsig). Prezident je volen výkonným výborem ze země, ve které se bude pořádat příští konference EURODYN.

Asociace nevybírá žádné členské příspěvky. Členství je otevřeno všem inženýrům a vědeckým pracovníkům, kteří se specializují a zajímají o stavební dynamiku. Nominaci doporučuje kterýkoli člen EASD a je schvalována členy výkonného výboru.

Žádám proto všechny zájemce o členství v EASD, aby se přihlásili na níže uvedené adresu. Jejich seznam se svým doporučením pak zašlu prezidentovi a výkonnému vice-prezidentovi EASD. Stanovy EASD jsou u mne k dipozici.

prof. ing. Ladislav Frýba, DrSc.
Česká společnost pro mechaniku
Dolejškova 5
182 00 Praha 8

INFORMACE

Ústav termomechaniky ve spolupráci se Středoevropskou asociací pro počítačovou mechaniku a s Českou společností pro mechaniku pořádá 20. - 22. září 1994 letní školu věnovanou implementaci nelineární mechaniky kontinua do konečnoprvkových programů. Podrobnosti o náplni kurzu jsou v následujícím textu.

Vzhledem k dotaci České společnosti pro mechaniku je vložné pro účastníky z České republiky a ze Slovenské republiky stanoveno na 1500,- Kč. Vložné zahrnuje náklady na výuku, včetně pomůcek, ubytování v hotelu Mazanka na tři dny a tři obedy v závodní jídelně.

IMPLEMENTATION OF NONLINEAR SOLID MECHANICS IN FINITE ELEMENT CODES

A Summer School

to be held in

Prague, the Czech Republic
September, 20-22, 1994

organized by

Institute of Thermomechanics

with cooperation of

**Central European Association for
Computational Mechanics**

Czech Society for Mechanics

Course scope and aims

The aim of the course is to present the basic laws of continuum mechanics using tensor and matrix notations. The variational principles vital to static and dynamic finite element (FE) formulations will be discussed.

Substantial attention will be paid to the determination of limits within which the frequently used approaches have physical meaning. Problems as e.g. the choice of small vs. large displacement formulations or the implication of the notion of "material nonlinearity only" will also be examined as well as the objective formulations of stress rate constitutive relations. The guidelines for the proper choice of the timestep value in transient problems will be presented and its relation to mesh size and to the loading pulse spectrum will be explained.

Attention will also be paid to the explanation of numerical methods for the solution of nonlinear problems. The specific features of particular methods concerning the efficient implementation of these methods will be presented. Effective tools for hourglass control will be described and their influence on element behaviour shown.

The course intends to show that the question of the model validity is extremely important for the correct and reliable interpretation of FE results obtained by standard FE packages. They can routinely be used for the solution of most linear problems, however, they do not always guarantee foolproof answers to nonlinear problems.

Practical examples of the results obtained by SYSTUS, DYNA, PMD, COSMOS and ABACUS packages will be shown.

The copies of transparencies containing the essentials and the up-to-date list of book and journal references will be available to all the participants.

The course intends to offer the present state of art in the field and give further motivation for the study of the subject.

Who should attend

The seminar is designed for engineers operating modern FE element packages, for postgraduate students, scientists and researchers who would like to know more about up-to-date treatment of nonlinear solid mechanics problems and about the theoretical backgrounds of the finite element method.

Lectures in detail

The opening lecture

Finite elements and their use in models for nonlinear material behaviour

will be given by prof. René de Borst from the Delft University of Technology.

Other topics are as follows

- ♦ Modeling and limits of validity of accepted models
- ♦ Continuum concepts, Stress and strain tensors for finite deformations. Lagrangian and Eulerian descriptions
- ♦ Basic principles and theorems of continuum mechanics
- ♦ Weak and strong formulations in continuum mechanics
- ♦ Constitutive models
- ♦ Finite element method. Displacement and force formulations
- ♦ Implementation of finite element method
- ♦ Solution of linear static problems. Solution of the system of linear algebraic equations
- ♦ Solution of steady state problems. Generalized eigenvalue problem
- ♦ Solution of transient problems. Explicit and implicit time integration methods
- ♦ The effect of time and space discretization on the occurrence of spurious effects
- ♦ Hourglass control and its influence on the element behaviour
- ♦ Algorithms for the treatment of nonlinear problems. From Newton-Raphson to quasi-Newton methods
- ♦ Solution of contact impact problems
- ♦ Implementation of material-nonlinearity-only formulations
- ♦ Survey of finite element packages
- ♦ Finite elements today and tomorrow

The lectures will be given by C. Höschl, M. Šouhářík, J. Plešek, S. Pták and I. Huněk from the Institute of Thermomechanics and by M. Křížek and M. Škerlavý from the Mathematical Institute. Both institutions belong to the Academy of Sciences of the Czech Republic.

Summer school organization

Registration

Mail the attached registration form together with a cheque, or a copy of bank transfer order as soon as possible.

Fee

The registration is 230,- USD if paid before June 30, 1994 or 250,- USD for later payments. The fee includes the admission to the lectures, course notes, coffees, accommodation for three nights at the Mazanka Hotel, and three lunches at the Academy cafeteria in the Academy Campus.

Bank transfer should be made to
Commercial Bank, Prague 8
Account No. 6015-3924-081/0100 entry 31

Location

The seminar will be held in the lecture hall of the Institute of Thermomechanics.
Doležková 5, 182 00 Prague 8,
the Czech Republic.

