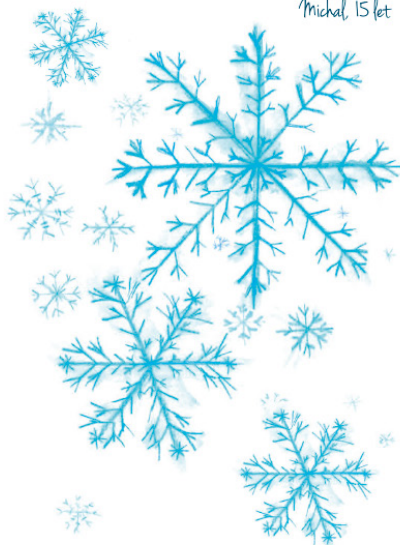


ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ



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

Michal 15 let



DOOSAN Doosan Škoda Power

Všechno nejlepší do nového roku

Happy New Year

새해 복 많이 받으세요



Koupí tohoto PF byly podpořeny děti z dětských domovů prostřednictvím DEJME DĚTEM ŠANCI o.p.s.
Děkujeme, že nám pomáháte pomáhat!

By purchasing this PF you have supported children from children homes.

Thank you for your help!

Redakční rada

Dr. Ing. Blanka Vlčková, Ing. Miroslava Poskočilová, Dr. Ing. Jaroslav Synáč

A.S.I. Klub Plzeň

Obrázek na titulní straně: © Libor Sváček, archiv mcumedia.cz

„Proč nám skvělá technika, která šetří práci a usnadňuje život, dosud přinesla tak málo štěstí?

Odpověď je prostá: protože jsme se ji nenaučili rozumně užívat“

Albert Einstein

OBSAH

<i>Ing. Petr Měšťánek, Ph.D.</i>	
A.S.I. Klub Plzeň připravuje tradiční konferenci TURBOSTROJE	5
<i>Dr. Ing. Jaroslav Synáč</i>	
Katedra energetických strojů a zařízení uspořádala mezinárodní konferenci	6
<i>Ing. Margit Petříčková</i>	
Rotory turbín se v Doosan Škoda Power vyrábí na novém stroji, v dodané konfiguraci jediném v Evropě	8
<i>Ing. Martin Melichar, Ph.D.</i>	
Dětská technická univerzita v Plzni	9
<i>Ing. Kamil Sedlák, Ph.D.</i>	
Experimentální vyšetřování proudových parametrů na posledním stupni parní turbíny 1090MW	10
<i>Ing. Jindřich Liška, Ph.D.</i>	
Diagnostika strojů s využitím nových metod pokročilé analýzy signálů	14
<i>Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.</i>	
Čtvrtý svazek nové knihnice	16
<i>Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.</i>	
První počítače v Brně	17
<i>Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.</i>	
Festival vědy aneb Zábavná vědecko-technická laboratoř na Kulatáku	18

SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

Klub Plzeň	22
Klub Brno	22

**A.S.I. Klub Plzeň a Doosan Škoda Power s.r.o.
zvou na konferenci**

TURBOSTROJE 2018

„flexibilita turbosoustrojí“

**25. a 26. září 2018
Praha, hotel Olšanka**

Tematické okruhy konference:

Flutter

Diagnostika

**Optimalizace
komponent**

a teplotní namáhání

Programový výbor:

Dr. Ing. Jaroslav Synáč – ZČU v Plzni, FST-KKE

Ing. Luboš Prchlík, Ph.D. – Doosan Škoda Power, ředitel Technického úseku

Ing. Jiří Fiala – Doosan Škoda Power, ředitel R&D

Prof. Ing. Václav Cyrus, DrSc. - AHT Energetika a vědecký pracovník ČVUT

prof. Ing. Václav Uruba, CSc. – Akademie věd ČR, Ústav termomechaniky

Organizační výbor:

Dr. Ing. Blanka Vlčková, asi@doosan.com

Ing. Miroslava Poskočilová, mirka.poskocilova@doosan.com

Další informace, registraci a program konference naleznete:

www.asi.doosan.com



Doosan Škoda Power

A.S.I. Klub Plzeň připravuje tradiční konferenci TURBOSTROJE

Ing. Petr Měšťánek, Ph.D.

Aktuální požadavky na provoz moderních fosilních zdrojů jsou do velké míry ovlivněny rychle vzrůstajícím podílem obnovitelných zdrojů, které jsou ze své podstaty nestabilní. To klade nové požadavky na provoz klasických zdrojů s parní turbínou, které stále zůstávají nezbytným doplňkem obnovitelných zdrojů.

Mezi hlavní provozní požadavky patří zejména flexibilita provozu, okamžitá dostupnost výkonu, dlouhodobý bezpečný provoz na částečných a minimálních výkonech při zachování vysoké účinnosti nebo vysoký počet startů turbíny s krátkými najížděcími časy. Proto připravovaná konference v roce 2018 ponese podtitul „flexibilita turbosoustrojí“. V řadě se jedná již o 18. ročník setkání odborníků na témata týkající se lopatkových strojů a turbostrojů.

Tematické okruhy budou rozděleny do třech oblastí:

- Flutter - Vliv provozu turbíny na nízkých výkonech na dynamickou odezvu posledních lopatek z hlediska aeroelasticity
- Diagnostika a teplotní namáhání - Predikce a monitorování čerpání životnosti kritických komponent turbíny s ohledem na zvýšené zejména teplotní namáhání vlivem flexibilního provozu
- Optimalizace komponent turbíny, které limitují flexibilitu provozu (ložiska, ucpávky, aj.)

Na konferenci budou své výsledky prezentovat členové konsorcia FlexTurbine, které sdružuje 21 průmyslových a akademických partnerů ze 7 evropských zemí, včetně světové špičky výrobců parních a plynových turbín (GE, Siemens, Ansaldo, MAN). FlexTurbine je tříletý mezinárodní projekt podpořený programem EU pro výzkum a inovace Horizon 2020 „Highly flexible and efficient fossil fuel power plants“, který se zabývá kolaborativním vývojem komponent parních a plynových turbín, které byly identifikovány jako kritické

z hlediska výše uvedených oblastí. Doosan Škoda Power je koordinátorem celého projektu

Konference se zúčastní také zástupci konsorcia TurboReFlex. Šest velkých výrobců parních a plynových turbín (DSPW, GE, Ansaldo, MAN, HHPSE, Siemens), provozovatelů elektráren (Gas Natural) a dalších 15 průmyslových a akademických partnerů z celkem 9 evropských zemí - opět v rámci programu Horizon 2020 - vyvíjí technologie pro retrofity fosilních elektráren, které umožní jejich flexibilní provoz a tím jejich použití jako záložní výrobní kapacity pro měnící se evropský energetický systém.



