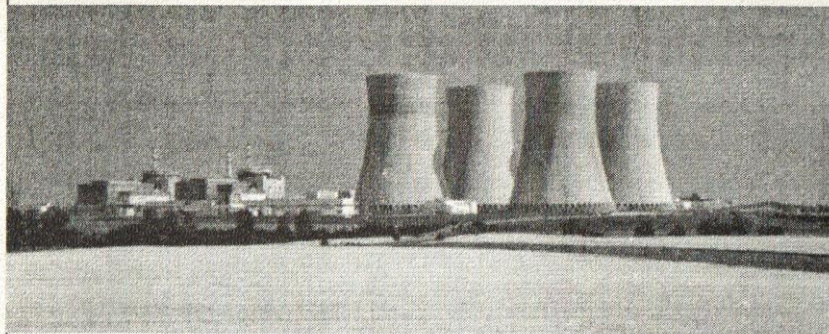


ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ



Jaderná elektrárna Temelín

Bulletin Asociace strojních inženýrů vydává pro své členy
Adresa: ASI, Technická 4, 166 07, Praha 6

Motto:

*Věcem, se kterými nemůžeme nic dělat jako je třeba politika
nebo smrt, se musíme jenom smát*

Jan Werich

OBSAH

<i>Jiří Nožička st., Slavomír Jirků, Jiří Nožička ml.</i> Je potenciální proudění přežitkem?	3
<i>Ing. Jiří Dobeš</i> Problematika vzdělávání manažerů našich podniků	18
<i>Ing. Jiří Fleischhans</i> Jaderná elektrárna Temelín (přednáška technického úterku pro ASI, Příspěvek České nekleární společnosti)	22
<i>Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc.</i> Od SMIRT 16 k SMIRT 17	26
ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI	
80. výročí narozenin Prof. Dr. Ing. Jaroslava Němce, DrSc., Dr.h.c., v NTM v Praze ..	27
Zápis z 19. zasedání Senátu ASI	29
Zprávy z jednotlivých klubů ASI	30
SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI	
Životní jubilea členů klubu Brno	32
Životní jubilea členů klubu Praha	32
Veletrh MACH 2002 - uzávěrka přihlášek se blíží	36

Redakční rada

Ing. Václav Cyrus, DrSc., Ing. Václav Daněk, CSc., Doc. Ing. Jiří Nožička, CSc.,
Ing. Josef Vondráček

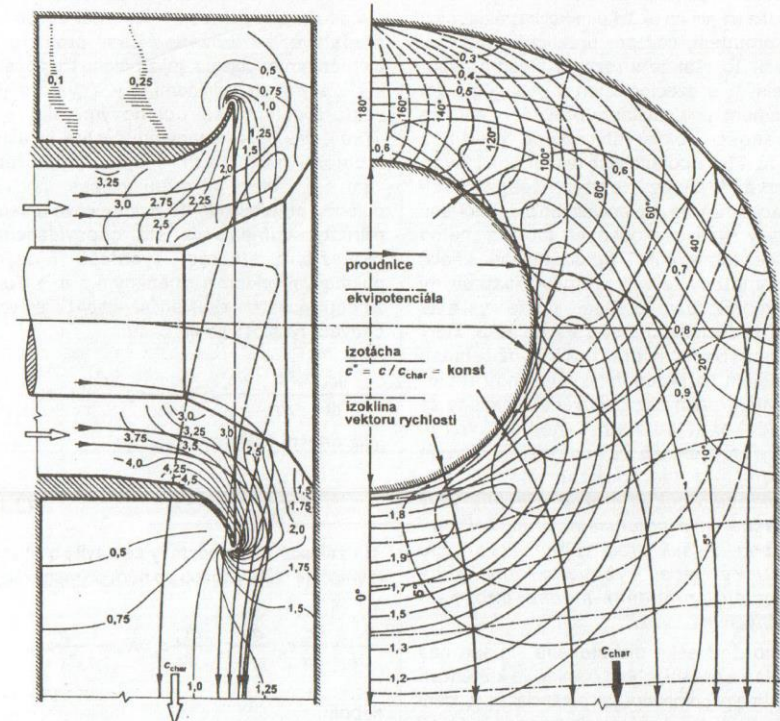
Je potenciální proudění přežitkem?

Jiří Nožička st., Slavomír Jirků, Jiří Nožička ml.

1. Úvod

Potenciální proudění, tato hluboce propracovaná partie teoretické hydroaerodynamiky, v níž se však zanedbávají mj. vlivy viskozity tekutiny, je zejména pedagogicky pokládána za nezbytný teoretický základ inženýrské mechaniky tekutin potřebný k vytvoření představy o vlastnostech proudových polí i vstupem do metodiky praktického řešení úloh o vnějším i vnitřním vícerozměrovém proudění. Názor inženýrů z technické praxe je skeptičtější. Ty znepokojuje zejména

skutečnost, že "výsledky ... jsou v některých případech, zejména pokud se týče důležitého problému tlakových ztrát ... a odporu těles, která se v tekutině pohybují, v příkrém rozporu se zkušeností" ([16]). To vede často ke kategorickému odmítnutí potenciálního modelu i v případech, kdy by potenciální proudění mohlo technické praxi docela dobře sloužit a uplatnit při tom výhody jednoduchosti a průhlednosti (ukázka takového řešení je na obr. 1.1). Praktici obvykle dávali přednost řešení experimentálnímu. Pak se objevila třetí



Obr. 1.1. Ukázka řešení složitějšího potenciálního proudového pole - proudění ve výstupní skřínku nízkotlakového tělesa parní turbíny (vlevo proudění v meridiální rovině, vpravo mapa pole na pravé čelní stěně).

cesta spojená s nástupem číslicových počítačů, který byl v našich podmínkách opožděný, téměř šokový. Naše technická praxe se většinou seznámila až s rozvinutou formou počítačových metod, která oslňovala novými možnostmi propagovanými formulacemi jako "současné respektování prostorovosti, nestacionárnosti a stlačitelnosti", "na bázi Navierových - Stokesových rovnic", "s různými modely turbulence", "s uvažováním reálného stavového chování", "za současného vlivu tepelné konvekce a radiace" a pod. Ve srovnání s těmito možnostmi se potenciální proudění jeví jaksi chudiče a bezmocné. Počítačovým metodám muselo potenciální proudění přepustit značnou část svého rozsahu i v učebnicích, kde se dnes často omezuje už jen na ukázkou několika základních typů proudění, což pro praktické využívání nestačí. To však je v rozporu nejen s nepopíratelným gnozeologickým a pedagogickým významem potenciálního proudění, ale i se zkušeností některých našich předních závodů, které potenciální řešení požadovaly a prováděly i ve složitých technických aplikacích. Zákony potenciálního proudění jsou skryty v řadě osvědčených teorií a metod (klasická teorie profilu, cirkulační teorie křídla, různé metody řešení průtoku lopatkovými mřížemi) Rozpornou situaci dobře vystihuje výrok už zesnulého profesora Poláška, který na pochybnost o praktické využitelnosti potenciálního proudění, vyslovenou reprezentantem průmyslu, odpověděl (snažíme se reprodukovat co nejpřesněji): "Existují závody, které teorii příliš nepěstují. Ty obvykle požadují od teoretického řešení, aby respektovalo pokud možno všechny vlivy současně, tam potenciální proudění není oblíbeno. Avšak pracovištím, která jsou teoreticky lépe vybavena, poskytuje potenciální proudění mnoho informací užitečných pro praxi".

Tato dodneška diskutovaná situace nás přiměla k sepsání tohoto článku, ve kterém se pokusíme připomenout, jak potenciální proudění v teoretické mechanice tekutin vzniklo (a při tom v hrubých rysech zopakovat pozapomenuté školní informace), jak proniklo do technické hydromechaniky, které poznatky

prispěly a dosud přispívají k jejímu rozvoji, v čem jsou nezastupitelné. Též se pokusíme naznačit, v jakých případech a modifikacích se uplatňuje v dnešních metodách řešení aplikačních úloh a zamyslet se nad jeho perspektivou.

2. Vznik potenciálního proudění

Vše začalo v druhé polovině 18. století zásluhou Leonharda Eulera (1707 - 1783). Ten opustil částicovou představu o struktuře tekutiny a nahradil ji modelem kontinua, o němž se předpokládá, že makroskopické vlastnosti platí i v elementárním objemu (i elementární objem je Eulerovým výmyslem, je do extrému dovedenou představou o přechodu od vnitřích sil k vnějším silám v soustavě podle tzv. Eulerova principu řezu). Našel produktivní metodu popisu pohybu kontinua založenou na představě, že fixovanou částí prostoru o elementárním objemu, jejíž polohu lze popsat kartézskými souřadnicemi x, y, z (v pozdější vektorové formulaci polohovým vektorem $\vec{r}(m)$), procházejí anonymní částice tekutiny rychlostí o složkách c_x, c_y, c_z (vektorem $\vec{c}(m \cdot s^{-1})$), která se mění v čase $t(s)$ i s polohou při přechodu do polohy nové určené přírůsty souřadnic dx atd. odpovídajícími okamžitým složkám rychlosti (novým polohovým vektorem změněným o $d\vec{r}$). Tuto změnu popsal tzv. substanciální neboli Eulerovou derivací rychlosti podle času

$$\frac{dc_x}{dt} = \frac{\partial c_x}{\partial t} + \frac{\partial c_x}{\partial x}c_x + \frac{\partial c_x}{\partial y}c_y + \frac{\partial c_x}{\partial z}c_z \text{ atd.}$$

jejíž dnešní vektorový zápis je

$$\frac{D\vec{c}}{Dt} = \frac{\partial \vec{c}}{\partial t} + (\vec{c} \cdot \nabla) \vec{c} \quad (2.1)$$

Na základě této představy sestavil pohybové rovnice tekutiny, jež jsou po něm pojmenovány:

$$\frac{\partial c_x}{\partial t} + \frac{\partial c_x}{\partial x}c_x + \frac{\partial c_x}{\partial y}c_y + \frac{\partial c_x}{\partial z}c_z = K_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \text{ atd.}$$

neboli

$$\frac{D\vec{c}}{Dt} = \vec{K} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p \quad (2.2)$$

Zde značí K_x atd., $\vec{K}(m \cdot s^{-2})$ kartézské složky resp. vektor intenzity vnějšího silového pole, $p(\text{Pa})$ tlak a $\rho(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ hustotu tekutiny, která může být funkcí tlaku. Tečná napětí na stěny objemového elementu Euler nezavedl, Newtonův zákon vazkosti obsažený už v druhé knize Principií zůstal až do poloviny 19. století v teoretické hydromechanice nepovšimnut. Rovnice (2.2) platí tedy pouze pro tekutinu nevazkou. Přesto je to díky druhému členu v rov. (2.1) rovnice nelineární. Euler hledal cestu k jejímu řešení vyšetřováním speciálních případů, kdy by nepohodlný člen vymizel. Jedním takovým případem je situace, kdy v žádném bodě vyšetřované oblasti element tekutiny nerotuje. Pro tento případ našel podmínky

$$\frac{\partial c_x}{\partial y} = \frac{\partial c_y}{\partial x} \text{ atd. neboli } \text{rot} \vec{c} = \nabla \times \vec{c} = \vec{0} \quad (2.3)$$

kteří jsou silnější, než podmínka neexistence vazkosti. Druhý člen rovnice (2.1) lze pak upravit

$$(\vec{c} \cdot \nabla) \vec{c} = \frac{1}{2} \nabla c^2 - \vec{c} \times [\nabla \times \vec{c}] = \frac{1}{2} \text{grad} c^2 - \vec{c} \times \text{rot} \vec{c}$$

tj. při $\text{rot} \vec{c} = \vec{0}$

$$(\vec{c} \cdot \nabla) \vec{c} = \frac{1}{2} \text{grad} c^2 \quad (2.4)$$

O vnějším silovém poli předpokládal, že platí

$$K_x dx + K_y dy + K_z dz = dU$$

neboli $\text{grad} U \cdot d\vec{s} = dU$; (2.5)

$d\vec{s}$ je element integrační cesty, U je skalární funkce polohy zvaná podle d'Álemberta "silový potenciál". Podobně zavedl Euler i pro složky rychlosti

$$c_x dx + c_y dy + c_z dz = d\Phi$$

neboli

$$\text{grad} \Phi \cdot d\vec{s} = d\Phi \quad (2.6)$$

Takovouto cestou, jež se tehdy nazývala "metoda úplných diferenciálů", zapsal Euler

integrál svých pohybových rovnic

$$U - \frac{\partial \Phi}{\partial t} - \frac{c_x^2 + c_y^2 + c_z^2}{2} = \int \frac{dp}{\rho(p)} \quad (2.7)$$

pro niž se po zavedení integračních mezí ujal název "Bernoulliho rovnice". Toto vše lze najít v Eulerově publikaci "Continuation des recherches sur la théorie du mouvement des fluides", Berlin, 1755. Když později nazval Joseph L. Lagrange (1736 - 1813) skalární funkci $\Phi = \Phi(x, y, z, t) = \Phi(\vec{r}, t)$ "rychlostní potenciál", bylo potenciální proudění včetně názvu na světě. Závěrem zdůrazněme praktický důsledek plynoucí z rov. (2.6):

$$c_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x}, c_y = \frac{\partial \Phi}{\partial y}, c_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \text{ tj. } \vec{c} = \text{grad} \Phi \quad (2.8)$$

jinými slovy v potenciálním proudění je popisu trojrozměrového proudového pole třemi skalárními funkcemi $c_x = c_x(x, y, z, t)$ atd. ekvivalentní popis jedinou skalární funkcí $\Phi = \Phi(x, y, z, t)$, což je první významnou výhodou tohoto typu proudění. Při praktickém řešení úloh o potenciálním proudění se konstruuje mapa ekvipotenciálních ploch $\Phi = C_i = \text{konst.}$ Z rovnice (2.8) plyne, že vektor rychlosti je k ekvipotenciální ploše kolmý. Vektorová čára pole (tj. čára, k níž je vektor rychlosti tečný) zvaná proudnice má rovnici

$$c_x dx + c_y dy + c_z dz = d\Phi \quad (2.9)$$

3. Rozvoj potenciálního proudění v klasické hydrodynamice

V mechanice nestlačitelných tekutin ($\rho = \text{konst.}$) platí rovnice kontinuity ve tvaru

$$\frac{\partial c_x}{\partial x} + \frac{\partial c_y}{\partial y} + \frac{\partial c_z}{\partial z} = 0 \text{ neboli } \text{div} \vec{c} = 0 \quad (3.1)$$

(její kartézský tvar pochází rovněž od Eulera). Pierre Simon de Laplace (1749 - 1827) dosadil za rychlost z výrazu (2.8), čímž získal pro $\Phi = \Phi(x, y, z, t)$ diferenciální rovnici

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0 \text{ tj. } \text{div} \text{grad} \Phi = \nabla^2 \Phi = \Delta \Phi = 0 \quad (3.2)$$

kteřá se nazývá Laplaceova diferenciální rovnice a je snad nejrozšířenější a nejlépe propracovanou rovnicí ze skupiny zvané rovnice matematické fyziky. Z této skutečnosti plynou další přednosti potenciálního modelu platící však pouze pro tekutiny nestlačitelné:

- k odvození nebylo využito pohybové rovnice (2.2), podařilo se tedy oddělit kinematické řešení od řešení dynamického. Prakticky to znamená, že po vyřešení pole potenciálu $\Phi = \Phi(\vec{r})$ se derivací získá pole rychlostní nejlépe ve formě mapy izotáh (tj. čar konstantní rychlosti $c = |\vec{c}| = C_1$) a izoklin (čar konstantního úhlu) jejího vektoru. Rozložení tlaku se pak získá z Bernoulliho rovnice, jež v nestlačitelné tekutině pro častý případ stacionárního proudění při zanedbání vlivu vnějšího silového pole přejde do jednoduchého tvaru

$$p + \frac{\rho}{2} c^2 = \text{konst} \quad (3.3)$$

v němž konstanta platí v celé regulární oblasti.