Accommodation

The Mazanka Hotel is within an easy walking distance from the Institute of Thermomechanics. The address of the hotel is
Davidková 84, Prague 8,
the Czech Republic
Phone +422 6641 5928,
Fax +422 66414242.

The daily schedule

The lectures start at 9.00 and finish at 17.00, with a lunch break from 12.00 to 13.30.

For additional information, contact

M. Okrouhlík
Institute of Thermomechanics
Doležková 5, Prague 8, the Czech Republic
Phone +422 6641 5158
Fax +422 858 4695
E-mail ok@bivoj.it.cas.cz

International Union of Theoretical and Applied Mechanics IUTAM

President: Professor Leen van Wijngaarden, Enschede

Secretary-General: Professor Franz Ziegler, Wien

Treasurer: Professor Bruno A. Boley, New York

XIXth International Congress on Theoretical and Applied Mechanics ICTAM 1996

The Congress Committee decided that the 19th ICTAM will be held from 25 to 31 August 1996 in
KYOTO, JAPAN

at the kind invitation of the Japan National Committee for Theoretical and Applied Mechanics. The Congress will cover the entire field of theoretical, experimental and computational fluid and solid mechanics, including applications.

Info: Chairman:

Professor T. Tatsumi
Kyoto Institute of Technology
Matsugasaki, Sakyo-ku
Kyoto 606 Japan
Phone: +81757247001
Telefax: +81757247000

Secretary:

Professor E. Watanabe
Department of Civil Engineering
Kyoto University
Sakyo-ku, Kyoto 606-01 Japan
Phone: +81757535079
Telefax: +81757525296

Fifth International Summer School on Mechanics

The fifth IUTAM International Summer School on Mechanics will be held in cooperation with the University of Stuttgart, Germany, and the University of Aalborg, Denmark

Topic: Concurrent Engineering Tools for Dynamic Analysis and Optimization

Principal Lecturers: Professor Edward J. Haug, The University of Iowa, USA

Professor Niels Olhoff, University of Aalborg, Denmark

Professor Werner Schiehlen, University of Stuttgart, Germany

Place: University of Aalborg, Aalborg, Denmark

Dates: 15 - 19 August 1994 (inclusive)

Info:

Prof. Werner Schiehlen
Inst. B of Mechanics
University of Stuttgart
Pfaffenwaldring 9
D-70550 Stuttgart
GERMANY
Phone: (+49) 711 685 6389
Fax: (+49) 711 685 6400

Prof. Niels Olhoff
Inst. Mechanical Engineering
University of Aalborg
Pontoppidanstraede 101
DK-9220 Aalborg
DENMARK
Phone: (+45) 98 158522
Fax: (+45) 98 151411

IUTAM

Prof. Franz Ziegler
Secretary-General

Phone: (+43) 1 588015530
Fax: (+43) 1 5876093

IUTAM Symposia 1994

The IUTAM Symposia are reserved to invited participants. Those wishing to participate in a IUTAM Symposium are therefore advised to contact the chairman of the Scientific Committee under the address given below far in advance of the meeting.

IUTAM - Symposium on Liquid-Particle Interactions in Suspension Flow

Place: Grenoble, France, Date: 18-22 April 1994
 Chairmen: Profesor G. Cognet
 ENSGI-INPG
 46 avenue-Felix-Viallet
 F-38031 Grenoble Cedex, FRANCE
 Telefax: +3376574793

IUTAM - Symposium on Waves in Liquid/Gas and Liquid/Vapor Two-Phase Systems

Place: Kyoto, Japan, Date: 9-13 May 1994
 Chairmen: Professor S. Morioka
 Dept. of Aeronautical Engineering
 Kyoto University
 Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606,
 JAPAN
 Telefax: +81757535918
 Professor L. van Wijngaarden
 Techn. Hogeschool Twente
 Postbus 217
 NL-7500 AE Enschede,
 THE NETHERLANDS
 Telefax: +3153356 490

IUTAM/ISIMM Symposium on Structure and Dynamics of Nonlinear Waves

Place: Hanover, Germany, Date: 17 - 20 August 1994
 Chairmen: Professor A. Mielke
 Institut für Angewandte Mathematik
 Universität Hannover
 Welfengarten 1
 D-W 30167 Hannover, GERMANY
 Telefax: +497116855338
 Professor K. Kirchgässner
 Universität Stuttgart
 Pfaffenwaldring 57
 D-W 70550 Stuttgart, GERMANY
 Telefax: +49511762 4475

Microstructure-Property Interactions in Composite Materials

Place: Aalborg, Denmark, Date: 23 - 27 August 1994
 Chairman: Professor R. Pyrz
 Institute of Mechanical Engineering
 University of Aalborg
 Pontoppidanstraede 101
 DK-9220 Aalborg, DENMARK
 Telefax: +4598151411

IUTAM/ISIMM Symposium on Anisotropy, Inhomogeneity and Nonlinearity in Solid Mechanics

Place: Nottingham, UK, Date: 30 August - 3 September 1994
 Chairmen: Professor D. F. Parker
 Dept. of Mathematics & Statistics
 University of Edinburgh
 The King's Buildings, Mayfield Road
 Edinburgh EH9 3JZ, UK
 Telefax: +44316506553
 Dr. A.H. England
 Department of Theoretical Mechanics
 Nottingham University
 University Park
 Nottingham NG7 2RD, UK
 Telefax: +4460251 3837