Katedra energetických strojů a zařízení uspořádala mezinárodní konferenci

Dr. Ing. Jaroslav Synáč

Ve dnech 13.-15. června se v Plzni uskutečnil 36. ročník konference Setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky a zároveň 16. ročník konference Energetické stroje a zařízení, termomechanika a mechanika tekutin, kterou každoročně pořádá Katedra energetických strojů a zařízení, jež byla i hlavním organizátorem obou událostí. Konference se konaly v hotelu Primavera a zúčastnilo se jich zhruba 100 hostů z České a Slovenské republiky, Německa, Ruska, Polska a Turecka.

Ve dvou paralelních sekcích bylo předneseno celkem 48 příspěvků a zazněly také dvě vyzvané přednášky. Program v širokém spektru pokrýval hlavní témata konference, kterými byly provoz zařízení pro jadernou a klasickou energetiku, mechanika tekutin a simulace proudění, termomechanika, přenos tepla, diagnostika energetických strojů a zařízení a další. Účastníci konference měli v rámci přednášek a diskusních klubů možnost sdílet své zkušenosti a výsledky svých výzkumných projektů. Kromě odborného programu byl pro hosty také připraven společenský večer s programem a dvě exkurze, které se konaly druhý konferenční den a setkaly se s velkým zájmem zúčastněných. Účastníci konference díky nim nahlédli do výrobní haly Doosan Škoda Power a reaktorové haly Škody JS.

Konference se pravidelně zúčastňují nejen pedagogičtí a vědečtí pracovníci českých i zahraničních univerzit, ale svými příspěvky přispívá také řada odborníků z průmyslové praxe. Program konference zahrnoval rovněž blok přednášek studentů doktorského studia, kteří přispívají svými články, postery či přednáškami ve studentské sekci konference.

Vědecký výbor doporučil nejlepší příspěvky k publikaci v mezinárodní databázi AIP, což zvýší nejen finanční zdroje univerzitních pracovišť, ale také a zejména jejich prestiž.

Organizátoři konference děkují sponzorům za finanční podporu. Hlavním sponzorem konference byl Doosan Škoda Power, významně se sponzorsky podílel Ústav termomechaniky AV ČR a dalších sedm výrobních a inženýrských organizací.



XXIV Biennial Symposium on Measuring Techniques in Turbomachinery

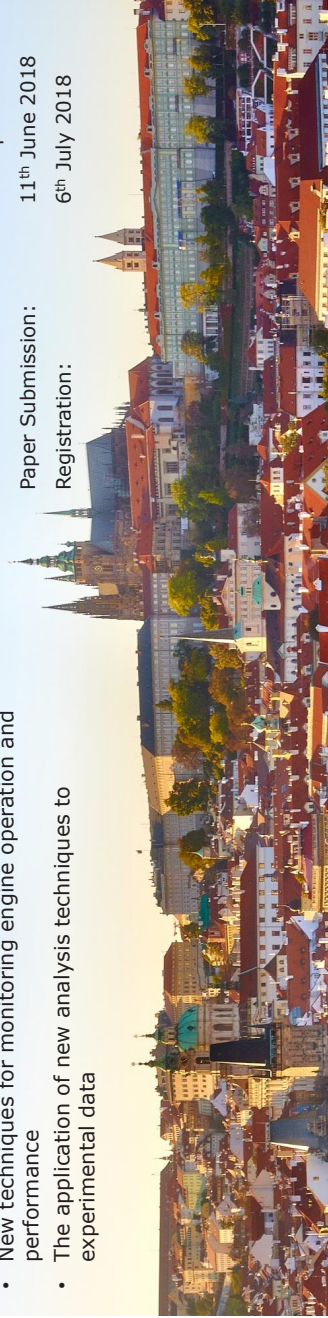
Prague, 29-31 August 2018

Thematic Areas

- Development of new experimental measurement techniques related to turbomachinery
- New techniques for monitoring engine operation and performance
- The application of new analysis techniques to experimental data

Deadlines

- Abstracts: 26th March 2018
- Feedback to the authors: 23rd April 2018
- Paper Submission: 11th June 2018
- Registration: 6th July 2018



<http://mtt18.propulsion.gr/>

Rotory turbín se v Doosan Škoda Power vyrábí na novém stroji, v dodané konfiguraci jediném v Evropě

Ing. Margit Petříčková

Strojní park plzeňského výrobce turbín se 28. 2. 2017 rozšířil o cenný přírůstek. Společnost Doosan Škoda Power slavnostně zahájila provoz soustružnicko-frézovacího centra rodinného německého výrobce obráběcích strojů GEORG. Doba výroby rotoru se díky němu zkrátí až o polovinu času. V takovéto konfiguraci funguje jako jediný v Evropě.

Až doposud procházely rotory turbín celkem třemi fázemi výroby. Nejprve se vysoustružily všechny rotační plochy rotoru, poté vyfrézovaly drážky pro uchycení závěsů lopatek a nakonec se vyvrtaly vyvažovací a spojkové otvory. Na tyto operace byly potřeba tři stroje na třech různých pracovištích. Nový stroj, který prozatím převzal jméno po svém výrobci - GEORG, tyto tři základní strojní operace zvládne sám, díky příslušenství v podobě frézovacích a soustružnických hlav.

Ačkoliv je GEORG kolos vážící několik desítek tun, při pracovní směně ho zvládne obsluhovat jeden člověk, a to i díky tomu, že může pomoci tří vnitřních kamer pohodlně sledovat celý řezný proces. Přes 5 metrů vysoký, 30 metrů dlouhý a 10 metrů široký stroj je totiž zapuštěn do masivní betonové vany.

Vzhledem k dobře propracované ergonomii má obsluha osu rotace rotoru ve výši očí, neboť stroj je obsluhován z úrovně podlahy.