- rovnice (3.3) je lineární, platí tedy princip superpozice partikulárních řešení. Jeho důsledkem je velmi produktivní metoda singularit.

- rovnice (3.1) neobsahuje explicitně čas. Kinematické řešení nestacionárního potenciálního proudění je tedy dáno časovým sledem "stacionárních" řešení pro konkrétní hodnoty času dané počáteční podmínkou pro Φ .

Další zjednodušení a nové možnosti plynou pro rovinné potenciální proudění využitím výhod teorie komplexní proměnné. Rovina proudového pole se zde pokládá za Gaussovu rovinu komplexních čísel $z = x + iy, \bar{z} = x - iy, i^2 = -1$. Proudové pole se popisuje tzv. komplexním potenciálem

$$F(z) = \Phi(x, y) + i\Psi(x, y), \quad (3.4)$$

jehož reálná část je totožná s potenciálem Φ v rov. (3.2), imaginární část Ψ ($m^2 \cdot s^{-1}$) se nazývá proudová funkce. Z matematického hlediska je to harmonická funkce sdružená s Φ (tj. je popsána rovněž Laplaceovou diferenciální rovnicí, mapa čar $\Psi = K_1 = \text{konst}$ je orthonormální soustavou k soustavě $\Phi = C_1 = \text{konst}$, udává tedy soustavu proudnic daného pole). Vzájemný vztah mezi nimi

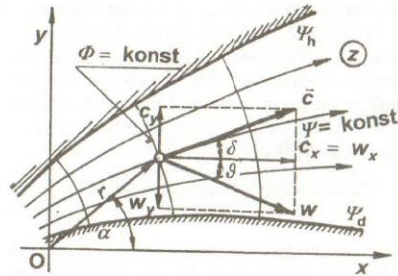
udávají tzv. Cauchyovy - Riemannovy rovnice

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \Psi}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial y} = -\frac{\partial \Psi}{\partial x} = 0 \quad (3.5)$$

Komplexní potenciál je tedy funkcí analytickou. Derivace komplexního potenciálu podle z pak udává tzv. komplexní rychlost $w(z)$ (její souvislost s rychlostí c plyne z rovnice (3.5):

$$\frac{dF}{dz} = \frac{\partial \Phi}{\partial x} + i \frac{\partial \Psi}{\partial x} = w = w_x + iw_y = c_x - ic_y, \quad (3.6)$$

viz obr. 3.1. Z rovnic (2.8), (3.5) a (3.6) plyne



Obr. 3.1. Rovinné potenciální proudové pole (Φ potenciál, Ψ proudová funkce, \vec{c} rychlost, w komplexní rychlost, $z = x + iy$).

tedy možnost vyjádřit kartézské složky rychlosti proudovou funkcí Ψ

$$c_x = w_x = \frac{\partial \Psi}{\partial y}, \quad c_y = -w_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}, \quad (3.7)$$

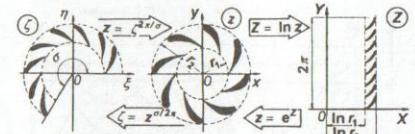
i fyzikální význam rozdílů hodnot proudových funkcí dvou sousedních proudnic (obr. 3.1):

$$\Psi_2 - \Psi_1 = \int_{(1)}^{(2)} d\Psi = \int_{(1)}^{(2)} \left(\frac{\partial \Psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \Psi}{\partial y} dy \right) = \int_{(1)}^{(2)} (-1 \cdot c_y dx + 1 \cdot c_x dy) = \int_{(1)}^{(2)} dQ = Q_2 - Q_1 \quad (3.8)$$

Uvedený rozdíl tedy udává objemový tok $Q (m^3 \cdot s^{-1})$ tekutiny proudovou trubici v rovinném poli jednotkové hloubky ohraničenou kolmými válcovými stěnami určenými zmíněnými proudnicemi.

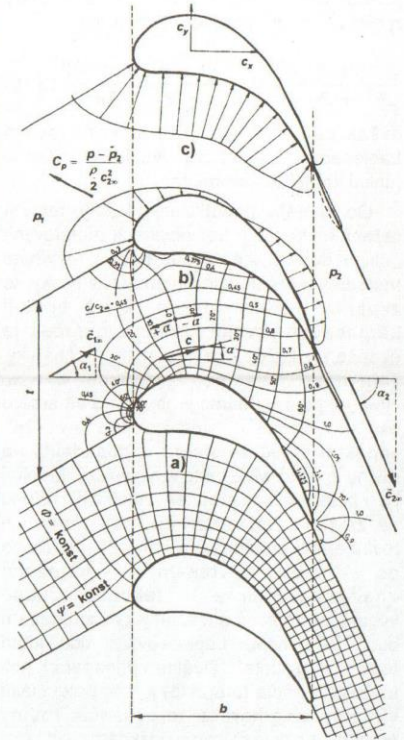
Podotýkáme, že počátek této metodiky lze najít už ve spisech d'Alembertových (1752) a Eulerových (1755), i když systematické zpracování teorie rovinných polí pomocí funkce komplexní proměnné se spojuje se jmény Carl Friedrich Gauss (1777 - 1855), Augustin Louis Cauchy (1789 - 1857) a Bernhard Riemann (1826 - 1866).

Ke kinematickému řešení potenciálního proudového pole stačí řešit okrajovou úlohu Laplaceovy rovnice pro Φ nebo pro Ψ v oblasti ohraničené danou hranicí, tedy v oboru reálných proměnných. Popis funkcemi komplexní proměnné však přináší možnost značného rozšíření okruhu řešitelných aplikací pomocí tzv. konformní transformace. Předpokládáme, že známe řešení takové okrajové úlohy v Gaussově rovině z . Zavedme novou obrazovnou funkci $\zeta = \zeta(z) = \xi + i\eta$, a zobrazme takto transformovanou oblast včetně okrajů, okrajových podmínek a řešení do Gaussovy roviny ζ . Získali jsme tak řešení potenciálního proudění v nových okrajích. Obr. 3.2 naznačuje



Obr. 3.2. Schéma postupné konformní transformace diagonální profilové mříže v mříž přímou.

cestu takového zobrazení oblasti s diagonální profilovou mříží získanou rozvinutím řezu mříží kuželovou plochou do roviny. Ta je pak přetřansformována funkcemi uvedenými v obrázku na mříž radiální, ta pak na mříž přímou. Takto zprostředkovaná transformace zobrazuje bod do bodu, křivku na křivku, průsečík křivek do průsečíku, při čemž se zachovává úhel protínajících se čar co velikosti i orientace a geometrická podobnost elementárních geometrických objektů (proto se nazývá konformní). Zde lze pak pole pohodlně vyřešit (je to ukázáno na obr. 3.3) a výsledek zpětně transformovat na mříž původní.



Obr. 3.3. Řešení potenciálního průtoku přímou profilovou mříží: (a) mapa proudnic a ekvipotenciál, b) mapa izotáh a izoklin vektoru rychlosti, c) rozložení tlakového čísla C_p

Osově symetrická proudění se řeší v meridiální rovině r, z . Potenciál $\Phi = \Phi(r, z)$ je popsán Laplaceovou rovnicí a složky rychlosti složkami jeho gradientu

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0, \quad c_r = \frac{\partial \Phi}{\partial r}, \quad c_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \quad (3.9)$$

I zde lze zavést např. z představy o objemovém toku mezikruhovou proudovou trubici

proudovou funkci $\Psi = \Psi(r, z)$ a složky rychlosti vyjádřit pomocí jejich derivací

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Psi}{\partial r} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = 0, c_r = \frac{1}{2\pi r} \frac{\partial \Psi}{\partial z}, c_z = -\frac{1}{2\pi r} \frac{\partial \Psi}{\partial r} \quad (3.10)$$

avšak první rovnice (3.9) již není rovnicí Laplaceovou a nelze zde využít výhod teorie funkcí komplexní proměnné.

Od samého počátku se hledaly cesty k řešení konkrétních potenciálních proudových polí. V dobách, kdy dosud nebyla rozvinuta metodika řešení rovnic matematické fyziky, se zkusmo hledaly funkce, které splňují Laplaceovu rovnici. Jejich slovníček je obsažen v každé učebnici hydromechaniky. Tam např. najdeme, že funkce $\Phi = c_\infty x$, $\Psi = c_\infty y$ popisují homogenní proud ve směru osy $+x$ rychlostí c_∞ , rovnice $\Phi = x^2 + y^2 - 2z^2$ impaktní proud ve směru $-z$ dopadající na rovinu x, y atd. Mezi takto vzniklými základními typy potenciálních proudění se objevil i případ se zřídlovou singularitou, kdy z bodu v rovinném či prostorovém poli vtékalo (nebo do něj vtékalo) množství Q ($m^3 \cdot s^{-1}$) resp. ($m^3 \cdot s^{-1}$) tekutiny zvané vydatnost zřídlové singularity (ve zmíněném bodě ovšem neplatí Laplaceova rovnice, odtud název "singularita"). Duálním případem k poli rovinného zřídla (propadu) je tzv. potenciální vír, kdy singularitou je průsečík roviny proudového pole s vírovým vláknem o cirkulaci

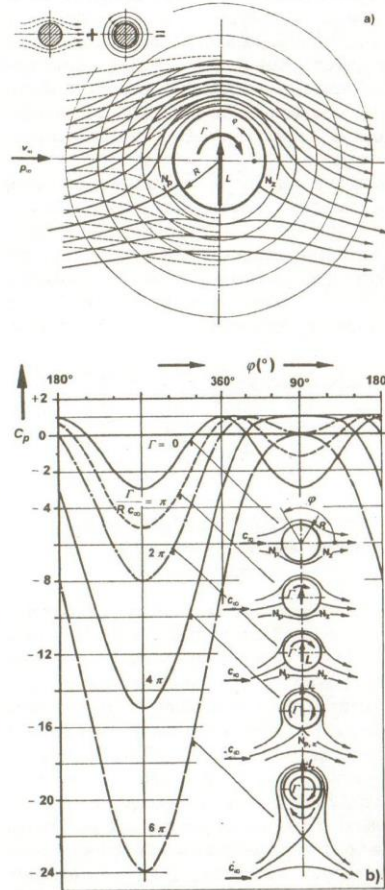
Γ ($m^2 \cdot s^{-1}$) definované

$$\Gamma = \oint_{(k)} \vec{c} \cdot d\vec{s} \quad (3.11)$$

kde $d\vec{s}$ je element oblouku jednoduché uzavřené křivky k obklopující onen průsečík (nazývá se vírové jádro, může jím být bod nebo podoblast, např. kružnice o poloměru r_0).

Je-li k dispozici dostatečný počet řešení potenciálních proudových polí, je možno získat jejich sčítáním pole složitější. Je to důsledek principu superpozice partikulárních řešení lineárních diferenciálních rovnic, hodnoty potenciálů nebo proudových funkcí v odpovídajících si bodech se sečítají algebraicky, čemuž odpovídá vektorové sčítání rychlostí. Tuto metodu propracoval pro použití

ve větší aerohydrodynamice inženýr William J. M. Rankine (1820 - 1872). S jeho jménem se spojují případy superpozice homogenního proudu o rychlosti \vec{c}_∞ s pramenem o vydatnosti Q_0 , čímž vznikne rovinné obtékání přidě jednostranně neomezeného symetrického profilu, součtem homogenního proudu s pramenem a následujícím propadem (oba leží na ose x) o téže intenzitě rovinné



Obr. 3.4. Potenciální obtékání rotačního válce s cirkulací: a) proudové pole, b) rozložení tlakového čísla pro různé hodnoty cirkulace.

obtékání tzv. Rankinova oválu. Limituje-li odlehlost pramene a propadu k nule (tzv. "dipól"), vznikne rovinné obtékání rotačního válce o poloměru r_0 . Sečleme-li takto vzniklé proudové pole s potenciálním vírem, který má jádro o též poloměru, vznikne rovinné proudové pole kolem rotačního válce s cirkulací. Tento případ, z hlediska aerodynamiky nesmírně důležitý, je podrobně znázorněn na obr. 3.4. V jeho části a) je znázorněna mapa proudnic vzniklá sečtením hodnot proudových funkcí proudnic obtékání válce (čárkovaně) s hodnotami potenciálního víru (plně tenké čáry). Pole je symetrické vzhledem k ose y (nevzniká odpor, tzv. Eulerův - d' Alembertův paradox), avšak nesymetrické vzhledem k vodorovné ose, což svědčí o vzniku dynamického vztlaku. Tím byl vysvětlen tzv. Magnusův efekt (známý hráčům míčových her či dělostřelcům z jejich praxe) a dán podud k vysvětlení vzniku dynamického vztlaku L . Pro něj počátkem 20. století odvodili Wilhelm Kutta (1867 - 1944) a Nikolaj Jegorovič Žukovskij (1847 - 1921) zákon, který je po nich pojmenován a stal se základem letecké aerodynamiky:

$$L = \rho c_\infty b \Gamma \quad (3.12)$$

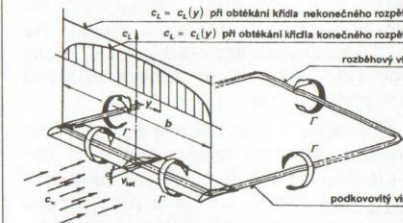
Zde b (m) značí délku válce kolmo k nákrese. V části b) citovaného obrázku je uvedeno rozložení tlakového čísla $C_p = 2(p - p_\infty) / (\rho c_\infty^2)$ pro různé hodnoty cirkulace Γ a schematicky i velikost vztlaku L . Poznamenejme při této příležitosti, že v dnešní aerodynamice se vztlak vyjadřuje vzorcem empirického původu

$$L = c_l A \frac{\rho}{2} c_\infty^2 \quad (3.13)$$

kde A (m^2) je charakteristická plocha (např. nosná plocha křídla), ρ ($kg \cdot m^{-3}$) hustota tekutiny a c_∞ rychlost relativního proudu tekutiny v dostatečné vzdálenosti před tělesem; c_l (1) je bezrozměrový součinitel vztlaku, veličina původně empirická, již může zákon (6.12) dát teoreticky podložený obsah.

Metoda vytváření složitějších potenciálních polí s využitím superpozičního principu byla propracována hlavně v proudění rovinném a osově symetrickém. Nazývá se s ohledem na využívání pramenů, propadů, dipólů a vírů

metoda singularit. Např. Theodore von Kármán (1881 - 1963) ji využil v r. 1927 k vyšetření rozložení tlaku na nosných tělesech vzducholoží, jejichž tvar vymodeloval hustou řadou diskretních pramenů a propadů. Pozdější badatelé zavedli obecnější singularity se spojitým rozložením jejich intenzit podél vhodných čar a vytvořili na základě metody singularit teorii křidel nekonečného rozpětí i výpočtové metody profilových a lopatkových mříží (Schlichting - Scholz, Polášek a j.). Hermann L. T. Helmholtz (1821 - 1894) propracoval teorii vírových vláken v potenciálním proudovém poli, která umožnila představu o jejich chování v prostoru. Anglický inženýr Frederick W. Lanchester (1878 - 1946) upozoroval, že z křidel letadel odplývají po proudu víry a pokusil se vytvořit teorii vztlaku založenou na tomto jevu. Kvantitativním vstupem do této problematiky se stal Kuttův - Žukovského zákon (3.12). Ludwig Prandtl (1875 - 1953) spojil tyto inspirace a vytvořil tzv. cirkulační teorii křídla. V nejjednodušší formě nahradil křídlo jediným vírovým vláknem o délce rovné rozpětí, na koncích křídla je však ohnul o 90° po proudu, čímž vznikl model zvaný "podkovovitý vír", obr. 3.5. Odplývající vírová vlákna ovlivňují svým rychlostním polem



Obr. 3.5. Podkovovitý vír jako základ teorie křídla konečného rozpětí (c_l lokální součinitel vztlaku na kótě y).