IUTAM - Symposium on Laminar-Turbulent Transition

Place: Sendai, Japan, Date: 5-9 September 1994
 Chairman: Professor R. Kobayashi
 Dept. of Machine Intelligence and Systems Engineering
 Tohoku University
 Aramaki-Aoba, Aoba-ku
 Sendai 980, JAPAN
 Telefax: +81 222168143

IUTAM/IASPEI - Symposium on Mechanical Problems in Geodynamics

Place: Beijing, China, Date: 5 - 9 September 1994
 Chairman: Professor R. Wang
 Dept. of Mechanics
 Peking University
 Beijing 100871, CHINA
 Telefax: +86 1250 1826

IUTAM - Symposium on The Active Control of Vibration

Place: Bath, UK, Date: 5 - 9 September 1994
 Chairman: Professor C. R. Burrows
 Fluid Power Centre
 School of Mechanical Engineering
 University of Bath
 Claverton Down
 Bath, BA2 7AY, UK
 Telefax: +44225 826928

IUTAM - Symposium on Size-Scale Effects in the Failure Mechanisms of Materials and Structures

Place: Torino, Italy, Date: 3 - 7 October 1994
 Chairman: Professor A. Carpinteri
 Dept. of Structural Engineering
 Politecnico di Torino
 Corso duca degli Abruzzi, 24
 1-10129 Torino, ITALY
 Telefax: +39 11 564 4899

ISIJ-Int. Symp. on Electromagnetic Processing of Materials, EPM'94

Place: Nagoya University, Japan, Date: 25-28 October 1994
 Chairman: Professor S. Asai
 Nagoya University
 Sponsored by the Iron and Steel Institute of Japan and co-sponsored by IUTAM.
 IUTAM Representative: Professor K. Moffatt

IUTAM - Symposium on Mechanics and Combustion of Droplets and Sprays

Place: Taipei, China, Date: 6-8 (or 10) December 1994
 Chairmen: Professor N. A. Chigier
 Carnegie-Mellon University
 Pittsburgh, PA 15123, USA
 Professor H. H. Chiu
 Institute of Aeronautics and Astronautics
 National Cheng Kung University
 Tainan, TAIWAN, Telefax: +88662389940

IUTAM - Symposia 1995

IUTAM - Symposium on Optimization of Mechanical Systems

Place: Stuttgart, Germany, Date: 26-31 March 1995
Chairman: Professor W. Schiehlen
Institute B of Mechanics
University of Stuttgart
Pfaffenwaldring 9
D-70550 Stuttgart, GERMANY
Telefax: +497116856400

IUTAM - Symposium on Advances in Nonlinear Stochastic Mechanics

Place: Trondheim, Norway, Date: 3 - 7 July 1995
Chairmen: Professor S. Krenk Professor A. Naess
Dept. Building Technology Dept. of Civil Engineering
& Structural Engineering Norwegian Institute of Technology
Sohngaardholmsvej 57 Rich. Birkelands vei la
DK-9000 Aalborg, DENMARK N-7034 Trondheim, NORWAY
Telefax: +45 9 8148243

IUTAM - Symposium on Hydrodynamic Diffusion of Suspended Particles

Place: Boulder, USA, Date: 23-25 July 1995
Chairman: Professor H. Davis
University of Colorado
Boulder, CO 80309-0424, USA
Telefax: +13034924341

IUTAM - Symposium on Micromechanics of Plasticity and Damage of Multiphase Materials

Place: Paris, France, Date: August 29 - September 1, 1995
Chairmen: Professor A. Pineau Professor A. Zaoui
Centre des Materiaux Laboratoire de Mecanique des Solides
Ecole des Mines de Paris Ecole Polytechnique
B.P. 87 F-91128 Palaiseau, FRANCE
F-91003 Evry Cedex, FRANCE
Telefax: +33160884757

IUTAM - Symposium on Combustion in Supersonic Flows

Place: Poitiers, France, Date: 2-6 October 1995
Chairman: Professor M. Champion
Laboratoire d'Energetique et de Detonique
E.N.S.M.A.
20, Rue Guillaume VII
F-86034 Poitiers, FRANCE
Telefax: +3349605 044

IUTAM - Symposium on Physical Limnology

Place: Nedlands, Australia, Date: 1995
Chairman: Professor J. Imberger
Centre for Water Research
University of Western Australia

Nedlands 6009, AUSTRALIA
Telefax: +6193 801 090

IUTAM - Symposium on Nonlinear Instability and Transition in Three-Dimensional Boundary Layers

Place: Manchester, UK, Date: 1995
Chairmen: Professor P. Hall
Dept. of Mathematics
University of Manchester
Manchester M13 9PL, UK
Professor D I A. Poll
Dept. of Aeronautical Engineering
Simon Building
University of Manchester
Manchester M13 9PL, UK

IUTAM - Symposium on Asymptotic Methods for Turbulent Shear Flows at High Reynolds Numbers

Place: Bochum, Germany, Date: 1995
Chairman: Professor K. Gersten
Institut fur Thermo- und Fluiddynamik
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150
D-44801 Bochum, GERMANY
Telefax: +492347094162

IUTAM - Symposium on Constitutive Relation in High/Very High Strain Rates

Place: Tokyo, JAPAN, Date: 1995
Chairmen: Professor K. Kawata Professor J. Shioiri
Dept. of Materials Science and
Technology Dept. of Mechanical Engineering
Science University of Tokyo Hosei University
2641 Yamazaki, Kajino-cho
Noda 278, JAPAN Koganei-shi 184, JAPAN