Podobné moderní velké obráběcí stroje GEORG jsou v Evropě jen dva. První se nachází u našich sousedů v Německu a druhý je instalován v Rusku. Stroj do plzeňského areálu společnosti Doosan Škoda Power byl dodán po částech a během necelých dvou měsíců byl postupně smontován. Další zhruba čtyři měsíce pak technici rodinné firmy GEORG stroj „oživovali“, tedy ladili technologická spojení spolu s testovacím měřením a následně kompenzovali geometrické odchylky.

Ačkoliv je stroj primárně určený pro výrobu rotorů, jeho využití je univerzální. Může se na něm vyrobít jakákoliv rotační součást do velikosti pracovního prostoru, například rotory generátorů, papírenské válce, velká ozubená kola včetně nábojů a za určitých podmínek i klikové hřídele.

Pořízením unikátního stroje investoval Doosan Škoda Power především do kvality a hi-tech vybavení.



Dětská technická univerzita v Plzni

Ing. Martin Melichar, Ph.D.

Spolu s příchodem nového školního roku otevřela fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni první ročník projektu Dětské technické univerzity. Cílem je prostřednictvím plnohodnotné a smysluplné volnočasové aktivity přiblížit žákům prvního a druhého stupně základních škol svět techniky.

Malí posluchači Dětské technické univerzity si mohou pod dohledem zkušených odborníků, pracovníků fakulty a partnerů z průmyslové praxe, osobně vyzkoušet nespočet experimentů napříč všemi katedrami fakulty strojní. V průběhu jednoho roku se tak seznámí s nepřeberným množstvím zařízení, kterým je fakulta vybavena. Budou se věnovat 3D tisku z plastu a kovu, výrobě frézovaných zvířátek a figurek, chemickým experimentům, zkoumání vlastností materiálů, parní turbíně a větrné energii, výrobním strojům a zařízením. V neposlední řadě navštíví i jedno z nejmodernějších výzkumných center v České republice – Regionální technologický institut.

Jednotlivé aktivity probíhají vždy ve středu od 15:00. Celý program bude zakončen slavnostní promocí spojenou s předáním diplomů úspěšným absolventům z rukou děkana fakulty strojní.

Projekt Dětské technické univerzity 2017 je realizován pod záštitou náměstkyně primátora města Plzně Evy Herinkové, náměstkyně hejtmana Plzeňského kraje Iva Grünera

a děkana fakulty strojní při Západočeské univerzitě v Plzni Milana Edla. Na projektu se také významně podílí Doosan Škoda Power, s.r.o., LEAR Corporation Czech Republic, s.r.o. Nakladatelství Fraus, s.r.o. Siemens, s.r.o., SmartEdu a Techmania Science Center o.p.s. a ZF Engineering Plzeň s.r.o.

Bližší informace o projektu jsou k dispozici na webových stránkách www.detskatechnickauniverzita.cz a na facebookovém profilu [fb.me/detskatechnickauniverzita](https://www.facebook.com/detskatechnickauniverzita).



**DĚTSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA**



Experimentální vyšetřování proudových parametrů na posledním stupni parní turbíny 1090MW

Ing. Kamil Sedlák, Ph.D.

Abstract

Článek se zabývá stručným popisem měření a vyhodnocení proudových parametrů na výstupu z posledního stupně nízkotlakého tělesa parní turbíny na sytou páru o nominálním výkonu 1090 MW. Měření bylo provedeno sedmiotvorovou pneumatickou sondou s níž bylo traverzováno po délce lopatky a to v několika obvodových polohách při nominálním a vybraných částečných režimech. Výsledkem je znalost rozložení statického, dynamického a celkového tlaku po délce lopatky a rozložení rychlosti včetně jejich složek. Tyto informace jsou vstupními daty pro určení účinnosti posledního stupně, ztrátového součinitele difuzoru a dalších významných parametrů popisujících účinnost vybraných částí parní turbíny.

Keywords:

Steam turbine, pneumatic probe, last turbine stage, velocity distribution

Úvod

Posledním stupněm nízkotlakého dílu parní turbíny je míněno rozváděcí a oběžné lopatkové kolo, kde mokrá vodní pára odevzdává svoji energii, která se částečně mění v mechanickou práci. Na poslední oběžné kolo již navazuje axiálně radiální difuzor, výstupní těleso s nástavbou kondenzátoru a příslušenstvím a vlastní kondenzátor. Termodynamické děje na posledním stupni se odehrávají v relativně nízkém tlaku, ve vakuu. Před stupněm je absolutní tlak obvykle v řádech desítek kilopascalů a vlhkost v jednotkách procent, zatímco po expanzi v posledním stupni je absolutní tlak v řádech jednotek kilopascalů a vlhkost může dosáhnout hodnoty významně vyšší než 10%. Z pohledu práce posledního stupně je důležitým faktorem jeho správný pevnostní a proudový návrh, ale také vzájemné sladění parametrů posledního stupně s difuzorem a celým výstupním traktem. Vhodným návrhem lze prodloužit expanzní čáru na posledním stupni, což zvýší termodynamickou účinnost posledního stupně, u velkých turbín až v řádu jednotek procent účinnosti NT dílu.

Oběžné lopatky posledního stupně jsou z pohledu mechanického namáhání silně exponované, obvykle jde o nejdelší lopatky osazené na rotor. Patní průměr bývá okolo 2000 mm a není výjimkou, že délka oběžných lopatek posledního stupně strojů velkých výkonů přesahuje 1200 mm. Odstředivé síly působící na závěs lopatky jsou v řádech několika tisíc kilonewtonů.

Při vývoji posledního stupně nízkotlakých dílů je důležité se zabývat, nejen stavem, který odpovídá nominálnímu režimu, ale také stavem o nižších výkonech, kdy především poslední stupně mohou v závislosti na objemovém toku strojem postupně přecházet z nenávrhového režimu do ventilace [1]. Při provozování stroje v nevhodném ventilačním provozu může dojít až k destrukci stupně a tedy i stroje.

Z výše popsaného je patrné, že oběžné lopatky posledního stupně jsou špičkovým produktem každého závodu zabývajícího se návrhem a výrobou parních turbín. Jde o součást parní turbíny, jejíž návrh a výsledná konstrukce je více než u kterékoli jiné části dílu parní turbíny diktována rovnováhou mezi pevnostními, aerodynamickými a termodynamickými parametry.

Proto každý údaj získaný měřením na díle je vysoce ceněným, jelikož jde o jedinečnou zpětnou vazbu a především o data potřebná pro vývoj a predikci chování nově vyvíjených stupňů.