($c_l \cdot r = \text{konst}$, c_l se v tomto případě nazývá indukovaná rychlost) nabíhající proud o rychlosti c_∞ , v místě křídla jej sešikmují o tzv. indukovaný úhel ε , o nějž se snížil úhel náběhu křídla. Aby křídlo mohlo překonat danou tíhu letadla, musí letět pod úhlem náběhu $\alpha = \alpha_{ef} + \varepsilon$, kde α_{ef} je efektivní úhel náběhu vzhledem k sešikmené rychlosti \vec{c}_{ef} proudu.

Vztlak \vec{L} kolmý k vektoru \vec{c}_e tím získá složku $L \cos \varepsilon = D_i$ zvanou indukovaný odpor. Plyne pro děj vztah

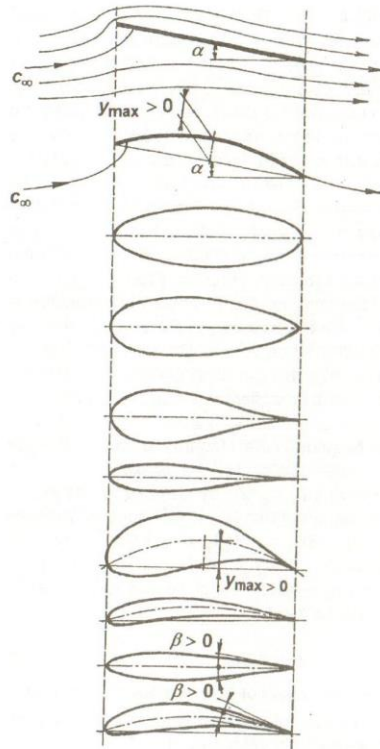
$$D_i = L \cos \varepsilon = L \frac{c_i}{c_\infty} = c_{Di} A \frac{\rho}{2} c_\infty^2, c_{Di} = \frac{c_i^2}{\pi \Lambda} \quad (3.14)$$

v němž značí A nosnou plochu křídla a $\Lambda(1)$ jeho štiřlost, $c_i(1)$ součinitel vztaku definovaný rovnicí (3.13) a c_{Di} součinitel indukovaného odporu. Tento vzorec je vstupem do dnes již hluboce propracované teorie křídla konečného rozpětí. Pro metodu singularit je ukázkou jejího rozšíření do trojrozměrových úloh, pro letectví pak vstupem do moderní aerodynamiky plošniku.

V téže době se uplatnila v aerodynamických aplikacích hlavně z iniciativy N. J. Žukovského konformní transformace. Žukovskij našel transformační funkce umožňující zobrazit proudové pole na kruhu, tedy např. obtékání rotačního válce homogenním proudem s různou cirkulací (včetně $\Gamma=0$), na pole v okolí profilů blížících se profilům křidel či lopatek turbin a kompresorů. Jeho následovníci (uveďme jména T. v. Kármán, E. Trefftz) tuto metodu značně rozšířili, až Theodore Theodorsen (NACA Rep. 411, 1931) ukázal možnost transformace na profil zcela obecný. Na obr. 3.6 jsou naznačeny ukázky profilů, jejichž rovinné otékání bylo v první polovině 20. století touto metodou řešeno.

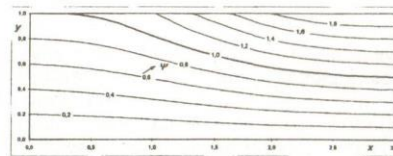
Jiná cesta k využití teorie potenciálního proudění vede přes řešení okrajových úloh Laplaceovy rovnice v daných okrajích. Analytická cesta, jak bývá pobírána v učebnicích teorie rovnic matematické fyziky (viz např. [18]), není příliš produktivní, protože umožňuje řešit pouze pole s jednoduchými okraji a s nejjednoduššími typy okrajových podmínek. Příkladem může být úloha ukázaná na obr. 3.7. I v jednoduchých úlohách zde dospíváme k výrazům udaným řadami, k tabelovaným speciálním funkcím a pod., takže kvantitativní řešení se co do přesnosti a přesnosti blíží postupům numerickým.

Typické je zde použití metod praktické analýzy, grafických, numerických, nebo i experimentálních, které využívají matematické



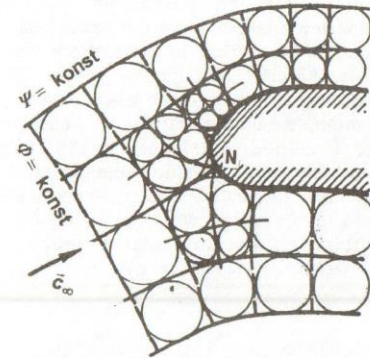
Obr. 3.6. Příklady profilů, jež lze získat konformní transformací pole z obr. 3.4.

podobnosti s jinými fyzikálními procesy (analogií). Nejstarší jsou pravděpodobně



Obr. 3.7. Ukázka analytického řešení okrajové úlohy Laplaceovy diferenciální rovnice pro proudovou funkci Ψ definovanou na obdélníkové oblasti s Dirichletovými okrajovými podmínkami.

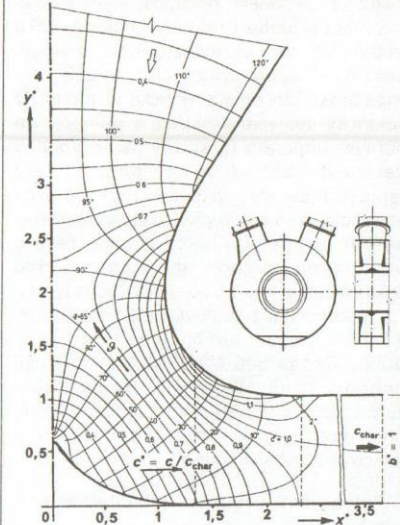
metody grafické. Např. rovinná pole s danými okraji, na nichž je předepsáno rozložení řešené funkce (tzv. okrajová úloha



Obr. 3.8. Čtverečková metoda grafického řešení rovinného potenciálního proudového pole.

Dirichletova) obvykle to bývá proudová funkce Ψ - lze řešit tzv. metodou čtverečkovou. Využívá se zde fyzikálního významu proudové funkce dané rovnicí (3.8) a soustava proudnic se kreslí tak, aby mezi sousedními dvěma protékal vždy též objemový tok tekutin. Prvotní mapa proudnic se nakreslí odhadem. K nim se dokresluje ekvipotenciály jakožto soustava čar kolmých k proudnicím. Zvolí-li se rozdíl potenciálů mezi sousedními dvěma ekvipotenciálami stejně veliký jako objemový tok mezi sousedními proudnicemi, vznikne síť "čtverečková", jež se kontroluje vkreslováním kružnic. Prvotní síť se pak postupnými úpravami zpřesňuje. Tato metoda se používala v konstrukci lopatkových strojů ještě v prvních poválečných létech, jednoduchá ukázka je na obr. 3.8. Méně produktivní byly grafické metody v osově symetrických polích, kde existuje ortogonalita proudnic a ekvipotenciál, avšak neexistuje čtverečkovost sítě. Čtverečková metoda již dávno nevyhnuje díky přesnosti a malé přesnosti, je však dobrým prostředkem k nacvičení odhadu tvaru proudnic, popřípadě i argumentačním prostředkem při verbálních diskusích.

Numerická cesta k řešení inženýrských aplikací popsaných rovnicemi eliptického typu, mezi něž patří i rovnice Laplaceova, má podle názoru aerodynamika J. D. Andersona (viz [2]) svůj počátek v r. 1910 v práci L. F. Richardsona "The Approximate Arithmetical Solution of Finite Differences of Physical Problems Involving Differential Equations, with an Application to the Stresses in a Masonry Dam". Využívalo se zpočátku metody sítě a v



Obr. 3.9. Ukázka počítačového řešení osově symetrického potenciálního proudového pole v meridiální rovině (prstencové vstupní hrdo do rozváděcích dýz prvního stupně parní turbíny, pole izotáh a izoklin vektoru rychlosti).

poválečné době metody relaxační. Numerické metody se začaly v širší míře používat, když se objevily motoricky poháněné kalkulátory a zcela zvítězily s příchodem elektronických výpočetních prostředků. Řešení rovinného proudového pole v přímé profilové míři na obr. 3.3 a pole osově symetrického na obr. 3.9 představující vtokové poměry do rozváděcích lopatek prvního stupně nízkotlakého tělesa parní turbíny Škoda mohou

být příkladem této metodiky (obě úlohy byly řešeny na katedře mechaniky a materiálů FEL ČVUT programem založeným na metodě konečných prvků). Potenciální proudění lze řešit i s použitím některých univerzálních komerčních programů orientovaných na víceozměrovou mechaniku tekutin, nauku o sdílení tepla event. i na mechaniku poddajných těles.

V našich podmínkách, kdy dlouho nebyly dostupné výkonnější počítače, sehrály dosti významnou úlohu i metody analogií. Jako produktivní se ukázala zejména analogie elektro - hydrodynamická využívající skutečnosti, že pole elektrického proudu v elektricky vodivém prostředí s přiměřeným měrným odporem (grafitový papír, vhodný elektrolyt např. voda) je popsáno též Laplaceovou rovnicí a elektrické měřicí prostředky plně co do přesnosti i pohodlnosti měření vyhovují. Jako ukázka řešení prostorového proudového pole metodou elektrické analogie poslouží již citovaný obr. 1.1 (potenciální proudové pole ve výstupní skříni s difuzorem nízkotlakého tělesa parní turbíny Škoda 500 MW). Metody analogií mohou být ve speciálních případech - samozřejmě s využitím počítačového řízení experimentu a automatického sběru a zpracování dat - výhodné i dnes.

4. Potenciální proudění stlačitelných tekutin

I ve stlačitelných tekutinách, kde hustota $\rho \neq \text{konst.}$, lze zavést podmínku nevířivosti (2.3) a tu dosadit do rovnice kontinuity a do Eulerových pohybových rovnic. Souvislost mezi tlakem a hustotou se vyjádří vhodnou barotropickou rovnicí. Pro izoentropické proudění ideálního plynu je dána Poissonovým vzorcem

$$\frac{p}{\rho^\kappa} = \text{konst.}, \kappa = \frac{c_p}{c_v} = \text{konst.} \quad (4.1)$$

Zde značí c_p, c_v ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) měrné tepelné kapacity při konstantním tlaku a při konstantním objemu, $\kappa(1)$ je izoentropický mocnitel. Dále se zavádí rychlost zvuku a ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) Laplaceovým vztahem

$$a = \sqrt{\kappa \frac{p}{\rho}} \quad (4.2)$$

Vznikne tak tzv. potenciální rovnice stlačitelných tekutin, která pro nestacionární proudění ve složkovém kartézském tvaru zaujme několik řádek (najdeme ji např. v [3]). Nepodařilo se nám zjistit, kdo je jejím původním autorem, "the precise first use ... is obscure, and is buried somewhere in the rapid development of physical science in the nineteenth century" [Anderson]. Proto se zde omezíme na rovinné stacionární proudění a ocitujeme ji pro potenciál Φ jednak v kartézských souřadnicích x, y ,

$$\left(1 - \frac{c_x^2}{a^2}\right) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} - 2 \frac{c_x c_y}{a^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} + \left(1 - \frac{c_y^2}{a^2}\right) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = 0 \quad (4.3)$$

jednak v přirozených souřadnicích s, n , z nichž s se měří podél proudnice a n podél ekvipotenciály:

$$(Ma^2 - 1) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial s^2} = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial n^2}, Ma = \frac{c}{a} \quad (4.4)$$

Ma je Machovo podobnostní číslo. Rovnice téhož tvaru platí i pro proudovou funkci Ψ . Pro složky rychlosti pak platí

$$c_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \Psi}{\partial y}, c_y = \frac{\partial \Phi}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \Psi}{\partial x} \text{ resp.} \\ c = \frac{\partial \Phi}{\partial s} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \Psi}{\partial n} \quad (4.5)$$

Rovnice (4.4) už není lineární, nepodařilo se oddělit řešení kinematické od dynamické, ve tvaru pro nestacionární proudění obsahuje i derivace podle času. Z výhod, které přinesla podmínka nevířivosti mechanice nestlačitelných tekutin, zůstala pouze jediná - náhrada původního popisu rychlostního pole vektorovou funkcí \vec{c} jednou skalární funkcí Φ . Obecně jsme tedy odkázáni pouze na řešení numerické. I zde se však objevují komplikace. Potenciální rovnice (4.3) má v podzvukovém proudění tj. při $Ma < 1$ u prvního

a třetího členu záporný koeficient a je tudíž eliptického typu (stejně jako rovnice Laplaceova), zatímco pro $Ma > 1$ se stává rovnicí hyperbolického typu (stejně jako rovnice vlnové) a každá z těchto skupin vyžaduje jiné metody teoretického přístupu i řešení.

V první polovině dvacátého století se objevila snaha alespoň pro omezené obory Machových čísel odvodit přibližné linearizované rovnice, které by ve speciálních případech dávaly prakticky použitelné výsledky. Tak pro rovinné vnější obtékání štíhlých těles homogenním proudem o rychlosti $c_\infty = c_\infty$, kde se rychlost \vec{c} v obecném bodě pole liší jen málo od \vec{c}_∞ , lze v rovnici (4.4) psané pro tzv. poruchový potenciál $\Phi_1 = \Phi - c_\infty x$ nahradit proměnný koeficient $(1 - Ma^2)$ konstantním koeficientem $(1 - Ma_\infty^2)$ a tzv. Prandtlovou - Glauertovou transformací

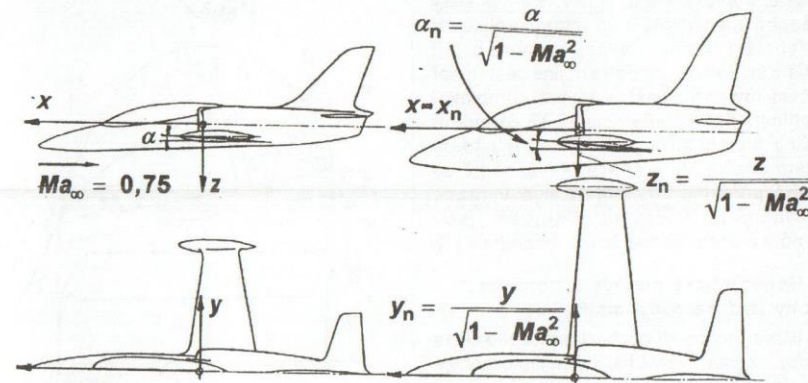
$$x' = x, y' = \sqrt{1 - Ma_\infty^2} \cdot y, \Phi_1(x, y) = \alpha \Phi_1'(x', y'), \alpha \text{ libovolné} \quad (4.6)$$

převést na Laplaceovu rovnici. Prakticky lze tohoto postupu využít dvojnásobem, buď vyřešit okrajovou úlohu Laplaceovy rovnice v rovině x', y' a přepočítat tlakové číslo do roviny x, y vztahem

$$C_p = \alpha C_p' = \frac{C_p'}{\sqrt{1 - Ma_\infty^2}} \quad (4.7)$$

nebo transformovat tvar tělesa do roviny x', y' a na něm provést řešení. Prof. Albring v [1] ukazuje použití takové transformace v osové symetrickém poli a v úlohách vnitřní aerodynamiky, prof. Hošek v [8] ukazuje, jak ji přibližně využít v prostorových úlohách na letadlech, a to i v řešení experimentálním. Je zajímavé, že tato metoda není příliš citlivá na původně požadovanou štíhlost. Dává prakticky použitelné výsledky, pokud největší lokální Machovo číslo nepřesáhne hodnotu např. $Ma_{\text{max}} \approx 0,9$. Domníváme se, že praxe dostatečně nevyužívá této pohodlné metody. Pro zajímavost je na obr. 4.1 ukázáno, jak by vypadal model našeho pěkného Albatrosa L-39 transformovaný touto metodou.