IUTAM - Symposium on Nonlinear Analysis of Fracture

Place: Bath, UK, Date: 1995
Chairman: Professor J. R. Willis
School of Mathematical Sciences
University of Bath
Bath BA2 7AY, UK
Telefax: +44225826492

International Symposium on Boundary Integral Methods for Nonlinear Problems

Place: Rome, Italy, Date: 1995
Chairman: Professor Luigi Morino,
Dep. Aerospaziale, Universita di Roma "La Sapienza",
Via Eudossiana, 16
I-00184 Roma, ITALY
Sponsored by IABEM and co-sponsored by IUTAM.
IUTAM Representative: Professor F. Ziegler

European Mechanics Society

On 3 April 1993, the European Mechanics Council adopted Statutes and Procedures to effect its transformation into

EUROMECH-European Mechanics Society.

The members of the Council for 1993 declared themselves to be the founding members. Between 3 April 1993 and 1 January 1995, the existing Council will function as the Interim Council of the Society, with D. G. Crighton (University of Cambridge, presently Chairman) as President, B. Lundberg (Uppsala University, presently Secretary) as Secretary-General and E.-A. Müller (Georg August University, Göttingen) as Treasurer. Members of the Council under the new Statutes will enter into office on 1 January 1995 following elections to be held in 1994.

The Council has overall responsibility for Euromech Colloquia and Euromech Conferences. The latter presently comprise the European Solid Mechanics Conference, the European Fluid Mechanics Conference, the European Turbulence Conference and the European Nonlinear Oscillations Conference.

Euromech Colloquia

are informal meetings on specialized research topics. Participation is restricted to a small number of European research workers actively engaged in the field of each Colloquium. The organization of each Colloquium, including the selection of participants for invitation, is entrusted to a Chairman. Proceedings are not normally published. Those who are interested in taking part in a Colloquium should write to the appropriate Chairman. Euromech Number, Title, Chairmen, Dates, and Location for the Euromech Colloquia in 1994 are given below.

315	Efficient numerical methods and parallel computing in fluid mechanics	Prof. F. Durst, Lehrstuhl für Strömungsmechanik, Universität Erlangen-Nürnberg, Cauerstrasse 4, D-91058 Erlangen, Germany Prof. C. Zenger, Munich
316	Advanced techniques in structural acoustics	Dr. G. R. Wickham, Department of Mathematics, University of Manchester, Oxford Road, Manchester M13 9PL, England Dr. I. D. Abrahams, Manchester
317	Buckling strength of imperfection-sensitive shells	Prof. G. D. Galletly, University of Liverpool, P. O. Box 147, Liverpool L69 3BX, England Prof. J. Arbocz, Delft,
318	Stability and vibrations of mechatronic systems	Dr. L. Pust, Institute of Thermomechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dolejskova 5, 182 00 Prague 8, Czech Republic Prof. M. Hiller, Duisburg

EUROMECH

319	Theoretical and experimental aspects of particle-laden flows	Dr. U. Rudi, Institute of Energy Research, Estonian Academy of Sciences, Paljiski 1, Tallinn E00001, Estonia Prof. F. Durst, Erlangen-Nürnberg
320	Multibody Systems: Advanced algorithms and software tools	Prof. M. Valasek, Department of Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Czech Technical University in Prague, Karlovo nam. 13, 121 35 Praha 2, Czech Republic Prof. W. Schiehlen, Stuttgart
321	Microstructure and phase transitions in solids	Prof. C. Davini, Ist. Meccanica Teorica ed Applicata, Universita di Udine, Via delle Scienze, 208, I-33100 Udine, Italy Prof. M. Pittieri, Padova
322	Cracks in coated and layered materials	Dr. P. Ståhle, School of Engineering, Uppsala University, Box 534, S-751 21 Uppsala, Sweden Prof. G. I. Barenblatt, Cambridge
323	Reaction-diffusion phenomena in physical and chemical systems	Dr. D. J. Needham, School of Mathematics, University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ, U. K. Prof. J. H. Merkin, Leeds
324	The combustion of drops, sprays and aerosols	Dr. G. Searby Laboratoire de Recherche en Combustion, Faculty des Sciences de St. Jérôme, Service 252, Avenue Escadrille Normandie Nieman, F-13397 Marseille Cedex 20, France
325	Bifurcation and chaos in solid and structural dynamics	Prof. G. Rega, Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, Acque e Terreno, University dell'Aquila, Monteluco Roio, I-67040 L'Aquila, Italy Prof. F. R. Pfeiffer, Munich
326	Experiment and macroscopic theory in crack propagation	Prof. A. Neimitz, Kielce University of Technology, Al. 1000 Lecia P. 7, 25-314 Kielce, Poland Prof. J. F. Kalthoff, Bochum
327	Effects of organized vortex motion on heat and mass transfer	Dr. N. F. Yurchenko, Institute of Hydromechanics, Ukrainian Academy of Sciences, 8/4 Zheliabova, Kiev 252057, Ukraine Prof. H. Peerhossaini, Nantes
328	Management and active control of turbulent shear flows	Prof. H. H. Fernholz, Hermann-Föttinger-Institute, Technical University of Berlin, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Germany Prof. H. E. Fiedler, Berlin

Euromech Conferences

are broad in scientific scope. They are open to all those interested and are expected to have a number of participants between 150 and 600. The general purpose is to provide opportunities for scientists and engineers from all parts of Europe to meet and discuss current research. The responsibility for each series of Conferences is delegated to a Standing Committee. The detailed organizational work is carried out by Local Organizing Committees (LOC). Those who are interested in taking part in one of the Conferences should write to the Chairman or Secretary of the appropriate LOC. Information about the Euromech Conferences in 1994 is given below.