Popis měřicí metody

Měření bylo provedeno diskovou sedmiotvorovou pneumatickou sondou, která je zaváděna do stroje za provozu, prostřednictvím průchodu navrženého pro potřeby sondování, viz Fig. 1. Sondování je možné provádět prakticky dvěma způsoby, a to buď v nenulovacím, nebo v nulovacím režimu, viz [2]. Na základě vybraného způsobu měření je vhodné provádět kalibraci sondy. Sedmiotvorovou sondou je na díle měřeno druhým ze způsobů. Kalibrace sondy byla provedena na aerodynamickém tunelu

v laboratoři DŠPW, a to v rozsahu 0 – 0,3 Ma. Pro vyšší hodnoty Machova čísla byla sonda kalibrována v nadzvukovém tunelu VZLÚ Palmovka, viz [3].

Při měření za posledním stupněm je možné očekávat plně trojrozměrné proudění páry, pro rozklad vektoru rychlosti do složek byl zaveden pravotočivý souřadný systém stroje zru , viz Fig. 2. Osa z reprezentuje osu rotace stroje, osa r je radiálním paprskem, a kladná poloosa u je orientována ve směru rotace stroje.

Mezi přímo měřené veličiny patří sedm, resp. osm tlaků, úhel α_2 a absolutní poloha (vysunutí) sondy měřená od paty oběžné lopatky. Prostřednictvím kalibračních rovnic [3] jsou dopočítávány další veličiny, mezi něž patří statický a celkový tlak, měrná hmotnost proudícího media, modul rychlosti a úhel ε_2 .

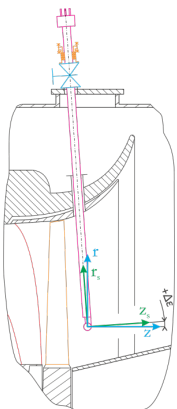


Fig. 1 LSB and pneumatic probe

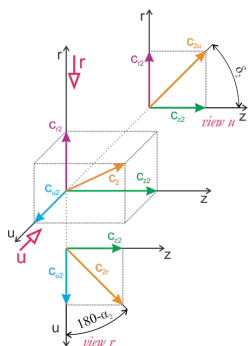


Fig. 2 Decomposition of velocity vector into coordinate system of turbine

Vzhledem k tomu, že poloha sondy vůči stroji je víceméně obecná, vyhodnocené složky rychlostí jsou v souřadném systému sondy, na základě znalosti některých geometrických parametrů je možné provést transformaci souřadného systému sondy do souřadného systému stroje, to je schematicky naznačeno na Fig. 3.

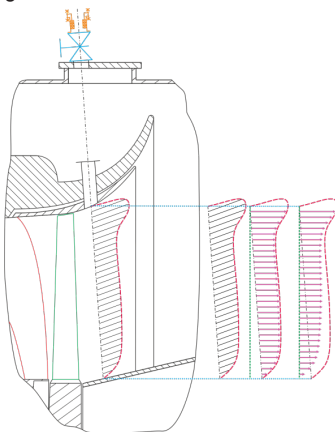


Fig. 3 Transformation of velocity profile

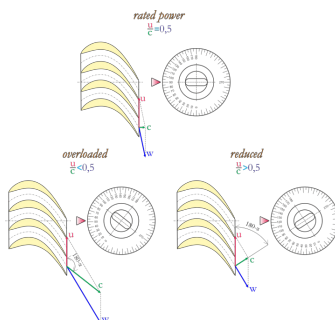


Fig. 4 Nulling method of measurement

Protože měření jednoho rychlostního profilu a především příprava měření na strojovně není úplně rychlým procesem, je vhodné mít dopředu alespoň hrubou představu o měřených parametrech a popřípadě je již v průběhu měření kontrolovat tak, aby nedošlo ke sběru a záznamu chybných dat. Jedním ze základních a nejjednodušších způsobů kontroly je monitorování měřených tlaků hlavice sondy. Vhodné je také sledovat vývoj výstupních úhlů α_2 s ohledem na provozní režim stroje.

Na Fig 4 je schematicky naznačena část oběžné mříže včetně sondy s úhloměrem. Obvykle se rozeznávají tři základní režimy práce stupně.

Stav zobrazený zcela nahoře, kdy absolutní složka rychlosti svírá s obvodovou složkou pravý úhel, obvykle odpovídá návrhovému stavu. Vystupující proud páry by měl v této rovině jen axiální složku rychlosti.

Obrázek vlevo dole ukazuje přetížený stupeň. Entalpický spád na stupeň je vyšší, než návrhový, často díky nižšímu vakuu, než je návrhové. Roste relativní složka rychlosti, výstupní úhel α_2 se zmenšuje. Vystupující pára má všechny tři složky rychlosti a opouští stupeň se směrem rotace opačným, než se pohybuje rotor.

Odlehčený stupeň je zobrazen na obrázku vpravo dole. Entalpický spád na stupeň je nižší, než návrhový, relativní složka rychlosti klesne, úhel α_2 vzroste. Z toho plyne, že vystupující pára má obvodovou složku rychlosti, pohybuje se po šroubovici se shodným směrem pohybu, jakým se točí rotor.

Výsledky experimentu

Rozložení tlaku po délce lopatky je zobrazeno na Fig. 5. Průběh dynamického, statického a celkového tlaku je zobrazen v jednom grafu v popisovaném pořadí směrem zleva doprava.

Za povšimnutí stojí významné zvýšení dynamického tlaku, viz Fig. 5 a také rychlosti, Fig. 6 v oblasti za špičkou lopatky v opačném trendu se vyvíjí statický tlak. Nárůst dynamického tlaku je dán malým únikem páry nadbandážovou ucpávkou, vzniká tak stěnový paprsek. Tato pára o vyšší rychlosti zvyšuje energie v mezní vrstvě na vstupu do difuzoru, což pozitivně ovlivňuje odolnost mezní vrstvy proti odtržení od obtékané stěny deflektoru.

Zajímavým úkazem, který je dobře patrný především na rychlostním profilu, viz Fig. 6 je zakmitnutí parametrů zhruba kolem poloviny délky lopatky posledního stupně. Malá zakmitání jsou patrná též na průbězích tlaků, viz obrázek Fig. 5.