Možnost řešení linearizované potenciální rovnice pro případ malých rozruchů v nadzvukovém oboru ukázal v r. 1925 tehdy sedmadvacetiletý švýcarský aerodynamik a Prandtlův asistent Jacob Ackeret (1898 - 1981). Linearizovanou rovnicí potenciálního proudění kolem štíhlých těles obtékaných nadzvukovým proudem ve směru osy x , jež je tentokrát díky $Ma_\infty > 1$ hyperbolického typu,



Obr. 4.1. Letadlo L-39 po Prandtlově - Glauertově transformaci (skica modelu pro měření v nízkorychlostním tunelu podle postupu naznačeného v [8]).

řešil d'Alembertovou metodou. Dostal dvě soustavy navzájem se prostupujících a neovlivňujících se zvukových (Machových) vln. Pro tlakové číslo v místě, kde proudnice svírá s osou x úhel ϑ , odvodil vzorec

$$C_p = \pm \frac{2\vartheta}{\sqrt{Ma_\infty^2 - 1}} \quad (4.8)$$

Rázové vlny linearizovaná teorie popsat nedokáže.

Linearizované nadzvukové proudění nebylo v praxi příliš využíváno, protože byla mezitím vyvinuta na základě původní (nelinearizované) potenciální rovnice (4.3) velmi produktivní metoda charakteristik. Charakteristiky přes poněkud tajemnou primární definici jsou totožné s Machovými čarami a Ludwig Prandtl spolu s Adolfem Busemannem (1901 - 1986) vyvinuli v třicátých letech 20. století grafickou - počítačskou metodu k jejich stanovení. Některé ukázky jejich aplikací byly uvedeny před nedávnem v tomto bulletinu [10].

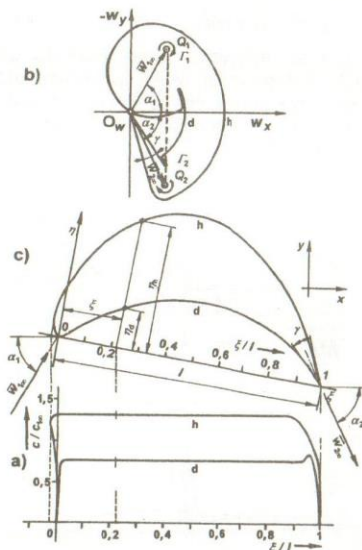
Pak je zde proudění transsonické, proudění, kdy v téměř proudovém poli se vyskytují podoblasti podzvukové i nadzvukové, hranice mezi nimi bývá předmětem řešení. Navíc se zde vyskytují rázové vlny, průchod tekutiny jejich čelem je děj neizoentropický a tedy vířivý. Byly pokusy alespoň na vhodné podoblasti aplikovat potenciální rovnici, avšak pokusy o její linearizaci selhaly. Hledaly se i jiné cesty, např. řešení rovinné oblasti v rovině komplexní rychlosti definované rovnicí (3.6) zvané rovina hodografu a pod. Výsledky bádání v této epoše, která spadá převážně již do druhé poloviny 20. století a je výrazně ovlivněna počítačovým přístupem, jsou shrnuty v pozoruhodné české monografii [7].

5. Hodografické metody a nepřímé úlohy hydroaerodynamiky

Slovo "hodograf" pochází z řeckého slova hodos = cesta a v mechanice se jím označuje geometrické místo koncových bodů vektorů rychlosti bodu, který se pohybuje po dané trajektorii, přenesených do společného pólu. Slouží k odvození výrazů pro složky zrychlení

jakožto derivace rychlosti podle času. Některí kinematici jej nazývají "první hodograf", podobně diagram zrychlení "druhý hodograf" atd. V této terminologické logice je trajektorie sama jakožto geometrické místo koncových bodů polohového vektoru "nulým hodografem". V rovinném potenciálním proudění je hodograf geometrickým místem koncových bodů vektorů komplexní rychlosti w rovinného proudového pole v dané oblasti popsaného komplexním potenciálem $F = \Phi + i\Psi$. Protože $w = dF/dz$, je možné jej podle zmíněné logiky nazvat "první hodograf" a Gaussovu rovinu komplexních čísel Φ, Ψ "nulý hodograf".

V mechanice tekutin se pojem hodograf objevil v druhé polovině 19. století (Gustav R. Kirchhoff 1824 - 1878, H. L. F. Helmholtz 1821 - 1894), kdy se vyšetřoval tvar hranic rovinných volných proudů kapaliny vytékajících např. otvorem ve stěně nádoby, výřezem ve větraném přepadu do plynného prostředí o konstantním tlaku a pod.



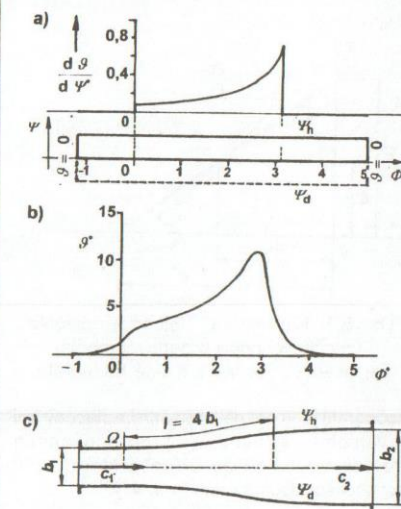
Obr. 5.1. Návrh profilu turbínové lopatkové mříže metodou prvního hodografu (a) požadované rozložení normované rychlosti, b) hodograf, c) výsledný profil.

V Kirchhoffově - Helmholtzově metodě lze hledat i původ hodografických metod k řešení rovinných tzv. nepřímých (návrhových) úloh hydrodynamiky, tj. úloh, kdy se z předepsaného rozložení rychlosti (nebo přes Bernoulliho rovnici tlaku) vypočítá obrysová křivka obtékané stěny. Využívá se při tom v poměrně velkém rozsahu teorie funkcí komplexní proměnné, zejména konformní transformace, podrobnější výklad přesahuje rámec této publikace. Omezíme se jen na povšechný náznak postupu. Na obr. 5.1 je naznačen návrh profilu přímo mříže z předepsaného rozložení normované rychlosti $c/c_\infty = f(\xi/l)$, kde c je lokální rychlost na profilu, c_∞ rychlost nabíhajícího proudu před mříží, l délka tělivy profilu a ξ souřadnice obrysového bodu profilu ve směru tělivy. Z grafu a části a) obrázku je patrné, že je požadován profil, na němž je rychlost na podstatných úsecích sací i tlakové strany konstantní. Z tohoto požadavku je sestrojen hodograf komplexní rychlosti nakreslený v části b) obrázku. Musí splňovat podmínku uzavřenosti obrysové křivky profilu, již lze splnit sladěním tvaru hranice hodografu s intenzitami sdružených singularit ve vnitřních singularních bodech O_1 a O_2 v jeho rovině, do nichž je zobrazeno nekonečno před mříží a za mříží ve fyzikální rovině, a s polohou předního a zadního bodu nulové rychlost, jež musí oba ležet v počátku Gaussovy roviny hodografu. V rovině hodografu se vyřeší některou z praktických metod potenciální proudové pole reálné či imaginární části komplexního potenciálu a z tohoto řešení se vyhodnotí souřadnice η obrysové křivky ve směru kolmém k tělivě tzv. zpětnou hodografickou transformací. Ta je založena na rovnici vyplývající z rov. (3.6)

$$z - z_0 = \int_{\xi_0}^{\xi} \frac{dF(w)}{w} \quad (5.1)$$

Zde značí $F = F(w)$ komplexní potenciál vyjádřený jako funkce komplexní rychlosti w , $z = \xi + i\eta$ je komplexní číslo obrysového bodu profilu ve fyzikální rovině. Výsledný profil je v části c) obrázku. Metoda prvního hodografu se hodí hlavně k návrhu stěn s významnými izobarickými úseky obrysu.

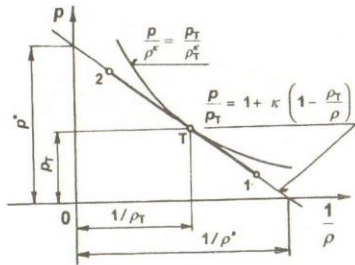
Produktivnější a praktičtější je metoda nultého hodografu. Zde si přestavíme hledanou část fyzikální roviny zobrazenou do roviny komplexního potenciálu (v případě, že je tvořena vždy dvěma protilehlými úseky proudnic a ekvipotenciál, je to obdélník). Na ní definujeme logaritmickou funkci komplexní rychlosti $\lambda = \ln c + i\vartheta$, ($c = |w|$ a ϑ je argument funkce λ ; tj. úhel mezi komplexní rychlostí a směrem reálné osy ve fyzikální rovině. Z požadovaného rozložení rychlosti transformovaného do závislosti $w = w(\Phi, \Psi)$ se určí okrajové podmínky na hranici nultého hodografu a vyřeší se příslušná okrajová úloha Laplaceovy rovnice pro reálnou či imaginární část funkce λ . Z hodnot řešení na stěně se stanoví zpětnou hodografickou transformací, která i zde vyplývá z rovnice (5.1), souřadnice hledané hranice ve fyzikální rovině. Na obr. 5.2 je ukázán návrh přímého



Obr. 5.2. Návrh stěn rovinného přímého difuzoru s konstantním tlakovým gradientem metodou nultého hodografu: (a) zobrazení horní poloviny proudového pole do roviny komplexního potenciálu, na níž je definována imaginární část logaritmu komplexní rychlosti s vypočítanou okrajovou podmínkou, b) řešení okrajové úlohy v rovině nultého hodografu, c) výsledek návrhu.

rovninného difuzoru s konstantním tlakovým gradientem na úseku délky $l = 4b$ (ostatní úseky hranice oblasti jsou izobarické. V části a) obrázku je naznačena oblast přístěnnou vrstvu. Chování této vrstvy vysvětluje většinu jevů ovlivněných vazkostí, jako je odtržení proudění od stěny, typ úplavu a pod. Rovnice mezní vrstvy tedy ještě neuvedl, publikoval je až o mnoho let později. Vznikly zjednodušením Navierových - Stokesových rovnic proudění vazké tekutiny pro vrstvu tloušťky malé ve srovnání s charakteristickým rozměrem tělesa zanedbáním malých členů. Nazývají se Prandtlůvy rovnice mezní vrstvy. Uvedme zde první z nich pro stacionární rovinné proudění nestlačitelné tekutiny s kinematickou viskozitou ν ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) při zanedbání vlivu vnějšího silového pole, x je měřena ve směru tečny ke stěně:

Obě varianty hodografické návrhové metody lze upravit i pro stlačitelnou tekutinu, nahradí-li se Poissonova adiabatou přibližnou adiabatou Kármánovou - Tsienuovou, tj. tečnou k Poissonově adiabatě ve vhodně zvoleném dotykovém bodě T (viz obr. 5.3, kde jsou uvedeny i rovnice obou adiabat). Tento přibližný model se též nazývá Kármánův - Tsienuův neboli tečnový plyn a pole v rovině



Obr. 5.3. Kármánova - Tsienuova adiabat umožňující popis proudového pole Laplaceovou rovnicí v rovině hodografu.

hodografů jsou pro něj popsána Laplaceovými rovnicemi. V hlouběji propracovaných metodách tohoto typu lze respektovat i vliv odtlačovací tloušťky mezní vrstvy.

6. Potenciální proudění a Prandtlův model mezní vrstvy

V r. 1904 přednesl zde již několikrát zmíněný Ludwig Prandtl (1875 - 1953) na matematickém kongresu v Heidelbergu přednášku "Über Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung", v níž poprvé naznačil existenci tzv. mezní vrstvy. Prandtlův objev spočíval v postřehu inspirovaném visuali-

začním experimentem, že při dostatečně velkých Reynoldsových číslech proudění reálné tekutiny se vliv vazkosti omezuje na relativně tenkou přístěnnou vrstvu. Chování této vrstvy vysvětluje většinu jevů ovlivněných vazkostí, jako je odtržení proudění od stěny, typ úplavu a pod. Rovnice mezní vrstvy tedy ještě neuvedl, publikoval je až o mnoho let později. Vznikly zjednodušením Navierových - Stokesových rovnic proudění vazké tekutiny pro vrstvu tloušťky malé ve srovnání s charakteristickým rozměrem tělesa zanedbáním malých členů. Nazývají se Prandtlůvy rovnice mezní vrstvy. Uvedme zde první z nich pro stacionární rovinné proudění nestlačitelné tekutiny s kinematickou viskozitou ν ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) při zanedbání vlivu vnějšího silového pole, x je měřena ve směru tečny ke stěně:

$$c_x \frac{\partial c_x}{\partial x} + c_y \frac{\partial c_x}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + \nu \frac{\partial^2 c_x}{\partial y^2}, \quad (6.1)$$

druhou rovnicí je rovnice kontinuity (3.1). Okrajové podmínky respektují, že vazká newtonská tekutina má na stěně nulovou rychlost a v dostatečně vzdálenosti od stěny (na okraji mezní vrstvy) je rychlost rovna rychlosti potenciálního proudění. Vnější potenciální proudění vtiskne mezní vrstvě svůj tlak, z něž se pak vypočítá pro rov. (6.1) hodnota dp/dx . Znalost potenciálního obtékání je tedy předpokladem pro praktické použití teorie mezní vrstvy.

Při této příležitosti je třeba připomenout, že objev mezní vrstvy a její propracování do prakticky použitelných výpočtových metod (i přibližných s různým způsobem zjednodušení a s různým stupněm přesnosti) zcela revolucionizoval mechaniku tekutin. Vysvětlil řadu jevů do té doby nepochopitelných, jako je zmíněné odtrhávání proudění od stěny nebo rozlišení třecí a tlakové části celkového odporu obtékaného tělesa, ovlivňování proudového pole umělými zásahy do mezní vrstvy a pod.. Pozdější varianty výpočtových metod založených na mezní vrstvě umožnily zavést modely turbulence, respektovat stlačitelnost atd. Toto vše způsobilo, že během několika roků splynula teoretická mechanika tekutin, která se ještě na přelomu 19. a 20. století

pokládala za spíše neužitečnou hračku teoretiků (potenciální proudění se do ní zařazovalo), s praktiky preferovanou "hydraulikou" vybudovanou na empirickém základě. Prandtlův model mezní vrstvy s vnějším potenciálním prouděním polem byl hluboce propracován a tvoří dodneška jednu z hlavních opor inženýrské hydroaerodynamiky.

7. Přínos potenciálního proudění inženýrské teorii

Z uvedeného nástinu rozvoje potenciálního proudění a přehledu metod praktického řešení inženýrských úloh (jistě ne úplného) je patrný jeho obrovský podíl i zásluha na stavu současné teoretické i inženýrské mechaniky tekutin. Potenciální proudění nestlačitelných tekutin je po stránce teoretické i metodologické již téměř dopracováno, i když dosud existují partie, které je možno ještě prohloubit (týká se to např. návrhových úloh). Jinak je tomu v proudění stlačitelných tekutin a v proudění nestacionárním, kde jsou mezery i v teorii, též v metodice praktického řešení trojrozměrových úloh, zejména ve vnitřním proudění, je možno leccos zdokonalit. Jsou zde však i další možnosti metodologické. Potenciálnímu modelu je vlastní podmínka beztržnosti a z ní vyplývající zanedbání vlivů vazkosti, což bývá pokládáno za jeho hlavní nedostatek. Vlivy vazkosti jsou však z energetického i funkčního hlediska ve většině případů nepříznivé a úkolem inženýra je jejich minimalizace. Pak je potenciální proudění ideálem, jemuž by se technické dílo mělo co nejvíce blížit a inženýr - projektant jej musí znát. Další úlohou inženýra je analýza výsledků experimentálního řešení proudového pole. K posouzení jednotlivých vlivů (stlačitelnosti, vazkosti, turbulence) a k případnému odstraňování jejich nepříznivých důsledků je třeba znát jejich projevy, jež v potenciálním modelu neexistují. Potenciální proudění může poskytnout srovnávací základnu, jejíž znalost pomůže projevy zmíněných vlivů identifikovat. Potenciální řešení by tedy mělo být provedeno paralelně s každým řešením obecnějším. Nelze však pominout ani pedagogický význam potenciálního proudění. Díky matematické

jednoduchosti umožní studentovi získat rychle názor na vlastnosti proudového pole (proto ještě v padesátých letech dvacátého století musel každý pražský student strojního inženýrství protřpět "vlastnouruční" praktické řešení proudového pole v některém z povinných konstrukčních programů). Konečně ani analogie s jinými fyzikálními poli není bez užitku..