5th European Turbulence Conference

5-8 July 1994, Sienna, Italy

Chairman: Prof. R. Benzi, Dipartimento di Fisica, II Universita di Roma, Via della Ricerca Scientifica, 1, I-00133 Roma, Italy

2nd European Solid Mechanics Conference

12-16 September 1994, Genova, Italy

CONFERENCE TOPICS

The program of the 2nd ESMC will cover the entire field of theoretical, computational and experimental mechanics of solids, including applications. Among the topics are: Continuum Mechanics; Material Mechanics; Structural Mechanics; Geomechanics; Dynamics of Machines, Robotics and Mechatronics; Identification and Optimization of Systems; Fluid-Structure Interaction Problems

CONTRIBUTED PAPERS

Paper proposals are to be written in English. Proposals should be in the form of comprehensive abstracts, no longer than 300 words (approximately 1 page). Authors are invited to submit the papers before February 1, 1994. The proposal must include the title, all author's names, affiliations, full addresses, as well as the phone and fax numbers and, if possible, the e-mail address of the corresponding author. All offers of papers will be considered by the Solid Mechanics Conference Committee; everyone who submits the paper will be notified by mail as to whether it was accepted or not, by May 1, 1994.

INVITED PRESENTATIONS

Some Problems in Shell Structures

C.R. Calladine, Cambridge University, Cambridge, UK

Biomechanics of the Heart Muscle

D.H. van Campen, Eindhoven University, Eindhoven, The Netherlands

Real-Time Simulations of Complex Multibody Systems Including Realistic Graphics

J. Garcia de Jalon, Centro Est. Invest. Tecn. Guip., San Sebastian, Spain

Dynamics of Viscoelastic Solids Treated by Boundary Element Approaches in Time Domain

L. Gaul, Stuttgart University, Stuttgart, Germany

The Mechanical Clock

J. Hult, Chalmers University, Göteborg, Sweden

Caustic Analysis of Fracture Phenomena

J. Kalthoff, University of Bochum, Bochum, Germany

A Continuum Mechanics Theory of Microstructure Formation in Deformed Solids

J. Kratochvil, Czech Akad. Sciences, Prague, Czech Republic

Some Numerical Methods in Multibody Dynamics: Application to Granular Materials

J.J. Moreau, Lab. Mec. Gen. Milieux Cont., Montpellier, France

Variational Methods in Sensitivity Analysis and Optimal Design of Structures

Z. Mroz, Polish Acad. of Sciences, Warsaw, Poland

Elastic-Plastic Structures Under Cyclic Loads

C. Polizzotto, University of Palermo, Palermo, Italy

Pollutant Transport In Deforming Porous Media

B. Schrefler, University of Padova, Padova, Italy

Potentials and Limitations of Softening Models in Geomechanics (The Role of Second Order Work)

J. Vardoulakis, Athens University, Athen Greece

High Speed Delamination of Composites

J.G. Williams, Imp. College Science, London, UK

REGISTRATION INFORMATION

To obtain further announcements as well as the 2nd ESMC programme and registration information, please contact:

Prof. A. Del Grosso, (Chairman)

Istituto di Scienza delle Costruzioni - Universita di Genova - Via Montallegro 1, 16145 Genoa, Italy

Phone: +39 10 3532525, Fax: +39 10 3532534, e-mail: esmc94@igecuniv.cisi.unige.it

2nd European Fluid Mechanics Conference

20-24 September 1994, Warsaw, Poland

CONFERENCE TOPICS

The scientific programme will comprise numerous invited lectures, a debate on the topic "The balance between analysis, computation and experiment in fluid mechanis", mini-symposia (no more than a day in duration), contributed papers for short oral or poster presentation.

The scientific sessions of the Conference will be held at the University of Warsaw, which is within walking distance of the city centre and hotels. A half-day break in the middle of the Conference will provide an opportunity to see some of Warsaw's interesting buildings. Accommodation at various cost levels will be available. Proceedings of the Conference will not be published.

REGISTRATION INFORMATION

All those interested are welcome to attend. Anyone wishing to receive the second announcement of the 2nd EFMC giving detailed information about the submission of abstracts, the available accommodation, registration fee, etc should give his name and address to

Prof. dr. H. Zorski, co-Secretary LOC, 2nd EFM, Institute of Fundamental Technological Research Swietokrzyska 21, 00-049 Warsaw, Poland, Fax: 48 22 269815

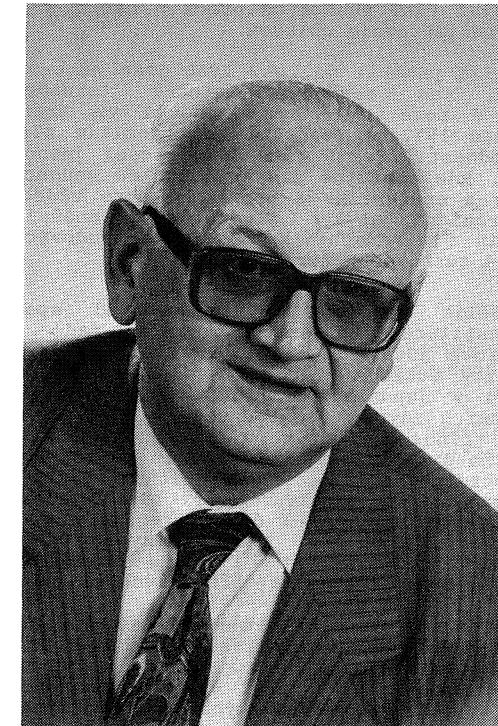
Členové přijati na schůzi předsednictva 25. 1. 1994