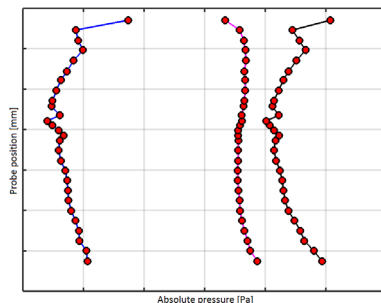


Fig. 5 Pressure distribution behind LSB

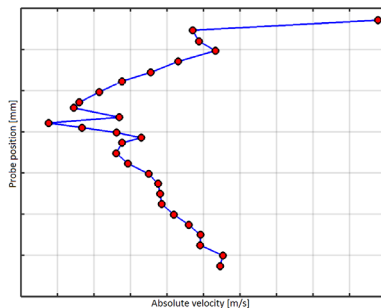


Fig. 6 Velocity profile behind LSB

Vysvětlení se nabízí v podobě prvku, který bývá charakteristický právě pro poslední stupeň osazené dlouhými lopatkami. Jedná se o tzv. "tie-boss" či "part span connector", který působí jako mechanická vazba mezi jednotlivými lopatkami. Takto svázané lopatkové kolo má progresivně měnící se tuhost při najíždění stroje na otáčky. Kontaktní plochy mezi jednotlivými tie-bosy vnášejí do olopatkovaného kola tlumení, které je důležité především z pohledu dynamického chování posledního stupně v nenávrhových režimech a tedy také při najíždění turbosoustroj. Nicméně z pohledu aerodynamiky působí jako překážka, za níž dochází k zavíření a tedy k nárůstu ztrát energie.

Na následující dvojici grafů je zobrazeno rozložení složek rychlosti, vyjádřené jiným způsobem. Na Fig. 7 je ukázán poměr rychlosti rotace hlavního proudu a rychlosti rotoru na daném poloměru. Z grafu je patrné, že ryze axiální výstup je jen v úzké oblasti zhruba kolem třetiny délky lopatky. Pod tímto bodem hlavní proud rotuje v opačném směru, než se otáčí rotor. V partiích mezi nulovým bodem tangenciální složky rychlosti a špičkou lopatky hlavní

proud rotuje souhlasně s rotorem. Z jiného úhlu pohledu je možné graf interpretovat tak, že pata oběžné lopatkové míže pracuje v přetíženém režimu, zatímco střed a špička v odlehčeném. Rozložení tangenciální složky rychlosti je významně ovlivněno měnící se reakcí stupně po délce lopatky posledního stupně.

Graf vpravo, viz Fig. 8., ukazuje průběh poměru axiální a radiální složky absolutní rychlosti k unášivé rychlosti. Poměr rychlostí $\frac{C_r}{U}$ dává do souvislosti objemový tok strojem a jeho otáčky, podle [1] je možné očekávat ventilaci v rozsahu poměru (0,05;0,15). Tohoto stavu nebylo v průběhu měření dosaženo, ale z grafu je zřejmé, že k ventilaci je výrazně náchylnější špička posledního stupně. Ventilaci také charakterizuje dominantní radiální složka absolutní rychlosti v oblasti špičky lopatky, což zde nenažívá. To by se projevilo na poměru složek rychlostí $\frac{C_r}{U}$.

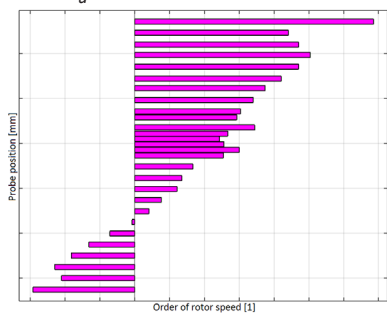


Fig. 7 Ratio of rotational speed of main vortex and speed of the rotor

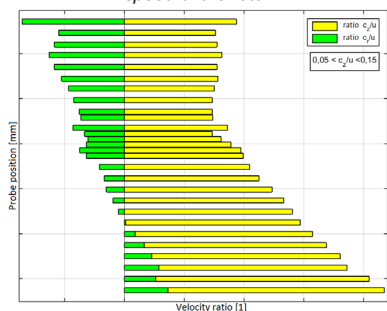


Fig. 8 Ratio of velocity components

Připravovaná měření nejen na území ČR ukazují, že bude možné měřit v širokém spektru provozních režimů. To dává příslib dalšího rozvoje měřicích metod a algoritmů.

Proto lze dozajista očekávat celou řadu nových a zajímavých poznatků.

Závěry

Ve spolupráci s provozovatelem ČEZ a.s. bylo připraveno a provedeno měření na parní turbíně velkého výkonu.

Měřeny byly aerodynamické charakteristiky jednotlivých komponent, a ve spolupráci s ČVUT byla získána data popisující vybrané parametry mokré páry po délce lopatky.

Bylo vyhodnoceno rozložení tlaku, rychlosti a výstupních úhlů po délce lopatky posledního stupně, ale také rozložení vlhkosti a velikosti kapek.

Ze změřených a zpracovaných dat bylo vyhodnoceno rozložení výkonu, účinnosti, hmotnostního toku a přírůstku entropie po délce lopatky, tato data slouží k určení integrálních veličin posledního stupně, difuzoru a výstupního tělesa.

V neposlední řadě jsou tato data využita pro verifikaci CFD výsledků a pro naladění dalších výpočtů sloužících pro vývoj moderních posledních stupňů a výstupních traktů parních turbín velkých výkonů.

Poděkování

Poděkování patří všem zúčastněným, dále Doosan Škoda Power a vlastníku a provozovateli bloku ČEZ a jeho zaměstnancům za jejich vstřícnost a pomoc při přípravě a realizaci měření.

Reference

- Megerle, B., Rice, T. S., McBean, I., Ott, P. Numerical and experimental investigation of aerodynamic excitation of a model low-pressure steam turbine stage operating under low volume flow. In. ASME 2012, Copenhagen, Denmark.
- Morrison, G. L., Schobeiri, M.T., Pappu, K. R. Five-hole pressure probe analysis technique. In. Flow measurement and Instrumentation, 1998.
- Sedlák, K., Hoznedl, M., Tajč, L. Revize kalibračních rovnic sondy používané pro měření v prostředí dvoufázového proudění lopatkových strojů. In. Technical report TZTP 0868, Plzeň 2013.

Diagnostika strojů s využitím nových metod pokročilé analýzy signálů

Ing. Jindřich Liška, Ph.D.