Domníváme se, že nyní se již můžeme pokusit odpovědět na otázku položenou v názvu tohoto pojednání. Nová situace je charakterizována skutečností, že potenciální proudění už není jediným modelem, který umožňuje řešit vícerozměrové úlohy, dnešní inženýr má v dostatečně univerzálním počítačovém programu k dispozici pohodlný prostředek k řešení daleko obecnějších aplikačních úloh. Potenciálnímu modelu zde zbývá výhoda jednoduchosti v případech, kdy se v dané úloze vlivy vazkosti významně neprojevují. Tato výhoda jestle nějakou dobu přetrvává (např. v Prandtlově modelu či v dynamice plynů), avšak bude se s časem zmenšovat. Potenciální model zůstane ovšem zachován všude tam, kde dodržení podmínky beztržnosti je žádoucí (tj. ve srovnávací analýze experimentálních ale i obecných počítačových výsledků (zde poslouží i k asymptotické kontrole). Tím se však stane aparát používaným spíše specialistou na proudění. Naproti tomu do inženýrství stále hlouběji proniká potřeba řešit vícerozměrové úlohy a uživatel potřebuje získat představu o vlastnostech proudových polí. Model potenciálního proudění k tomu dává nezbytnou matematickou kostru, již nemůže poskytnout sebevětší počet partikulárních řešení daných experimentem či počítačem.

Potenciální proudění tedy není přežitkem, získává jen nové i když nikoliv už výsadní postavení v komplexu inženýrských znalostí a dovedností. Bude mít i nadále nezastupitelnou úlohu ve fyzikálním základu inženýrské hydroaerodynamiky, jeho praktická aplikace se však stane aparátlem spíše pro užší okruh specialistů v uvedeném oboru.

Literatura

- Albring W.: Angewandte Strömungslehre. Steinkopff, Dresden, 1961.
- Anderson J. D.: A history of aerodynamics. Cambridge University Press 1997.
- Anderson J. D.: Fundamentals of Aerodynamics. McGraw - Hill, New York, 1984.
- Bauer F., Brůha O., Jaňour Z.: Základy proudění. Letecký průvodce 2, ČMT - VTN, Praha, 1950.
- Brdička M., Samek L., Sopko B.: Mechanika kontinua. Academia, Praha, 2000.
- Durand W. F.: Aerodynamic Theory I. - VI. díl. Springer, Berlin, 1934.
- Dvořák R.: Transsonické proudění. Academia, Praha, 1986.
- Hošek J.: Aerodynamika vysokých rychlostí. Naše vojsko, Praha, 1949.
- Jirků S.: Aerodynamický výzkum v průmyslových aplikacích. Habíl. spis, ČVUT - FEL, Praha, 1999.
- Nožička J. ml.: Osudy a proměny trysky Lavalovy. Bulletin ASI č. 23, prosinec 2000.
- Nožička J. st.: Analogové metody v proudění. Academia, Praha, 1967.
- Nožička J. st.: Mechanika tekutin. Vydavatelství ČVUT, Praha, 1969.
- Nožička J. st., Nožička J. ml.: Historický pohled na dynamiku plynů. Gradient, Praha, 1998.
- Prandtl L., Tiedtjens O.: Hydro - und Aeromechanik. I. a II. díl. Springer, Berlin, 1929, 1931.
- Schlichting H., Gersten K.: Grenzschicht - Theorie. Springer, Berlin 1997.
- Schlichting H., Truckenbrodt E.: Aerodynamik des Flugzeuges. I. a II. díl. Springer, Berlin, 1967, 1969.
- Szabó I.: Geschichte der mechanischen Prinzipien. Birkhäuser Verlag, Basel, 1977.
- Tichonov A. N., Samarskij A. A.: Rovnice matematické fyziky. Nakl. ČSAV, Praha 1955.

Problematika vzdělávání manažerů našich podniků

Ing. Jiří Dobeš

MANAGER, agentura pro vzdělávání a trénink dovedností, rekvalifikace, poradenství

Nedostatečné vůdcovství je největším problémem při udržování konkurenční schopnosti podniku.

ROSS PEROT

Soustavné vzdělávání manažerů na všech úrovních řízení podniku je pro udržení jeho konkurenční schopnosti nezbytnou podmínkou.

Celý západní svět proto systematicky školí své manažery a vybrané pracovníky v tématicky zaměřených kurzech. My k tomuto světu právem patříme a chceme být rovněž úspěšní. Nezbyvá, než se soustavně celý

život vzdělávat. Manažer musí mít základní znalosti ve všech oblastech, aby mohl kompetentně rozhodovat.

Hlavní tématické oblasti vzdělávání jsou:

Manažerské funkce a psychosociální dovednosti manažera

(viz programy č. 1, 2, 7, 8, 23 přehledu)

Cílem tohoto školení je zvýšit **kompetence manažerů**, projevující se v prokazatelném růstu jejich výkonnosti, zaměřené na **dosahování podnikových cílů, změnit stereotypy postojů, chování a myšlení**

pracovníků ve shodě s vytčenými cíli organizace, naučit se správně vnímat a hodnotit lidi, porozumět podmínkám vzniku a rozvoje **efektivního týmu**, budovat **neformální autoritu** vedoucích pracovníků změnou jejich individuálního přístupu ke spolupracovníkům, pochopit význam **kommunikace** v moderním managementu, zvýšit své **praktické komunikační dovednosti** potřebné pro práci v efektivním týmu, zvládnout **kommunikaci v konfliktních situacích** a jejich řešení a výrazně prohloubit manažerské znalosti řídících pracovníků společnosti a **zvýšit potřebné dovednosti**.

Přítom posílit jejich **profesní sebevědomí** a schopnost **motivovat sebe i podřízené**, prohloubit jejich znalosti a dovednosti pro **vedení lidí**, zvýšit jejich dovednosti komunikace a sebe prezentace a osvojit si **efektivní styl manažerské práce**.

Absolventi školení porozumí, jak trvale udržovat proces **zvvyšování produktivity práce**, uvědomí si vnější i vnitřní překážky pro růst efektivity práce a absolutní nutnost **dodržování postupných i konečných termínů zakázek**, budou chápat produktivitu a zvyšování výkonnosti jako **řetězec příležitostí** jak zhodnotit vstupní zdroje do produktu požadovaného zákazníkem, porozumí své roli **lídra** při zvládnání konfliktních situací a naučí se jim předcházet, budou schopni **plánovat rozvoj týmu svých podřízených**, zvýší přesvědčivost svého řečového projevu a rovněž zvýší **efektivitu využívání času** svého, podřízených i nadřízených.

Řízení podniku

(viz programy č. 3, 4, 5, 6, 11 přehledu)

Návrh programové náplně vychází z potřeby firem nacházejících se ve středoevropském regionu **zvládnout nástroje umožňující orientaci v tržním prostředí a najít takovou pozici své firmy, která umožní její další efektivní rozvoj**.

Nabízené tréninkové kurzy (po dohodě doplněné konzultacemi k individuálním manažerským strategickým projektům), metodicky vedou manažera krok za krokem k přípravě podkladů k **analýze současné**

situace podniku, k **vytyčování** jednotlivých strategických cílů a nakonec k **zásadám implementace** rozhodnutí promítnutých do struktury **modelu „7S“** s využitím řízeného procesu změn.

Konzultace slouží k projednání problematiky vzniklé při zpracovávání zadaných individuálních projektů.

Absolvent školení porozumí smyslu a praxi vytváření **strategie a bariérám** pro její uplatňování, krok za krokem bude zvládat jednotlivé **nástroje pro analýzu** vnějšího i vnitřního prostředí podniku, naučí se identifikovat **„klíčové faktory úspěchu“**, konkurenční pozici firmy a pracovat s **hodnotící maticí portfolia** produktů firmy, v procesu aktivního řešení problémů porozumí podmínkám úspěšné **implementace strategických rozhodnutí** a naučí se pro ně získávat lidi.

Porozumí **současné koncepci řízení produktivity** podniku a její návaznosti na strategii firmy, osvojí si nástroje pro **mapování, analýzu a komplexní řízení produktivity podniku**, bude porovnávat své zkušenosti a názory na problémy řízení produktivity s ostatními účastníky kurzu a získá dovednosti pro **nastartování programu** komplexního řízení produktivity své organizace.

Seznámí se s analytickým nástrojem v **modelu „7 S“**, uvědomí si **specifické síly odporu** proti požadovaným změnám a naučí se identifikovat **příčiny nízké účinnosti implementace** strategických rozhodnutí ve firmě a **jak na tento stav reagovat**.

Mezinárodní obchod

(viz programy č. 9, 10 přehledu)

Kurzy jsou zaměřeny **interdisciplinárně a interaktivně** a zahrnují problematiku **exportního managementu a ekonomiky mezinárodního podnikání** v období před přijetím České republiky do Evropské unie a jejího vnitrounitního jediného trhu i to, co čeká naše exportéry po přijetí do EU.

Marketing

(viz program č. 16 přehledu)

Cílem školení je zvýšit přehledné odborné znalosti účastníků v oblasti marketingu

nezbytné pro úspěšné řízení a rozvoj společnosti a tím zvýšit především efektivitu realizovaných zakázek, konkurenceschopnost firmy i její schopnost prosadit se na nových vhodně zvolených segmentech trhu.

Přítom posílit profesní sebevědomí účastníků a jejich schopnost příznivě ovlivňovat budoucí vývoj společnosti správným směřováním jejich aktivit na základě posouzení možných alternativ vhodnou rozhodovací metodou.

Obchod

(viz programy č. 12, 17, 18, 19, 24, 25 přehledu)

Vzdělávání účastníků je zaměřeno na objasnění těch vztahů a oblastí nákupu a prodeje v podmínkách vysoké konkurence, na nichž je přímo závislý úspěšný rozvoj firmy.

Cílem vzdělávání je osvojit si znalosti a dovednosti potřebné pro efektivní a úspěšné jednání ve specifických podmínkách firmy, posílit vědomí a význam spolupráce všech pracovníků a podpořit jejich identifikaci s cíli firmy, otevřít cestu pro profesní růst osobnosti pracovníků obchodu a obchodních zástupců, zvýšit odborné znalosti účastníků v oblasti práva a tím zvýšit především úspěšnost výsledků realizovaných zakázek i prestiž jejich a firmy ve vztahu k zákazníkům, zvýšit odborné znalosti a prodejní dovednosti účastníků v oblasti nákupu a prodeje nezbytné pro zvýšení efektivitu realizovaných zakázek, konkurenceschopnosti firmy i její schopnosti prosadit se na nových vhodně zvolených segmentech trhu.

Přítom posílit profesní sebevědomí účastníků a jejich schopnost příznivě ovlivňovat průběh uzavírání obchodních případů i budoucí vývoj společnosti správným směřováním jejich aktivit na základě dosažené změny manažerského myšlení účastníků.

Právo

(viz programy č. 13, 14, 31, 32 přehledu)

Vzdělávání účastníků je zaměřeno na podrobné objasnění těch problematických oblastí práva, na nichž je přímo závislá

úspěšná realizace a úhrada zakázek společnosti včetně různých způsobů zajištění pohledávek.

Cílem vzdělávání je zvýšit odborné znalosti účastníků v oblasti práva a tím zvýšit především úspěšnost výsledků realizovaných zakázek i prestiž jejich a firmy ve vztahu k zákazníkům.

Přítom posílit jejich profesní sebevědomí a schopnost příznivě ovlivňovat průběh uzavírání obchodních případů a prohloubit jejich znalosti právně vhodných a současně optimálních alternativ.

Pojištění

(viz program č. 15 přehledu)

Účastníci jsou podrobně seznámeni s procesem řízení rizika po finanční i technické stránce, dále s analýzou rizik, hodnocením výrobních lokalit pro účely pojištění, rozložením hodnot pro pojištění a s další závažnou problematikou.

Ekonomika a finance

(viz programy č. 21, 22 přehledu)

Návrh programové náplně vychází z poznání, že zajištění rentability a solventnosti podniku je výsledkem systémové a koncepčně dobře pracujících manažerů, kteří musí mít určitý objem odborných znalostí a dovedností ze všech oborů činnosti podniku, tedy i finančního řízení.

Cílem vzdělávání účastníků je zvládnutí finanční terminologie a manažerská interpretace obsahu účetních výkazů a peněžních toků a jejich správného využívání při řízení podniku, změnit stereotypy postojů ekonomického chování a myšlení pracovníků ve shodě s vytčenými cíli organizace, posílit jejich schopnost motivovat podřízené v oblasti snižování nákladů a prohloubit jejich znalosti systému řízení podniku, zdůraznit význam nákladového-manažerského účetnictví a cenových kalkulací jako nedílnou součást marketingového mixu a řízení podniku, podtrhnout potřebu ekonomického a cenového myšlení manažerů všech profesí (nejen ekonomů, ale také obchodníků a techniků) při ovlivňování nákladů v procesu vývoje, přípravy výroby,

výroby, nákupu, prodeji a servisu nabízených výrobků či služeb, ukázat na nezbytnost týmové spolupráce při stanovení a změnách cen existujících výrobků a služeb, hlavně též v průběhu inovačních procesů, napomoci správnému chápání nákladů, nezbytnosti jejich dělení na fixní a variabilní část při cenovém rozhodování, seznámit účastníky kurzu s různými metodami rozvrhování společných nákladů na střediska a nákladové nositele, upozornit na rizika používání nevhodných a neproporcionálních rozvrhových základů (klíčů) při snaze alokovat část fixních nákladů na každého nákladového nositele (výrobek či službu), přiblížit na třech desítkách příkladů a cvičení různé druhy cenových kalkulací jak se používají při prodeji na domácím trhu a zejména též při vývozu do zahraničí, připomenout, že správně stanovená cena ovlivňuje výrazně konkurenční schopnost podniku v tržním hospodářství posílit jejich profesní sebevědomí a schopnost příznivě ovlivňovat směr dalšího postupu a rozvoje firmy.

Public Relations a reklama

(viz programy č. 20, 26 přehledu)

Cílem vzdělávání účastníků je seznámit vrcholový management s významem a nezastupitelností Public Relations a reklamy pro existenci a další rozvoj společnosti vzdělávání účastníků zaměřit na pochopení podstaty a smyslu PR a reklamy, základních vztahů a pravidel praxe a jejich působení a na podrobné objasnění těch oblastí, na nichž je přímo či nepřímo závislá úspěšná budoucnost společnosti.

Výroba

(viz programy č. 27, 28 přehledu)

Účastníci se podrobně seznámí s moderními principy a metodami řízení strojírenské výroby a pochopí jejich zákonitosti. Naučí se, jak výrobu a její plynulost zdokonalit i když budou respektovat přání zákazníka.

Jakost

(viz programy č. 29, 30 přehledu)

Uvedené kurzy (27 témat) seznámí účastníky s moderním pojetím kvality výrobků a činností,

s metodami používanými při hodnocení kvality, informačními systémy o kvalitě, problematikou norem ISO a řadou dalších témat dle potřeby zákazníka.