Dr. ing. Jan Dupal	19. 7. 1955	M, Mp, P2, P5
	Západočeská univerzita, katedra mechaniky Americká 42 306 14 Plzeň	
RNDr. Zdeněk Hlaváč, CSc.	9. 9. 1946	M1
	Západočeská univerzita Americká 42 306 14 Plzeň	
ing. Ivan Hořejší	20. 3. 1944	T, T3
	Škoda, výzkum s.r.o. Plzeň	
ing. S. Konvičková, CSc.	2. 4. 1943	M2
	ČVUT, fak. strojní K 211 Technická 4 166 07 Praha 6	
ing. Václav Lašová	31. 12. 1956	M, M1, M2, Mp
	Škoda, Machine Tool D.R.G., Výpočty Plzeň	
ing. Jan Sedláček, CSc.	30. 4. 1949	M, M1, M2, Mp T, T2, P2, P3
	Škoda, výzkum Plzeň s.r.o.	
ing. Vlastimil Vacek, CSc.	20. 4. 1953	M3, E1
	Západočeská univerzita, katedra mechaniky Americká 42 306 14 Plzeň	
Doc.ing. Vladimír Zavadil, CSc.	5. 12. 1936	M, M2, E1
	Západočeská univerzita, katedra mechaniky Americká 42 306 14 Plzeň	

42

KRONIKA

Sedmdesát let prof. ing. Ludvíka Bělíka, DrSc.
DTech.h.c., C. Eng., F.I.Mech. E.



Profesor Bělík se narodil 9. února 1924 v Nudvojovicích u Turnova. Absolvoval reálné gymnázium v Klatovech a v r. 1943 byl totálně nasazen k firmě Junkers v Praze. Jako pomocný konstruktér se zde setkal s lopatkováním pro letecké spalovací turbíny JUMO 004, což ho patrně životně ovlivnilo. Po roce 1945 vystudoval strojní inženýrství na ČVUT v Praze a v r. 1950 nastoupil do konstrukce parních turbín, oddělení turbokompresorů, Škodových závodů v Plzni. Po dvouleté vojenské službě se opět vrátil do Škodovky do oddělení tepelných výpočtů. Následovala aspirantura ve Státním výzkumném ústavu tepelné techniky v Praze a po dalším návratu do Plzně vedl výzkumnou skupinu zaměřenou na vnitřní aerodynamiku parních trubin. Později zastával funkci vedoucího

43

výzkumu a zástupce vedoucího Vědeckovýzkumné základny závodu Turbíny.

Vědeckovýzkumný zájem prof. Bělíka byl vždy zaměřen na oboj vnitřní aerodynamiky zejména parních turbín. Již jeho aspirantské studie z poloviny padesátých let vyústily v návrh turbínového

profilu rovnotlakového typu známého pod označením B1, který byl ve výrobě parních turbín ŠKODA používán po řadu let. Později se jubilant soustředil na třírozměrné zavířené proudění, jakým je proudění v mřížích turbostrojů s krátkými lopatkami. O tomto problému publikoval řadu vědeckých prací u nás i v zahraničí s velmi příznivým mezinárodním ohlasem.

Profesor Bělík působil od roku 1960 jako externí učitel na VŠSE v Plzni, na tehdejší katedře termomechaniky a hydromechaniky. V roce 1963 byl jmenován ve zmíněném oboru docentem a v roce 1977 profesorem, když mezitím získal v roce 1974 vědeckou hodnost DrSc. V roce 1973 přešel jmenovaný trvale na VŠSE v Plzni, kde postupně zastával funkce vedoucího katedry tepelné techniky a energetiky a prorektora pro vědeckovýzkumnou činnost a zahraniční styky. Studentům přednášel předměty: mechanika tekutin, termomechaniky, teorie proudových strojů a plynové trubiny a turbokompresory.

Profesor Bělík se systematicky věnoval spolupráci se zahraničními institucemi a vystupoval v řadě z nich s přednáškami. V roce 1967 - 1968 absolvoval jednorocní studijní stáž na University College, London. V r. 1972 byl na měsíčním studijním pobytu v Japonsku, kde navštívil několik vědeckých institucí, výrobních závodů a univerzity v Tokiu a Kyotu. V r. 1975 následoval tříměsíční pobyt na univerzitách v Londýně a v Cambridge. Dále navštívil univerzity v Oslu a Trondheimu (1975), Technische Hochschule der Bundeswehr v Mnichově (kurz CAD 1982) a úzeji spolupracoval s MEI, Moskva. Od r. 1968 je členem britské společnosti strojních inženýrů a členem registrovaných inženýrů (C. Eng., F.I. Mech. E.). V r. 1982 byl zvolen členem německé vědecké společnosti GAMM a v r. 1984 mu Brunelova londýnská univerzita udělila hodnost doktora technických věd honoris causa.