Odborníci z laboratoře DiagEn, evropského centra excelence NTIS na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni se dlouhodobě věnují výzkumu a vývoji pokročilých metod pro diagnostiku a monitorování strojů především v oblasti energetiky. V několika posledních letech začínají již sklízet ovoce svého snažení v podobě špičkových výsledků, které jsou oceňovány odbornou veřejností nejen v ČR, ale i po celém světě.

Výzkumný tým laboratoře DiagEn spolupracuje s řadou společností, pro něž vyvíjí nové metody především z oblasti diagnostiky a monitorování. Výsledky výzkumu přispívají například k odhalení a určení polohy uvolněných částí v chladicích okruzích jaderných elektráren, nebo k monitorování vibrací turbosoustrojí v gondolách větrných elektráren. Oblast energetiky nabízí v tomto ohledu mnoho výzev k řešení nesnadných problémů. Jednou z takových výzev byla i problematika detekce a lokalizace kontaktu mezi rotorem a státorem parních turbín (rubbing). V současných vibrodiagnostických systémech používaných na turbosoustrojích v České republice i ve světě je včasná a automatická detekce a lokalizace rubbingu v rozsahu, který vyvinutý systém umožňuje, dosud nedostupná. V průběhu několika let a za podpory financování v rámci programu TIP Ministerstva průmyslu a obchodu se podařilo vyvinout špičkové zařízení, které je schopné ze stávajících signálů monitorovacích a zabezpečovacích systémů chvění a posuvů parních turbín on-line detekovat vznik a výskyt kontaktu a zároveň velice přesně určit místo v axiálním i tangenciálním směru, ve kterém ke kontaktu v turbíně došlo.

Analýzátor RAMS tak umožňuje odhalit rizikové či nebezpečné provozní stavy parních

turbín a částečně odhalit i příčiny těchto stavů. Vyvinuté zařízení je celosvětově unikátní (viz Obr. 1).

Výzkumný a vývojový tým laboratoře DiagEn centra NTIS a společnosti Doosan Škoda Power úspěšně otestoval prototyp uvedeného systému již na šesti různých turbosoustrojích, kde se podařilo jednak detekovat rubbing, a jednak byla pro jednotlivé události kontaktu provedena lokalizace místa vzniku kontaktu. Výsledky projektu představili jeho autoři na několika světových konferencích, například v Londýně či Washingtonu. Vyvinuté metody a prototyp diagnostického systému ocenili špičkoví zahraniční odborníci z průmyslu i univerzit. O testování a případnou licenci projevil zájem společnosti Emerson, Siemens a Areva. Prototyp, který je výsledkem spolupráce mezi evropským centrem excelence NTIS a společností Doosan Škoda Power, byl také oceněn odborníky v soutěži „Nejlepší spolupráce roku 2013“, kterou pořádají Sdružení pro zahraniční investice – AFI, Americká obchodní komora v ČR (AmCham) a Technologická agentura ČR (TAČR).

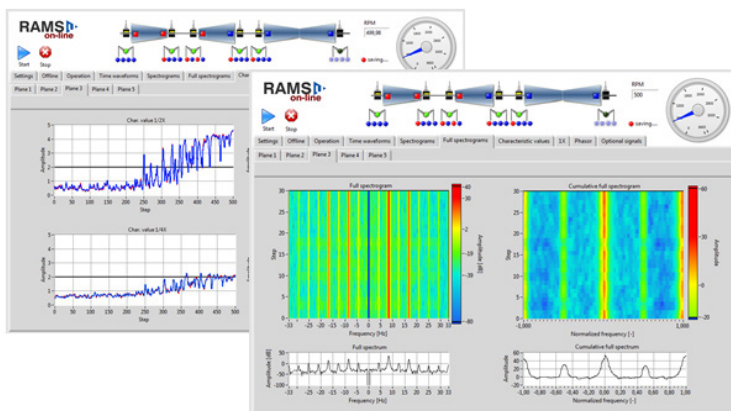
Zavedení instalace a využití této diagnostiky umožňuje významně zkrátit dobu odstávky, neboť je předem známo, ve kterém tělese turbíny byl rubbing přítomen. Současně lze v předstihu plánovat průběh opravy, neboť výsledek lokalizace kontaktu určuje konkrétní místo a komponenty v turbíně, které byly kontaktu účastny. Včasná detekce kontaktu v parních turbínách pak může zamezit jeho eskalaci a vznik tzv. rubbingu s protiběžnou precesí. Tento jev má za následek nekontrolovatelný nárůst vibrací stroje následovaný jeho havárií. Vzhledem k vyšší nákladů na opravu havarovaného stroje je instalace systému RAMS správná volba.



Obr. 1: Analyzátor kontaktu rotor/stator



Obr. 2: Instalace analyzátoru na elektrárně



Obr. 3: Náhled softwaru obslužné aplikace analyzátoru RAMS

Čtvrtý svazek nové knižnice

Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

Čtvrtý svazek knižnice „Vědci, vynálezci a podnikatelé v českých zemích“, který obsahuje životopisy osob, jejichž životní osudy byly spjaty různým způsobem s regionem jihomoravské brněnské metropole, přichází na konci tohoto roku na náš knižní trh.

Ernst Mach, po němž je nazváno známé Machovo číslo udávající nadzvukovou rychlost letounů, se narodil na předměstí města Brna v Chrlicích, ale běh života ho pak zavedl do jiných míst v tehdejším Rakousko-Uhersku, jehož součástí metropole Moravy byla. Jistě netušil, že nad jeho rodným domem budu později přelétávat trysková letadla z nedalekého brněnského letiště v Tuřanech.

E. Mach byl nejen filozof, ale zejména fyzik, což ho spojuje s jiným významným fyzikem Christianem Dopplerem, jehož popis tzv. Dopplerova jevu – závislost změny frekvence a vlnové délky přijímaného oproti vysílanému signálu, způsobenou nenulovou vzájemnou rychlostí vysílače a přijímače, umožnil návrh radarových přístrojů, měřících rychlost letounů i automobilů. Ch. Doppler však, na rozdíl od ostatních protagonistů 4. svazku knižnice, v Brně nepobýval, nicméně v technice existuje logická spojitost významu Machova čísla a Dopplerova efektu.