Angličtina

(viz programy č. 33, 34 přehledu)

Kurzy finanční angličtiny se srovnávacími texty a strukturami našich a mezinárodních účetních uzávěrek a stručným slovníkem, včetně cvičení a případových studií v angličtině i angličtiny v obchodně-smluvních vztazích s výkladem a parafrázovanými texty různých druhů smluv kupních, zastupitelských, komisionářských, leasingových umožní účastníkům přesnou interpretaci dokumentů v uvedených oblastech.

Organizační zajištění kurzů

Kurzy probíhají v sídle zákazníka, nebo na jiném dohodnutém místě, a to obvykle ve 2-denních seminářích, v termínech dle dohody se zákazníkem.

Počet účastníků kurzu je 15-20 (všichni účastníci z téže firmy).

Vyučovací hodina trvá 50 min.

Cena kurzu

Cena pro jednoho účastníka kurzu se pohybuje v rozmezí 155-195,-Kč/1 vyuč. hod.

Uzavření smlouvy

Smlouva se uzavírá po vyjasnění věcné náplně a dalších podrobností se zákazníkem, a to nejméně lůden před zahájením kurzu.

PŘEHLED VZDĚLÁVACÍCH PROJEKTŮ
A PROGRAMŮ

Schopnost učit se rychleji než vaše konkurence může být vaší jedinou skutečnou konkurenční výhodou.

DE GEUS (Shell)

Naše firma organizuje a zajišťuje „Kurzy manažerské přípravy“ v celé řadě oblastí, a to pro výkonné i střední a vrcholový management i pro vybrané skupiny pracovníků. Z projektů a programů, které již byly ve firmách úspěšně realizovány, uvádíme:

	Celkový rozsah
1. Kompetentní manažer I	12 dní
2. Kompetentní manažer II	10 dní
3. Strategické plánování a řízení	5 dní
4. Naučme se řídit produktivitu své firmy	4 dny
5. Procesní řízení ve firmě	2 dny
6. Strategický management v modelu "7S"	2 dny
7. Manažerské rozhodování a řešení problémů	2 dny
8. Rozvoj komunikačních dovedností manažera	2 dny
9. Exportní management a ekonomika mezinárodního podnikání	2 dny
10. Obchodní praxe v zemích EU a úloha WTO	1 den
11. Logistické řízení firmy	2 dny
12. Logistika s důrazem na výběr dodavatelů	2 dny
13. Kurz právní přípravy managementu a pracovníků v oblasti obchodu a 14. Vymáhání pohledávek	2 dny
15. Risk Engineering (problematika pojišťování)	1-2 dny
16. Kurz marketingové přípravy managementu	3 dny

17. Kurz pro manažery a referenty nákupu a prodeje	4 dny
18. Kurz prodejních znalostí a dovedností	4 dny
19. Obchodní dovednosti, psychosociální aspekty obchodování	2 dny
20. Public Relations	2 dny
21. Nákladové - manažerské účetnictví a cenové kalkulace	2 dny
22. Podnikové finance pro neekonomy	2 dny
23. Řešení problému a výběr jeho řešení	2 dny
24. Vzhled a úprava osobnosti	1 den
25. Jak efektivně telefonovat	2 dny
26. Reklama	2 dny
27. Řízení výroby I, II a III	á 2 dny
28. Výrobní plánování a řízení zásob	2 dny
29. Strategie a management jakosti (27 témat)	
30. Bench marking	2 dny
31. Bezpečnost práce	1 den
32. Pracovní právo	1 den
33. Finanční angličtina	1-2 dny
34. Angličtina v obchodně-smluvních vztazích	1-2 dny



Jaderná elektrárna Temelín

Ing. Jiří Fleischhans

Historie

Zahájení výstavby 1986, projekt na 4 bloky VVER 1000. V roce 1989 vážné dohady o pokračování stavby, rozhodla až Klausova vláda s tím, že se výstavba omezí

- pouze na 2 bloky
- dojde k výrazné modernizaci řídicího systému

bude vypsána soutěž na dodávku paliva (provozně pružnější palivo s možností vyrovnání výkonu po průměru i výšce aktivní zóny (AZ), možnost přechodu na více kampaní 3, výhledově 4, což redukuje množství vyhořelého paliva).

V obou tendrech zvítězila firma Westinghouse (WEC).

ZÁMĚNA PALIVA

Palivový článek byl překonstruován ze čtvercové na šestihrannou geometrii a přizpůsoben podmínkám TN ruského reaktoru. Palivo (jeho hydraulické charakteristiky) bylo zkoušeno v Škoda, Jaderné strojírenství (ŠJS), kde podle zjištění WEC byla nejlepší dosažitelná zkušební trať. WEC provedl základní výpočty pro havarijní bezpečnostní rozbor. WEC dodal kompletní výpočtové kódy AZ a výpočetní systém BEACON. Tento systém v reálném čase sleduje průběh neutronového toku v AZ (systém SPD – vnitřní reaktorové detektory neutronů) a hodnotí zásoby do dosažení limitních parametrů (např. vývinu tepla v pal. článku). Kromě toho umožňuje provádět výpočtové predikce chování AZ reaktoru, počítá průběh vyhoření a celou řadu dalších funkcí.

Palivo umožňuje používání tzv. vyhořívajících absorbátorů (VA), které dosud v ČR a v bývalé ruské zóně nebyly používány. 2 základní výhody

- VA umožňují profilovat rozložení výkonu – zlepšení ekonomie
- VA snižují počáteční koncentraci kyseliny borité v chladivu – zvýšení bezpečnosti,

protože se vylučuje možnost existence kladného zpětnovazebního koeficientu reaktivity.

Palivo je konstruováno tak, že umožňuje pobyt v reaktoru až po 4 roční kampaně, výhledově jsou možné kampaně až 18 měsíční.

ZÁMĚNA ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU

Došlo k velmi radikální změně, byly změněny i ruské části řídicího systému (regulátor reaktoru, systém měření neutronového toku). Při projektování záměny byly respektovány nejmodernější zásady architektury řídicích (a přirozeně i ochranných) systémů jaderných reaktorů, jako jsou

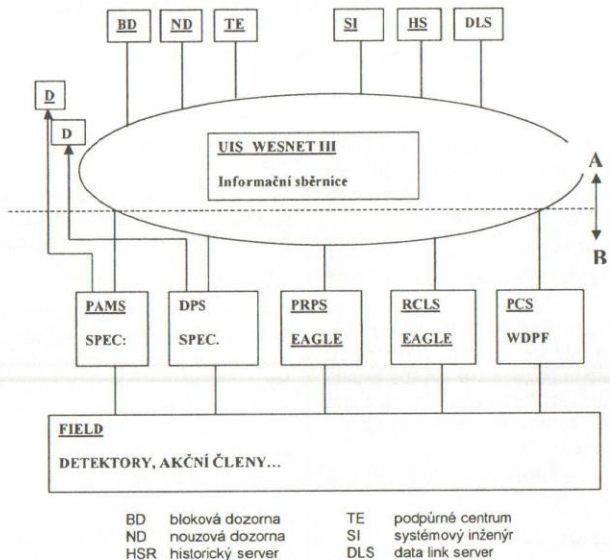
- ochrana do hloubky,
- zálohování systémů,
- ochrana proti poruše ze společné příčiny.

Velmi zásadní řešení byla přijata pro systémy kabeláže, kde byly velmi důsledně aplikovány principy protipožární ochrany (užívání nehořlavých nebo hoření nepodporujících kabelů), principy segregace a separace jednotlivých typů kabelů.

Na rozdíl např. od dosud nejmodernější JE s číslicovým řízením, tj. SIZEWELL B je na Temelíně kromě informací i řízení a ovládání realizováno pomocí SW.

Na obr. č. 1 je velmi zjednodušené schéma řídicího systému. Základem systému je sběrnice WESNET III s vysokou kapacitou přenosu informací. K této sběrnici jsou připojena všechna zařízení řídicího systému. V horní oblasti, označené A, jsou zejména prostředky pro styk s operátorem. Jsou to zleva doprava

- Pracovní stanice operátorů na blokové dozorně (BD)
- Pracovní stanice operátorů na nouzové dozorně (ND)
- Pracovní stanice operátorů v technickém podpůrném centru, pracovišti pro spouštění a v oddělení reaktorové fyziky (TE)
- Pracoviště systémového inženýra ASŘTP a směnového inženýra (SI)



Obr. 1. Schema ASRTP

- Historický server a obslužné servery (tisk) (HS)
- Datalink server pro přenos informací ze systému (DLS).

Ve spodní části, označené B, jsou části systému, umístěné u jednotlivých zařízení. Jsou rozděleny podle funkce, důležitosti z hlediska plnění bezpečnostních a ochranných funkcí. Jejich technické provedení, systém zálohování, nezávislosti v prostoru a projektovém řešení plní funkce ochrany do hloubky. Zprava doleva jsou naznačeny systémy:

- PCS - *plant control system*. Zajišťuje řízení a měření, nejjednodušší blokády a regulace pro všechna běžná zařízení bloku. Jeho subsystémem je systém řízení turbíny – TCS. Je konstruován na osvědčeném průmyslovém systému firmy WEC, nazývaném WDPF. Tento systém pracuje několik let např. v elektrárnách Ledvice a Prunéřov.
- RCLS - *reactor control and limitation system*. Tento systém plní tři základní funkce

- Omezuje výkon reaktoru tak, aby vždy byla zajištěna rovnováha mezi vyráběným teplem a možností jeho odvádění (např. po výpadku turbíny nebo některých velkých čerpadel)
- Jsou v něm vytvořeny hlavní regulátory bloku, tj. regulátor reaktoru, regulátor napájení parogenerátorů, regulátor tlaku a hladiny v kompenzátoru objemu, regulátor napájecí nádrže a regulátor pomocného kondenzátoru
- Organizátor řízení, který koordinuje regulační funkce regulátorů turbíny a reaktoru.

Tento systém je konstruován na systému EAGLE firmy WESTINGHOUSE. Je to systém se zvýšenou spolehlivostí, každá jeho skříň je dvojitá a pracuje systémem práce/záloha s automatickým převzetím funkce při poruše jedné části

- PRPS - *primary reactor protection system*. Je to základní systém ochrany reaktoru a bloku. Plní dvě samostatné funkce

- Systém ochrany reaktoru, který při dosažení limitní hodnoty vybraných parametrů zastavuje reaktor
- Systém ochrany bloku. Účelem tohoto systému je řídit provoz všech zařízení, která vstupují v činnost a zajišťují bezpečné udržení parametrů v kontejnmentu a odvod tepla z aktivní zóny reaktoru.

Oba tyto subsystémy jsou řešeny jako tři na sobě nezávislé systémy, které v případě ochrany reaktoru pracují v logice 2 ze 3, to znamená, že pro spuštění jakékoliv akce musí minimálně dva systémy se shodnout na jejím vyhodnocení. V případě ochrany bloku jsou to opět tři nezávislé systémy, každý z nich řídí jeden ze souboru technologických chladicích systémů. Každý z těchto systémů stačí na splnění požadovaných bezpečnostních funkcí. (je zde 200% záloha). PRPS je konstruováno na systému EAGLE.

- DPS - *diverse protection system*. Tento systém plní stejnou funkci jako systém PRPS, ale je uváděn do provozu až při vyšších hodnotách parametrů. Je tedy zálohou PRPS. Aby byla vyloučena možnost vzniku selhání ze společné příčiny (jedná se o počítačové systémy), je tento systém postaven na zcela odlišných HW prostředcích (procesory), je užit jiný operační systém a i projekční týmy byly od sebe důsledně odděleny.
- PAMS - *post accident monitoring systém*. Tento systém slouží pro monitorování základních parametrů bloku po haváriích. Je konstruován tak, aby svoji funkci plnil i po projektem uvažovaném zemětřesení. Je postaven na speciálních dílech, splňujících požadavky, které jsou na něj kladené, např. LCD monitory.

DŮSLEDKY PROBIHAJÍCÍCH ZMĚN

JE Temelín je pravděpodobně nejrozsáhlejší investičním celkem, budovaným ve střední Evropě v posledních letech. Přes všechna negativní hodnocení považují za velký úspěch to, že se elektrárnu podařilo dovést do stadia pokročilého spouštění I. bloku a že začínají první spouštěcí práce na bloku druhém. Jaké změny mám na mysli:

- Změna politického systému v našem státě (a nejen v našem státě)

- Změna ekonomických pravidel (změna zákonů, vyhlášek apod.)
- Sociální změny
- Změny, vyvolané vznikem celé řady nových soukromých firem, částečný nebo úplný rozpad dosavadního dodavatelského systému
- Celá řada personálních změn z nej-různějších důvodů
- Zmíněná změna projektu
- Změny v systému kooperace s ruskou stranou.

Se všemi uvedenými faktory se musel stavebník (ČEZ) i generální dodavatelé technologie a stavby vypořádat. Ne vždy byla nově nalezená cesta schůdná nebo optimální. Ne vždy byla i informace, podávaná veřejnosti o probíhajících procesech zcela pravdivá a vyčerpávající, i když pro úpravu skutečnosti byly často velmi vážné důvody.

Příklady důsledků:

- Problém kabeláže - zvětšení počtu, průměru kabelů a požadavky na důslednou separaci systémů vedly k nárůstu potřeb pro kabelové trasy skoro na dvojnásobek
- Mnohokrát kritizovaný vysoký počet změn – je nutné si uvědomit, že pokud při změně vlastníka došlo ke přeznačení výrobků, byť jinak zcela shodných, muselo to být administrativně v projektu zachyceno. Podobná situace je třeba při změně označení barev. V řadě případů původní dodavatel přestal existovat (Rusko a další bývalé socialistické státy) a bylo nutno výrobky nahradit ekvivalenty.
- V neposlední řadě bylo nutno změnit myšlení lidí, kteří se vlastně poprvé setkávali s masivním použitím, číselnicového řízení.
- Stejným problémem bylo i zvládnutí odlišnosti elektrárny 1000 MW a toho, na co jsme byli zvyklí, bloků 440 MW.

SPOUŠTĚNÍ

Neaktivní vyzkoušení. Jsou to všechny zkoušky, které se provádějí před zavedením paliva. Tento proces začíná velmi dlouho před tím, než je v hlavním výrobním bloku montováno technologické zařízení na tak zvaných

vnějších objektech. Sem je možno zahrnout i stavby dvou přehrad s vodními elektrárnami na Vltavě, vybudování plynové kotelny, skladů olejů, plynů a chemikálií. Samostatnou kapitolou je vybudování systému zajištění technologické vody – čerpací stanice na Vltavě v Hněvkovicích, vodojem 2x 15000m³, chemické úpravy vody. K vodnímu hospodářství patří i systém chladících věží s příslušnými čerpadly a vodními kanály a, což je pro jadernou elektrárnu specifické, 3 nezávislé systémy chladící vody. Ty odvádějí teplo ze 3 bezpečnostních systémů. Posledními z vnějších objektů jsou VT a NT kompresorové stanice a stanice zdroje chladu. Z elektrozařízení se jedná o systém vyvedení výkonu (linky 400 kV), záložní napájení (linky 110 kV) a systémové a nesystémové dieselgenerátory (6,3 kV, 7 MW). To vše je nutno postavit, vybavit technologií a uvést do provozu před zahájením zkoušek technologického zařízení bloku. Před ním proběhla velmi důležitá zkouška největšího stavebního objektu, zkouška těsnosti a pevnosti kontejnmentu. Byla velmi úspěšná, bylo dosaženo úniku 10x menšího, než je hodnota požadovaná projektem a dosud na kontejnmentech VVER 1000 nedosažená. Je nutno zdůraznit, že se při zkoušce kontejnmentu nejedná jen o zkoušku stavební konstrukce, ale současně o zkoušku funkce všech oddělovacích armatur a průchodek pro silové a ovládací kabely.