Profesor Bělík se rovněž významně podílel na rozvoji vědecké a technické činnosti u nás. Účastnil se založení plzeňské pobočky ÚTAM ČSAV, byl členem hlavního výboru Společnosti pro mechaniku a členem výboru plzeňské pobočky. Byl činný v různých funkcích v ČSVTS. Pracoval v četných vědeckých a odborných komisích, vědeckých radách vysokých škol a vědeckých a výzkumných ústavů (ÚT ČSAV, SVÚSS). Od r. 1963 dovedl k úspěšné obhajobě 15 vědeckých aspirantů.

Profesor Bělík publikoval 51 původních prací, z toho 15 vědeckých prací a výzkumné zprávy. Pro své studenty napsal čtyři skripta:

- Úvod do základních rovnic proudění a sdílení tepla (1966),
- Rozměrová analýza a teorie fyzikální podobnosti ve stavbě proudových strojů (1981),
- Základy dynamiky plynů s aplikací ve stavbě proudových strojů (1981),
- Třírozměrné proudění ve stupních proudových strojů (1982).

Se spolupracovníkem přeložil z ruštiny učebnici A. V. Ščegljajeva "Parní turbíny" (SNTL 1983).

Profesor Bělík musel v průběhu let, uprostřed plného pracovního zatížení, překonávat některé vážné zdravotní problémy. Čelil jim vždy stejně racionálně jako svým problémům vědeckým. Přeji mu proto do dalších let za všechny jeho spolupracovníky i za sebe především pevné zdraví, pokračující potěšení z vědecké práce i spolupráce pod životním heslem "Pracovat je těžké, ale spolupracovat je těžší" a ještě mnoho setkání a debat s moudrými lidmi.

Doc. ing. Miroslav Šťastný, DrSc.

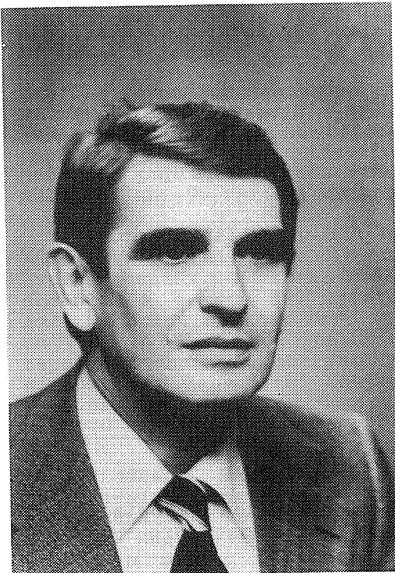
INFORMACE

VTS Žilina společně se Středoevropskou asociací pro počítačovou mechaniku a se Slovenskou společností pro mechaniku pořádají mezinárodní konferenci

NUMERICKÉ METODY V MECHANICE KONTINUUM
MODELY, NUMERICKÉ METODY A APLIKÁCIE
Stará Lesná - Vysoké Tatry,
Slovenská republika
19. - 22. September 1994

Další informace podá: Doc. Dr. - Ing. Vladimír KOMPIŠ, CSc.
Katedra mechaniky, pružnosti a pevnosti
Vysoká škola dopravy a spojov
Žilina - V. Dieľ
Slovenská republika

Prof. ing. Ladislav Frýba, DrSc., pětašedesátníkem



Narodil se 30. 5. 1929 ve Studenci u Horek (okres Semily). Ve svém rodišti v letech 1935 až 1940 chodil do obecné školy, v letech 1940 – 1948 do reálného gymnázia v Jičíně a Vysokou školu inženýrského stavitelství ČVUT vystudoval v letech 1948 až 1953.

Všichni, kdo jsme se v životě s ním setkali, známe ho jako vědeckého pracovníka s brillantní teoretickou erudití, a s požadavky maximálního výkonu, jak vůči sobě, tak vůči spolupracovníkům. Tak se projevuje i jeho vytrvalost a přímočarost v cestě za vytýčeným cílem.

Známe ho i jako moudrého člověka, přítele, se kterým se velmi dobře diskutuje nejen o stavební dynamice, o aplikacích na železničních a silničních mostech a dopravních konstrukcích, což je jeho vědecký obor, ale i o kulturním a politickém

životě. Známe ho i jako příjemného společníka se smyslem pro humor, nezanedbávajícího legraci.

S Ladislavem Frýbou jsme se poznali jako asistenti na nově vzniklé Vysoké škole železniční v Praze v roce 1953; on byl asistentem na katedře matematiky. V roce 1954 byl již ve Výzkumném ústavu dopravním v Praze jako vědecký aspirant. Hlavním školitelem mu byl prof. V. Koloušek, DrSc. V roce 1959 při obhajobě kandidátské práce "Vliv plochého kola na nekonečně dlouhý nosník na pružném podkladě" na stavební fakultě ČVUT, prohlásila komise tuto práci za výjimečnou a L. Frýbovi byl udělen doktorát technických věd. Stal se nejmladším nositelem tohoto titulu v ČSR (30 let)!

Sledujeme-li data jeho dalšího vědeckého růstu a z něho vyplývajících vědeckých a pedagogických hodností, najdeme prodlevu 11 let mezi doktorátem a habilitací docentskou (1964 na stavební fakultě ČVUT) a další prodlevu 28 let do doby ustanovení profesorem (1992 na stavební fakultě ČVUT). Ani L. Frýba nepatřil totiž k oblíbeným minulého režimu a nemohl ani s prokázanou odbornou kvalifikací prorazit bariéru střeženou politicky a indolentními vyvolenci. Jeho odborné znalosti byly přesto zhodnoceny v zahraničí. Od roku 1967 – 1979 se stal postupně od

přizvaného znalce až po předsedu výboru znalců Office de Recherches et d'Essais (ORE) de l'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC). Nyní, od roku 1991, je předsedou výboru znalců European Rail Research Institute (ERRI) se sídlem v Utrechtu.