Bratři Ježkové se narodili ve městě Blansku, nedaleko na sever od města Brna, a zde založili svoji prosperující firmu a rozvíjeli svoje podnikatelské aktivity prostřednictvím výroby celé řady různých zemědělských a jiných strojů, které sami konstruovali. Do města Blanska přišel za bratem realizovat svůj sen z mládí – vyrábět elektrické přístroje – také Erich Roučka, který později založil svoji další – slévarenskou - firmu v Brně. V Blansku byla také zavedena výroba vodních turbin, vynalezených Viktorem Kaplanem, který funkční vzorky turbiny dokončil na technice v Brně, kde také byla vyrobena první provozovaná turbina tohoto typu v brněnské firmě Storek. Koncentrace těchto událostí v průběhu historie města Blanska dokazuje, že toto město bylo a je důležitým průmyslovým centrem a nejen východiskem k turistickým cestám za krásami jeskyní Moravského krasu.

Přírodovědec Gregor J. Mendel, objevitel a zakladatel genetiky, přišel do kláštera v Brně prožít celý svůj řeholní i bohatý vědecký život, který zahrnoval nejen objev genetických zákonů, ale také odborné práce v oblasti meteorologie a včelařství. Přičemž objev genetiky představuje velký význam zejména pro budoucí vývoj lidstva, ale zcela neočekávaně také pro současnou tvorbu různých optimalizačních počítačových programů a pro aplikaci umělé inteligence v robotice.

Svazek jistě zaujme i případné čtenáře ze členské základny A.S.I.

Členové se dovedí řadu zajímavých skutečností ze života a díla zmíněných osobností, a mohou inspirovat jejich příběhy při cestě vlastní životem.

Doporučuji proto našim členům, kteří si přečtou o životě nejen osobností 4. svazku ale i osobností z předchozích tří svazků, aby si pozorně přečetli úvod a závěr každého životopisu, kde jsou zdůrazněny pozoruhodné životní rysy, osudy a přínosy každé osobnosti.

Nakonec ještě radu pro členy ASI, kteří s městem Brnem a městem Blanskem ještě neseznámili. Zkuste navštívit Brno a nedaleké Blansko, abyste poznali krásná města a místa, kde tyto významné osobnosti působily. Přiblíží Vám to zcela jistě jejich zajímavé osudy i objevy. Zejména také proto, že jejich život a práce je v těchto místech, připomínána nejen pamětními deskami, sochami a různými artefakty, ale v případech E. Roučky, bratří Ježků, G. J. Mendla a V. Kaplana, dokonce samostatnými muzejními expozicemi. Ponořte se do příslovečného genia loci míst těchto osobností!

Svazek vyšel v knižnici, která byla inspirována mottem: „Dejme mladým lidem vzory“, z oblasti vědy, techniky a podnikání.

Organizaci vytvoření této knižnice si na starost vzala Českomoravská společnost pro automatizaci a robotiku, která je zakládajícím členem ČSVTS.

Práce na knižnici se účastní aktivně i členové ASI. Předseda ASI doc. D. Hanus, který pravidelně sleduje činnost ediční rady

knížnice, je zároveň předsedou ČSVTS, ing. R. Dvořák, člen výboru ASI, je autorem životopisu E. Macha a doc. Lacko, předseda klubu ASI Brno, je členem ediční rady knihnice, lektorem 4. svazku knihnice a lektoroval i životopis J. Resslera v prvním svazku.

Přehled osobností v jednotlivých svazcích:

1. Svazek - MAREK (1595), DIVIŠ (1697), VEVERKOVÉ (1790), RESSEL (1793), PERNER (1815)
2. Svazek - ŠKODA (1839), KŘÍŽÍK (1847), KOLBEN (1862), KLEMENT (1868), BAŤA (1876)

3. Svazek - HEYROVSKÝ (1890), DOLEJŠEK (1895), SVOBODA (1907), WICHTERLE (1913), SVATÝ (1919), HOLÝ (1936)
4. Svazek - MENDEL (1822), KAPLAN (1876), JEŽEK (1830), ROUČKA (1888), DOPPLER (1803), MACH (1838)
5. Svazek - GERSTNER (1756), BOŽEK (1782), BOLZANO (1781), PURKYNĚ (1787), HLÁVKA (1831)

První počítače v Brně

Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

Už 3. ročník konference virtuální expozice Technického muzea „Prog-Story“ se konal ve středu 20. září 2017 odpoledne v přednáškovém sále technického muzea v Brně.

Program konference byl následující

- Úvod s připomenutím výročí prof. Antonína Svobody - doc. Branislav Lacko
- Velký AP a další analogové počítače na VA v Brně - prof. Ivo Serba
- Co víme o prvních počítačích v Brně – portál Prog-story - ing. Vlastimil Čevela
- Diskuze k přednáškám
- Komentovaná prohlídka expozice VT - Ing. Jaroslav Pipota

Cíle konference navazovaly na poslání expozice výpočetní techniky (jediná samostatná expozice výpočetní techniky v ČR) a virtuální expozice Prog-Story brněnského technického muzea:

Připomenout 110. výročí narození prof. A. Svobody (*14. X. 1907), který vytvořil v roce 1955 náš první, tehdy réleový, počítač SAPO a později elektronkový počítač EPOS. Kromě technických parametrů těchto počítačů, byl připomenut pohnutý život prof. A. Svobody, který musel emigrovat před okupací ČSR nacisty do USA a po návratu do vlasti opět v šedesátých letech emigrovat před komunistickou persekucí.

Upozornit na skutečnost, že mechanické analogové počítače byly nedílnou součástí počátku vývoje počítačů, na což se dnes často zapomíná. Přednáška prof. Serby poukázala na význam a postavení analogových počítačů v padesátých letech, které byly používány v té době zejména v armádě pro řízení protiletadlové palby. V přednášce byly popsány první mechanické komponenty analogových počítačů (mechanický integrátor, mechanická sčítáčka apod.) a pak prvky elektrických analogových počítačů.

Popsat strukturu a cíle portálu Prog-Story. Ing. Čevela informoval o této virtuální expozici technického muzea, které na svých stránkách popisuje historii programování a historii používání počítačů u nás, viz: <http://prog-story.technicalmuseum.cz> Ing. Čevela také komentoval výskyt prvních počítačů v Brně v padesátých a šedesátých letech.

Následně si účastníci konference prohlédli expozici, kde jim odborný výklad o exponátech sbírky poskytl její kustod ing. J. Pivoda z TMB.