Studená a horká hydrozkouška ověřuje těsnost a pevnost neoddělitelných částí primárního okruhu (studená zkouška) a prakticky celou činnost primárního okruhu na provozních parametrech (280°C a 15,7 MPa). Prvně se komplexněji vyzkouší i řídicí systém. Po hydrozkoušce se celé zařízení primárního okruhu podrobuje revizi, z reaktoru se vyvezou imitátory palivových článků, namíchají se potřebná množství a koncentrace roztoků kyseliny borité a načerpají do příslušných nádrží. Vše se znovu důkladně prověří, doloží státnímu dozoru a po vydání Rozhodnutí je možno zahájit zavážku paliva. Tím je zahájeno

AKTIVNÍ VYZKOUŠENÍ

To bylo zahájeno zavážením paliva 5. července 2000 a po zavezení paliva bylo možno reaktor uzavřít. Pak následuje období fyzikálního spouštění, ve kterém se ověřují

- První dosažení samostatně se udržující štěpné řetězové reakce
- Fyzikální parametry aktivní zóny
- Termohydraulické vlastnosti primárního okruhu s reálnými palivovými články
- Provádějí se základní kalibrace měření neutronového výkonu reaktoru

Po splnění a vyhodnocení programů FS a kladném posouzení SÚJB se zahajuje energetické spouštění (v podstatě přechodem přes 2% výkonu reaktoru). ES je rozděleno do několika výkonových podetap, takže plného výkonu bloku se dosahuje postupně a do vyšší podetapy se přechází až po ověření bezpečného zvládnutí podetapy předchozí. Zatímco těžištěm fyzikálního spouštění bylo uvedení do provozu zejména reaktoru a jeho aktivní zóny (primár jsme už odzkoušeli v hydrozkoušce), energetické spouštění představuje první uvádění do provozu turbogenerátoru a zařízení sekundární části. V ES je možno zkoušky rozdělit do tematicky podobných skupin.

- Fyzikální parametry aktivní zóny
- Termohydraulické vlastnosti primárního okruhu a aktivní zóny
- Režimové a technologické zkoušky zařízení
- Kalibrace vnějších a vnitroreaktorových měření neutronového toku a rozložení výkonu po AZ
- Uvádění TG a sekundární části do provozu
- Vyzkoušení a seřízení hlavních regulátorů bloku
- Zkoušky přechodových režimů bloku
- 144 hodinové komplexní vyzkoušení

Po ukončení všech prací energetického spouštění začíná roční zkušební provoz.

V Temelíně, 10.května 2001
Zpracoval: Ing. Jiří Fleischhans
Česká nukleární společnost, viceprezident

Od SMiRT 16 k SMiRT 17

Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc.

Ve dnech 13. až 18. srpna 2001 se konal v americkém Arlingtonu (souměstí Washingtonu DC) světový kongres SMiRT 16 (Structural Mechanics in Reactor Technology). Tento prestižní kongres navštívilo celkem 479 účastníků z 36 zemí celého světa. Největší počet účastníků 157 byl pochopitelně z USA, dále pak 84 z Japonska, 43 z Korejské republiky (Jižní Korea), 41 z Francie, 34 z Německa, 15 z Velké Británie a po 11 z Indie a Švédska. Česká republika s 6 oficiálními účastníky se zařadila na 13. místo.

Celkem bylo publikováno 524 přednášek, jejichž abstrakty byly vydány v jednom tištěném sborníku. Úplné texty jsou pak na CD. Oba materiály byly předány každému platícímu účastníku. Z tohoto počtu přihlášených příspěvků bylo na kongresu předneseno 491. Kromě několika byly přednášky zaslány včas a jsou na jedné CD.

Konferenční jednání se odehrávalo ve 14 sekcích. V sekci A „Invited Lectures“ bylo předneseno 6 přednášek, ve kterých byla vyzdvížena neazastupitelnost jaderné energetiky jak v nejbližší tak i vzdálenější budoucnosti. Další sekce, které zahrnovaly všechny oblasti jaderné energetické stejně jako jaderné chemické i právní problematiku, byly zaměřeny hlavně na praktické otázky bezpečnosti.

V sekci B „Computational Mechanics“ bylo ve sborníku publikováno 47 přednášek, na konferenci pak předneseno 41. V sekci C „Fuel and Core Structures“ publikováno 32, předneseno 27. V sekci D „Aging, Life Extension and License Renewal“ publikováno 34, předneseno 32. V sekci F „Design Methods and Rules for Components“ publikováno 33, předneseno 31. V sekci G „Fracture Mechanics“ publikováno 59, předneseno 56. V sekci H „Concrete Containment and Other Structures“ publikováno 54, předneseno 51. V sekci J „Analysis and Design for Dynamic and Other

Structures“ publikováno 32, předneseno 29. V sekci K „Seismic Analysis, Design and Qualification“ publikováno 106 přednášek, předneseno 104. V sekci M „Structural Reliability and Probabilistic Safety Assessment (PSA)“ publikováno 54 přednášek, předneseno 46. V sekci O „Operation, Inspection and Maintenance“ publikováno 27 příspěvků a předneseno 23. V sekci P „Severe Accident Management and Structural Evaluation“ publikováno 15 přednášek, předneseno 14. V sekci S „Advanced Reactors“ bylo předneseno všech 16 publikovaných přednášek, stejně jako 15 přednášek v sekci W „Decommissioning of Nuclear Facilities and Waste Management“.

Odborná část kongresu bylo doprovázena částí organizační. Na zasedání General Assembly členů IASMiRT, na kterém byl pro příští dva roky do ukončení SMiRT 17 v Praze v roce 2003 zvolen prezidentem International Associate for Structural Mechanics in Reactor Technology doc. Ing. Stanislav Vejvoda, CSc., protože pořádáním dalšího kongresu byla pověřena ČR jako první země z bývalého východního bloku.

Mezi 17. a 22. srpnem 2003 se bude konat světový kongres SMiRT 17 v Praze. Místem konání je hotel TOP. Organizátorem je VUT Brno a Asociace strojních inženýrů. Vlastní organizační zajištění bude mít na starost agentura TERIS 2002, a.s. Praha. Podporu této akce projevilo Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Z posledních tří organizací se kongresu účastnili čtyři další pracovníci, kteří doplňovali informacemi písemnou pozvánku na SMiRT 17 a zvací tablo.

Pro podporu účasti odborníků ze zemí střední a východní Evropy a Ruska bude poskytnuta finanční podpora EU. Příslušná smlouva je již podepsána. Ve 2. oznámení mezinárodní konference SMiRT 17 budou uveřejněny podmínky pro získání grantu na podporu účasti. Komisi pro udělování grantu

ustaví ve spolupráci s Výkonným výborem SMiRT 17 VUT v Brně hlavní organizátor SMiRT 17.

Další informace obdržíte buď v hlavním sekretariátu v Brně nebo u agentury TERIS 2002, a.s. Praha. Přihlášky nebo žádost o další informace zašlete na vejvodova@teris.cz.

SMiRT 17 Secretariat

Brno University of Technology
Institute of Applied Mechanics
Veverí 95, 662 37 Brno
Czech Republic

Tel:+420-5-41212429, +420-2-66173535

Fax:+420-5-42218189

e-mail: SMiRT17@teris.cz

<http://www.teris.cz/SMiRT17>

Podle podkladů z cestovní zprávy
Doc. Ing. Stanislava Vejvody, CSc.
a informací z TERIS 2002, a.s. Praha připravil
Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc. (A.S.I.)

ZPRÁVY Z ČINNOSTI ASI

80 let

Prof. Ing. Dr. Dr.h.c. Jaroslava
Němce, DrSc.

Profesor Jaroslav Němec, přední odborník v řadě disciplín, tvořících vědní základ strojírenského oboru, se narodil 15. března 1921 v Horažďovicích jako syn tamního ředitele školy. Začátek války mu znemožnil studium malířství na akademii a tak po maturitách na gymnáziu a kvůli uzavření vysokých škol i na průmyslovce unikl totálnímu nasazení nástupem do pražské ČKD. Zde prošel praxí v oddělení kotlů a pak ve studijním oddělení, kde rozvinul svoje teoretické znalosti, takže po válce rychle absolvoval fakultu strojního a elektrotechnického inženýrství ČVUT a vzápětí obhájil doktorát technických věd. V ČKD po válce zastával od vedoucího funkce ve vědecko-výzkumné oblasti, v technickém rozvoji až po technického ředitele v Libni. Tam pracoval v oblasti porušování konstrukcí a jejich životnosti a tam také vydal první studii o pevnosti a únavě materiálu. Z té doby pochází spis o pevnosti tlakových nádob a potrubí, obsahující poznatky o pevnosti materiálu a konstrukcí za vysokých i velmi nízkých teplot. Pochopení vztahu mezi mechanikou deformovatelného tělesa a materiálem vytvořilo základ jubilatova dalšího vědeckého vývoje a umožnilo mu později stát

u základů nové disciplíny u nás - lomové mechaniky a mezních stavů konstrukcí.

V r. 1953 je povolán na nově vytvořenou Vysokou školu dopravní jako profesor a pověřen funkcí prorektora a děkana jejího strojního fakulty. Vydává publikace o tvarové pevnosti kovových těles a o únavovém poškození částí kolejových vozidel.

V r. 1960 odmítl odejít s VŠD do Žiliny. Místo toho přešel do Škodových závodů v Plzni, kde se věnoval materiálovým a pevnostním problémům naší první atomové elektrárny. Spolu s tamními odborníky založil v Bolevci unikátní experimentální výzkum. Pod jeho vedením vznikl výzkum křehké pevnosti rozměrných svařovaných těles a byl realizován největší trhací stroj v Evropě na sílu 800 MN (8000 t), na němž byl zkoumán rozvoj a zastavování kvazikřehkých trhlin a potvrzen vliv velikosti těles na mezní stav jejich pevnosti. Svě práce z oblasti mezních stavů a naše i zahraniční poznatky o únavě konstrukcí, šíření defektů, křehkém porušování i creepu shrnul prof. Němec v knize, přeložené do angličtiny, polštiny, ruštiny a dalších jazyků. Za knihu mu byla udělena jeho první státní cena za vědu. V průběhu následujících let vznikla řada dalších cenných vědeckých prací, monografií a pedagogických pomůcek, které byly, příp. se spolupracovníky, odměněny další státní cenou, národní cenou, dlouhou řadou medailí a dalších ocenění za činnost

vědeckou, pedagogickou, organizátorskou a za spolupráci s průmyslem. V r. 1961 jubilat zakládá na fakultě jaderné a technické fyziky ČVUT katedru materiálů a rozvíjí zde výuku fyziky pevné fáze, aplikované statistiky a technické mechaniky. Vytváří nový studijní obor - stavba a vlastnosti materiálů - a jako prorektor ČVUT pro vědu a výzkum ve spolupráci s dalšími pedagogy stojí u založení nových studijních oborů: Aplikované mechaniky, Aplikované matematiky a Materiálového inženýrství.

V r. 1973 se prof. Němec stává členem korespondentem ČSAV a o dva roky později akademikem a je pověřen řízením oddělení technických věd. Významně se podílel na založení plzeňského akademického Ústavu technologie a spolehlivosti strojních konstrukcí. Po 9 let byl ředitelem Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV, kterému vtiskl širší zaměření, m.j. též na obor biomechaniky a s tímto pracovištěm spolupracuje dodnes.

Nelze na tomto místě vyjmenovat všechnu jubilatovu spolupráci s průmyslem, zahrnující podniky strojírenské, energetické, chemické, letecké a v poslední době i železnice. Angažoval se rovněž v řadě domácích (např. v České společnosti pro mechaniku při AVČR) i zahraničních vědeckých společnostech, konferencích, v různých grémiích vědeckých ústavů, vysokých škol a průmyslových podniků a jako oponent prací výzkumných, kandidátských a doktorských.

Prof. Němec je autorem 25 monografií a vědeckých publikací vydaných doma i v zahraničí a více než 400 článků v domácích časopisech a sbornících. Je uváděn v americkém přehledu Who is Who i v jeho domácí období a v přehledu 5000 nejvýznamnějších osobností souč. světové vědy. Jeho schopnost řešit zapeklité a mnohdy riskantní technické problémy dala vzniknout optimistické knížce sepsané podle jeho vyprávění, nazvané "5 minut do havárie-volejte prof. Němce".

Nevidanou univerzálnost osobnosti prof. Němce - inženýra, vědce a pedagoga - dotváří i jeho záliba v umění. Je zdatným malířem, své obrazy, hlavně krajiny, z Pošumaví, západních Čech a ze svých četných zahraničních cest

vystavoval na více než 20 výstavách doma i v cizině.

U příležitosti osmdesátin jubilanta se 18. března t.r. konalo slavnostní setkání na půdě Národního technického muzea, jehož dlouholetým předsedou Klubu přátel prof. Němce byl. Setkání se účastnilo na sto spolupracovníků a žáků jubilanta a řada celebrit v čele s ministrem průmyslu a obchodu ČR doc. Ing. M. Grégrem. Laudatio přednesl prof. S. Holý, předseda výboru Asociace strojních inženýrů, následovaly projevy p. ministra, jeho náměstka a představitelů institucí s minulou či současnou vazbou na osobnost a dílo prof. Němce a vzpomínky přátel jakož i vyznání jubilatovo.

Asociace strojních inženýrů přeje profesoru Němcovi, aktivnímu členu jejího výboru, do dalších let dobré zdraví, neutuchající elán, životní pohodu a radost z vykonané práce.





Pan prof. Jerie blahopřeje oslavenci



Předávání daru pana ministra oslavenci

ZÁPIS

z 19. zasedání Senátu ASI konaného
dne 26. 9. 2001
na Vysokém Hrádku v areálu
JE-Temelín.

Zasedání zahájil v 10.30 h v kinosále informačního střediska JE-Temelín p. prof. Ing. Jaromír Slavík, CSc. v zastoupení omluveného předsedy Senátu p. Ing. Jana Havelky.

Podle prezenční listiny se jednání účastnilo 8 senátorů, 6 hostů (včetně 2 z JETE) a 7 členů Výboru ASI.

Současně s uvítáním přítomných a poděkováním představiteli hostující organizace p. řediteli Ing. Hezoučkému za uskutečnění výjezdního zasedání, omluvil změnu dopolední části programu, vyvolanou celostátně přijatými bezpečnostními opatřeními v energetických objektech po teroristickém útoku 11. září v USA.

Poté předal slovo p. řed. Hezoučkému, který v obšírném, odborně fundovaném projevu popsal současnou situaci při probíhajících zkouškách, ověřujících nejen technickou způsobilost celého technického souboru elektrárny, ale i jeho provozní bezpečnost v mimořádných provozních stavech podle předepsaného programu Státního ústavu jaderné bezpečnosti.

Přítom zmínil složitou situaci v časovém plnění zkoušek vyvolanou nejen dřívějšími technickými problémy na prototypu turboagregátu, ale nyní i požadavky ČEZ a.s., která při současných plánovaných odstávkách na nezbytnou údržbu ve velkých tepelných elektrárnách (např. v Počeradech a Mělníce) žádá tyto výpadky v nadcházejícím zimním období zvýšeného odběru elektřiny nahradit právě nyní už trvale možným provozem JE-Temelín, i když zařízení dosud není provozovatelem převzato. To svědčí o dosažení provozní způsobilosti pro průmyslový provoz celé elektrárny a plně vyvrací pochybnosti zahraničních "expertů" v oblasti bezpečnosti provozu i tuzemských hlasů o přebytcích energie v ČR po uvedení JETE do provozu.

V další části rozebral p. řed. Hezoučky prototypově technické problémy turboagregátu (relativní posuv rotoru a statoru na základovém rámu, chvění admisního potrubí VT vlivem supersonického proudění v regulačních ventilech při nízkém výkonu a nestabilita olejové regulace), které jsou výrobcem ŠKODA, a.s. současně plně vyřešeny a které nikdy neohrozily jadernou bezpečnost okolí, protože šlo výhradně o přechodné poruchy sekundárního okruhu.