Všechny uvedené osobní vlastnosti L. Frýby se projevily a projevují v jeho činnosti, jak doma, tak v cizině: od roku 1991 je předsedou státní zkušební komise VŠDS v Žilině, od roku 1991 předsedou České společnosti pro mechaniku. V letech 1990 až 1992 byl předsedou vědecké rady ÚTAM.

Je autorem 4 knih, spoluautorem 5 dalších knih, uveřejnil 125 vědeckých prací v češtině, angličtině, němčině, francouzštině, ruštině a polštině. Z posledních jeho prací uvádím dvě: Kmitání těles a konstrukcí způsobené pohybujícím se zatížením, vydané Academií anglicky v roce 1972, česky 1989. Druhá má titul Dynamika železničních mostů, vydaná Academií v roce 1992.

Ladislav Frýba nezapomíná ani na předávání svého žezla svým nástupcům: byl hlavním školitelem šesti aspirantů a vedlejším školitelem devíti aspirantů.

Osobnost L. Frýby a jeho trvale neměnné zásady je třeba si osvětlit i v jiných životních situacích a třeba i úsměvných. Pamatuji se, jak L. Frýba se skupinou techniků z Výzkumného ústavu dopravního dokončil měření mostu na Váhu. Protože mezi nimi bylo několik vodáků, zakončili pobyt na Slovensku jízdou na kanoích. Jak se stává, zvrhli se, nastalo lovení věcí a sušení. Bylo to v čase oběda a L. Frýba s přesností jemu vlastní nejprve vybalil proviant, pojedl a pak teprve začal lovit a sušit zavazadla. Jiná situace se váže k lyžím, na nichž L. Frýba vyniká a jimž každou zimu věnuje čas. Při jakémusi kursu na Martinovce v padesátých letech vypadal před sjezdem nenápadně svým vybavením a ustrojením vedle sebejistých ostatních lyžařů. Po perfektním sjezdu, tehdy v měkkém, bořivém sněhu, vypadal sice dál nenápadně, ale sebejistota ostatních se kam slyšela vytratila.

Milý Láďo, na přicházející věk nehled', ber tento spravedlivý zákon s humorem a vybírej si ty lepší a světlé okamžiky v dalším životě.

Přejeme Ti pevné zdraví, vyjádřené v neutuchajícím zdroji energie, pro další nápady, další vědecké výsledky, publikace a také pro stálou chut si zajezdit na lyžích a cestovat po cizích krajích.

ing. M. Pirner

Prof. ing. Jan Ježek, DrSc. - 65 let



K překvapení všech, kdo jej znají, zařadil se již mezi pětašedesátníky prof. J. Ježek, vědec, pedagog, vedoucí pracovník, moudrý a čestný člověk.

Narodil se 24. prosince 1928 v Novosedlicích. Jako chlapec zažil evakuaci českého pohraničí a za války byl v totálním nasazení. Po absolvování ČVUT v Praze v roce 1951 začíná jeho odborný růst v aspirantuře na Fakultě strojní ČVUT u školitelů prof. Maštovskeho a prof. Peška. Po jejím ukončení zůstal na katedře hydromechaniky. V roce 1965 se habilitoval. V letech 1971 až 1973 přednášel na Military Technical Colledge v Káhiře v Egyptě. V roce 1985 předložil doktorskou disertační práci na téma "Hydrodynamické aspekty odlévání oceli", kterou obhájil v říjnu 1989. Současné zahájené řízení na jmenování profesorem mohlo být úspěšně završeno v září 1990, až po změnách, jimž prošla naše společnost. V r. 1991 se stal na základě konkursu vedoucím Katedry mechaniky tekutin a termodynamiky, Fakulty strojní ČVUT. Této funkce se ujal s neobvyčejnou energií, aby vytvořil podmínky pro další vědeckou a pedagogickou práci.

Během jeho více než čtyřicetileté odborné činnosti dosáhl okruh jeho zájmů značné šíře. Zaměřil se na řešení praktických problémů spojených s prouděním tekutin v různých průmyslových oborech, jako např. papírenském, chemickém, leteckém, jaderném, rudném a hutním. V současné době se soustředil též na proudění v ekologických systémech. Své zkušenosti uplatnil při zavádění moderní technologie kontinuálního odlévání oceli. Zabýval se prouděním kapalin i stlačitelných tekutin, vícefázovými a velmi vazkými tekutinami a suspenzemi vykazujícími nenewtonovské chování. Jeho výsledky byly publikovány v renomovaných časopisech a sbornících mezinárodních konferencí a citovány v zahraničí. Napsal řadu skript, spolupracoval na celostátní učebnici "Mechanika tekutin", na "Technickém naučném slovníku" a Technickém průvodci "Mechanika tekutin". Byl spoluzařadatelem jednoho z nových oborů na Fakultě strojní - oboru Aplikovaná mechanika.

Věříme, že k našemu přání jubilantovi do dalších let především dobrého zdraví, štěstí v osobním životě a elánu do další aktivní práce se připojují jeho studenti, aspiranti, všichni, jimž pomáhal v jejich odborném růstu, a jeho kolegové a spolupracovníci.

ing. J. Adamec, CSc., ing. P. Šafařík, CSc.
Fakulta strojní ČVUT