V této souvislosti p. řed. Hezoučky demonstroval systematický postup v registraci a analýzách poruch vyskytnuvších se při zkouškách, který ve srovnání s uváděním do provozu JE-Dukovany (která je nyní díky profesionalitě obsluhy na nadprůměrné bezpečnostní úrovni), i dalších zahraničních JE prokázal při klasifikaci reálných poruch podle mezinárodní sedmistupňové stupnice INES v celém dosavadním provozu jedinou poruchu klasifikovanou stupněm 1 a jen 6 tzv. registrovaných událostí se stupněm 0, kdy klasifikace 0 je pouze interně zavedený stupeň pro třeba i jen administrativní nedostatky za účelem úplné registrace průběhu zkušebního provozu.

I z toho vyplývá, že jaderná bezpečnost okolí nebyla nikdy ohrožena!

Tím byla ukončena dopolední odborná část zasedání, za jehož vysokou úroveň poděkoval p. řed. Hezoučkému místopředseda Senátu ASI p. prof. Slavík.

Odpolední jednání zahájil místopředseda Senátu p. prof. Slavík v návštěvní místnosti JETE navázáním na poslední jednání Senátu především o úrovni technického školství v ČR. K doplnění souvislostí uvedl tajemník Výboru ASI p. Ing. Daněk včerejší jednání školské komise Svazu průmyslu i dřívější marné připomínky ASI, zasílané v rámci připomínek k novému školskému zákonu do Bílé knihy MŠVM.

Předseda výkonného Výboru ASI p. prof. Holý připomněl přípravu realizace odborných akcí v blízké budoucnosti, jimiž budou Veletrh technologií MACH 2002 v Praze-Letňanech, Evropská konference o turbostrojích TURBOMACHINERY 2003 v březnu r.2003 v Praze a Mezinárodní konference o problémech

jaderných technologií SMIRT 17 v Praze v srpnu 2003.

Poté vyzval k diskusi na daná témata p. prof. Slavík.

Ve svých vystoupeních vyjádřili diskutující (především p. prof. Caha, p. prof. Slavík, pí. řed. Veverková, p. Ing. Kvarda) celkem shodné názory na nezbytnost lepší přípravy mládeže na školách technického směru pro praxi, na lepší finanční zabezpečení především vysokých škol včetně adekvátního ohodnocení pedagogické a výzkumné činnosti vysokoškolských pedagogů, které je nezbytné hledat zejména mezi zkušenými praktiky z průmyslu.

Závěr diskuse shrnul předsedající p. prof. Slavík s tím, aby usnesení ze zasedání obsahovalo následná doporučení výkonnému výboru ASI:

- pro navázání efektivních pracovních kontaktů se zástupci průmyslu, MŠVM a zájmových organizací sestavit zvláštní pracovní komisi (prof. Slavík, prof. Macek, prof. Caha, p. řed. Hudec, Dr. Dvořák, taj. ASI Ing. Daněk),
- personálně zajistit fundované organizátory k zabezpečení příprav shora zmíněných akcí v r. 2002 a 2003,
- předsedu ASI p. prof. Holého pověřit zabezpečením odborné prezentace ASI na veletrhu MACH 2002.

Na závěr vzali přítomní na vědomí nabídku p. řed. Veverkové ke konání příštího zasedání Senátu ASI ve VÚHU v Mostě dne 24. dubna 2002.

V Temelíně dne 26. září 2001.

Zapsal Ing. Jiří Šafář, CSc., jednatel ASI.

Z ČINNOSTI KLUBŮ

Klub ASI Brno

Výbor brněnského klubu A.S.I. má nové složení

Po zkušenostech z minulých let jsme v brněnském klubu i letos využili korespondenční volby nového výboru. Spolu s jinými materiály dostal každý člen v dubnu také návrh kandidátky a hlasovací listek. Nová kandidátka představuje oproti minulému období rozšíření a také výrazné omlazení výboru klubu.

Takto bylo osloveno 77 momentálně aktivních členů klubu a v požadovaném termínu se nám přiloženou obálkou vrátilo zpět 37 hlasů. Znamená to, že hlasovalo přesně tolik členů, co před třemi lety, ale vzhledem k menšímu počtu oslovených (materiály nebyly posílány na adresy, odkud se vrací pošta jako nedoručitelná) to znamená, že tentokrát pro výbor hlasovalo 48,1% členů a z odevzda-

ných hlasů bylo 100% pro, nikdo proti, ani nebyly uvedeny žádné doplňující či pozměňující návrhy.

Na základě výše uvedených výsledků volby se nově zvolený výbor sešel na své ustavující schůzi ve čtvrtek 14. června 2001 a potvrdil i pro další období ve funkci předsedy klubu **Prof. Ing. Jaromíra SLAVÍKA, CSc.** a byly rozděleny i ostatní oblasti práce výboru následujícím způsobem:

Předseda:

Prof. Ing. Jaromír SLAVÍK, CSc.
VUT v Brně - FSI (05-4114 2857)
(slavik@umt.fme.vutbr.cz)

Vědecký tajemník:

Doc. Ing. Branislav LACKO, CSc.
VUT v Brně - FSI (05-4114 2206)
(lacko@uai.fme.vutbr.cz)

Organizační záležitosti:

Ing. Martin HALVA (Organizační tajemník)
VUT v Brně - FSI (05-4114 2290)
(halva@upei.fme.vutbr.cz)

Ing. Olga DAVIDOVÁ

VUT v Brně - FSI (05-4114 2203)
(davidova@uai.fme.vutbr.cz)

Hospodář:

Ing. František VDOLEČEK, CSc.
VUT v Brně - FSI (05-4114 2202)
(vdolecek@uai.fme.vutbr.cz)

Vnější styky:

Doc. Ing. Petr KMOCH, CSc.
VA Brno (05-4118 2749)

Ing. Jiří MICHELE (propagace a nábor nových členů)

TOS Kuřim -Obráběcí stroje a.s.
(05-4110 2099)

Ing. Karel SOUKUP

(elektronická pošta a www stránky)
VUT v Brně - FSI (05-4114 2295)
(soukup@uai.fme.vutbr.cz)

Člen:

Prof. Ing. Josef VAČKÁŘ, CSc.
VUT v Brně - FS (05-4114 2492)
(vackar@ust.fme.vutbr.cz)

Revizní komise:

Ing. Pavel MAZAL, CSc.
VUT v Brně - FS (05-4114 3229)
(mazal@uk.fme.vutbr.cz)

Ing. Bořek ŘEZANINA

VUT v Brně - FSI (05-4114 3351)
(rezanina@uai.fme.vutbr.cz)

Výbor se na své první schůzi zabýval koncepcí své práce pro další období. Široká diskuse byla věnována jednak zkvalitnění práce výboru, zkvalitnění práce celého brněnského klubu, rozšíření členské základny, spolupráci škol s praxí, veškerým palčivým otázkám českého strojírenství apod. Zatímco v těchto oblastech bude činnost v příštích dnech a týdnech upřesněna na dalších setkáních, prakticky okamžitě se rozběhnou přípravné práce pro umístění www stránek A.S.I., které by pomohly propagaci činnosti, náboru nových členů i operativnější informovanosti, nejlépe umístěním pod stránkami hostitelské Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně.

Výbor děkuje svým bývalým odstupujícím členům, i všem ostatním, kteří se v minulém období zapojili aktivně do činnosti a přispěli svým podílem k úspěšnému zvládnutí různých akcí. Současně je vítána spolupráce a aktivita všech členů při akcích v období nastávajícím.

Adresa klubu, sídlícího na Fakultě strojní VUT v Brně:

A.S.I. - Asociace strojních inženýrů
klub Brno
Technická 2
616 69 BRNO

Pro styk s výborem lze použít i fax na fakultu 05-4114 2222, ale je třeba uvádět adresáta, tj. A.S.I. Brno. Telefonní spojení na jednotlivé členy výboru je uvedeno u jejich jmen, stejně jako případná elektronická adresa. Předpokládáme, že v dohledné době budou zřízeny i www stránky a obecná elektronická adresa klubu.

Výbor klubu

SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

Životní jubilea členů klubu Brno

Dle údajů ve členské kartotéce se v letošním kalendářním roce 2001 dožívá celá řada našich aktivních členů významných životních výročí:

50 let:

Doc. Ing. Stanislav BEER, CSc. Brno

55 let:

Doc. Ing. Alois FIALA, CSc. Brno

Doc. Ing. Anton HUMÁR, CSc. Brno

Ing. Jaroslav SADÍLEK, CSc. Vyškov

Ing. Jiří SLÁMA Brno

Ing. Oskar ZEMČÍK, CSc. Brno

60 let:

Doc. Ing. Petr KMOCH, CSc. Brno

Ing. František SEDLÁČEK Brno

70 let:

Doc. Ing. Milan ŠRUTKA, CSc. Brno

75 let:

Doc. Ing. Zdeněk SLÁDEK, CSc. Brno
(nyní Valašské Meziříčí)

Všem přejeme pevné zdraví do mnoha dalších let, hodně pracovních úspěchů a pohody v osobním životě, děkujeme za jejich dosavadní práci pro Asociaci strojních inženýrů a těšíme se na setkání s nimi na dalších společných akcích.

Výbor klubu A.S.I. Brno

Současně se omlouváme, pokud jsme vlivem neúplně vyplněných členských přihlášek některé jubily nezaregistrovali.

Životní jubilea členů klubu Praha

Dle údajů ve členské kartotéce se v letošním kalendářním roce 2001 dožívá celá řada našich aktivních členů významných životních výročí:

90 let:

Ing. Fiala Jiří Louň

80 let:

Ing. Tichý Václav Praha

Prof. Ing. Dr. Němec Jaroslav, DrSc. Praha

75 let:

Ing. Bráblík Josef, CSc. Praha

Ing. Šafář Jiří, CSc. Praha

70 let:

Ing. Třešňák Karel Praha

Ing. Synek Vladimír Praha

Ing. Zajíček Karel Praha

Doc. Ing. Hofman Josef, DrSc. Praha

Prof. Ing. Pokorný Arnošt, CSc. Ostrava

65 let:

Doc. Ing. Rozsas Tomas Wolfsburg

Prof. Ing. Dunovský Jiří, CSc. Praha

Ing. Doležal Jiří, Choceň

Doc. Ing. Trojan Zdeněk, CSc. Praha

Ing. Havelka Jan, Praha

Doc. Ing. Šubrt Ladislav, CSc. Praha

Prof. Ing. Stejskal Vladimír, CSc. Praha

Ing. Činátl Milan Praha

Ing. Ubrá Olga, DrSc. Praha

60 let:

Prof. Ing. Zuna Petr, CSc. Praha

Ing. Engliš Karel Praha

Ing. Pernica Zdeněk Praha

Ing. Anderle František, CSc. Praha

Ing. Koukal Jaroslav, CSc. Ostrava

Mgr. Machová Milena Praha

55 let:

Ing. Stach Zdeněk Bernartice

Ing. Grohs Milan Praha

Ing. Škvor Jaromír, CSc. Praha

Ing. Pacák Jan, CSc. Chomutov

Doc. Ing. Rozum Karel, CSc. Ostrava

Ing. Fabián Jaroslav Zubří

Ing. Kopecký František Příbram

Doc. Ing. Hála Bohumil Praha

Doc. Ing. Voštová Věra, CSc. Praha

50 let:

Ing. Koudelka Miroslav Velešín

Ing. Varadiová Blanka, CSc. Praha



Veletrh MACH 2002 - uzávěrka přihlášek se blíží

Strojírenské technologie rozhodující měrou přispívají k růstu efektivity, produktivity i dalších ekonomických ukazatelů výroby i celého strojírenství. Cílem 1. veletrhu strojírenských technologií MACH, který se uskuteční ve dnech 14. až 16. května 2002 v Pražském veletržním areálu Letňany, je představit současné technologické možnosti strojírenství a prezentovat strojírenské firmy, podniky a organizace z pohledu technologické vybavenosti a vyspělosti jejich provozů a výrobků.

Pořádání tohoto veletrhu v Praze podpořilo velké množství podniků a organizací s nejrůznějším zaměřením odpovídajícím výstavní nomenklatuře.

Záštitu nad veletrhem MACH 2002 převzalo Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR a Svaz průmyslu a dopravy ČR. Odborné garance se ujala Asociace strojních inženýrů, Asociace inovačního podnikání ČR, Česká agentura na podporu obchodu CzechTrade, Česká asociace ocelových konstrukcí, Hutnictví železa a.s., Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Sdružení podnikatelů ČR, Společenství průmyslových podniků Moravy a Slezska, TU Liberec, VŠB - TU Ostrava, VUT Brno a ZČU Plzeň. Mediálními partnery jsou významná odborná a technicky zaměřená periodika v čele s hlavním mediálním partnerem MM Průmyslové spektrum.

Záměrem veletržní správy Terinvest není připravit další evropský či tuzemský strojírenský veletrh, ale jedná se o snahu vytvořit odpovídající prostor pro poznání a rozvoj strojírenských technologií ve vazbě na materiály a možnosti jejich zpracování. V souladu s obdobnými trendy v zahraničí jde o vytvoření veletrhu s užším ale odbornějším zaměřením, který by přispěl k poznání a rozvoji technologických, logistických a řídicích stránek výrobního procesu.

Součástí veletrhu bude řada doprovodných vzdělávacích akcí, seminářů a prezentací firem. Přimo ve veletržním areálu bude probíhat odborná konference „Progresivní strojírenské technologie a materiály“, pod patronací hlavního mediálního partnera MM Průmyslové spektrum, za účasti předních odborníků z oblasti strojírenství.

Po zkušenostech s finanční i časovou náročností prezentací firem na veletržních akcích a na základě ankety uskutečněné mezi vystavovateli byla stanovena optimální doba trvání veletrhu MACH v délce tří dnů. Vzhledem k potřebám menších a středních firem aktivně se zúčastnit této strojírenské akce v Praze, přichází veletržní správa Terinvest s velmi zajímavou nabídkou sekce drobných prezentací. V této sekci se mohou firmy důstojně představit s přijatelnými celkovými náklady v hodnotě 9 870,- Kč za menší formu a 13 500,- Kč za větší formu prezentace po celou dobu konání veletrhu včetně registračního poplatku. Formu drobné prezentace však mohou zvolit i firmy, které chtějí například představit pouze část ze své činnosti. Tento přístup umožní účast nejširšímu možnému spektru firem působících v oboru, ať už se jedná o výrobce či prodejce, o firmu velkou či malou. Všichni jsou svým způsobem nositeli technického pokroku, zaměstnanosti a vyspělosti našeho strojírenství.

Nové reprezentativní prostory Pražského veletržního areálu Letňany, který prošel etapou modernizace, splňují všechny potřebné podmínky pro pořádání 1. veletrhu strojírenských technologií MACH 2002. Nové betonové podlahy s vysokou únosností, zpevněné parkovací plochy, dobrá dostupnost a zajištění kyvadlové dopravy od stanic metra - to vše přispívá ke spokojenosti vystavovatelů i návštěvníků.

Veletržní správa Terinvest, která pořádá každoročně okolo dvaceti veletrhů a výstav, se již v této době plně věnuje propagaci veletrhu a spolupracuje s řadou organizací na jeho přípravě. Termín zahájení veletrhu se blíží a s ním i termíny pro podání přihlášky se zvýhodněnými cenami výstavní plochy. První uzávěrka je stanovena na 15. 12. 2001, druhá pak již s o něco vyššími cenami za m2 výstavní plochy na 20. 2. 2002. O blížícím se termínu konání svědčí i aktivita připravujících se firem a probíhající prezentace a propagace v různých mediálních formách. Úspěšnost veletrhu MACH je signalizována velkým zájmem z řad vystavovatelů i sdělovacích prostředků.

Pořádáním 1. veletrhu strojírenských technologií MACH 2002 v Praze chceme navázat na tradici pražských průmyslových veletrhů a napomáhat tak technickému rozvoji našeho průmyslu.

Ing. Regina Matoušková
TERINVEST spol. s r.o.
Tel. 02 21 99 21 50
Fax 02 21 99 21 45
www.terinvest.com