Klub Brno Asociace strojních inženýrů byl spolupořadatelem akce stejně jako v loňském roce při konferenci ke 200. výročí narození A. Lovelace první ženy – programátorky.

Festival vědy aneb Zábavná vědecko-technická laboratoř na Kulaťáku

Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

Členové A.S.I., kteří se zúčastnili prvního výboru 6. září t.r. po době dovolených, měli příležitost projít ke Strojní fakultě ČVUT od stanice metra Dejvická přes právě v ten den probíhající Festival vědy.

Akce byla zaměřena na mládež základních a středních škol.

Vystavující instituce - pražské vysoké školy a pražské vyšší školy, specializovaná celostátní pracoviště, která působí v Praze (Úřad průmyslového vlastnictví, Národní technická knihovna, Ústavy akademie věd) a řada pražských podniků (Zdravotnická služba, Hasičský záchranný sbor, Městská policie hl. m. Praha, Česká televize, Městská policie, ČEZ, Unipetrol, ale v neposlední řadě i Dům dětí a mládeže a Techmania, se s ohledem na věk účastníků zaměřily na prezentaci svých výsledů vědy a výzkumu a obecných principů vědeckého zkoumání zábavným, názorným způsobem. Jedni vystavovatelé prezentovali možnost vzdělávání ve vědě a technice, druhí zájem o pracovníky s odbornou technickou erudicí.

Zájem žáků škol byl velký a na všech stáncích prezentujících institucí bylo rušno. Účastníky neodradila ani zamračená obloha, ani chladné počasí a o všechny předváděné exponáty nebo prezentace byl velký zájem. Ke zvýšení zájmu pomohlo i sbírání záznamů o návštěvě stánků, což povzbudilo soutěživost mladých účastníků.

Akce byla velmi dobře připravena nejen z hlediska odborných aktivit, i z hlediska doprovodných aktivit jako zajištění propagace, potřebné pořadatelské a informační služby, občerstvení, zdravotnické služby, možnosti odpočinkové sportovní relaxace a dostatečného počtu hygienických zařízení.

S ohledem na vysoký počet mladých účastníků je potřeba poděkovat organizátorům, kteří takto konkrétně přispěli k propagaci vědy a techniky mezi mladými lidmi, což

jistě prospěje k prohloubení zájmu mladých o vědu a techniku. Těchto akcí není zatím stále dostatek, jak bylo konstatováno na řadě výborů A.S.I. a při zasedání zástupců firem v Senátu A.S.I.





Foto vstupní brány do areálu festivalu



Na nezámek mladých účastníků si pořadatelé nemohli naříkat



AERODYNAMICKÁ LABORATOŘ

Ústavu termomechaniky AV ČR, v. v. i.

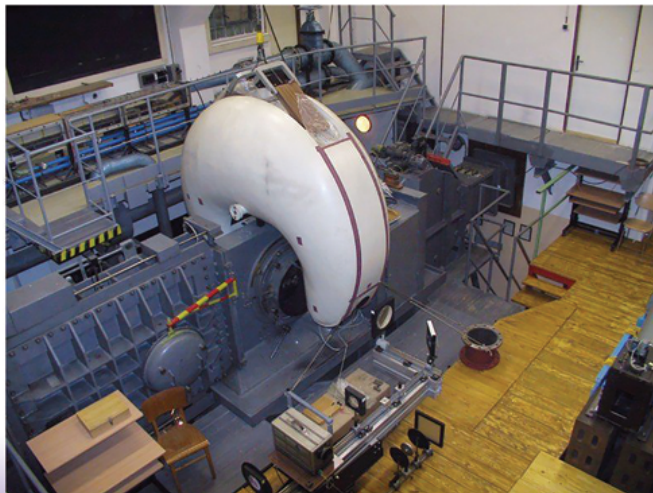
Ústav termomechaniky AV ČR, v. v. i., je výzkumnou institucí, která má v oblasti výzkumu energetického strojírenství dlouholetou tradici.

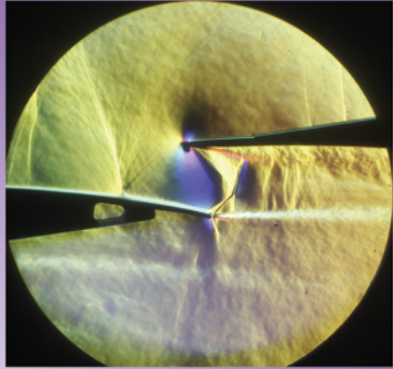
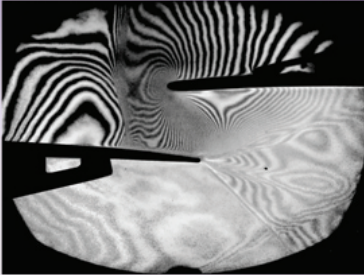
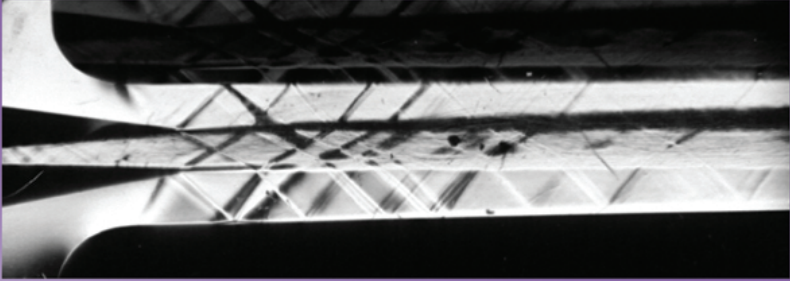
Již od roku 1964 se v Aerodynamické laboratoři v Novém Kníně, detašovaném pracovišti Ústavu termomechaniky, provádí systematický výzkum v oblasti transsonického proudění. Jedná se nejen o výzkum v oblasti profilových mříží, ale i o řadu dalších úloh, jakými je například výzkum proudění ve velmi úzkých kanálech, výzkum proudění v radiálních turbínových mřížích, modelování proudění v parních ventilech, výzkum v oblasti aeroelasticity atd.

Součástí této laboratoře je vysokorychlostní aerodynamický tunel, který je určen pro výzkum rovinných lopatkových mříží turbínového i kompresorového typu v širokém rozsahu úhlů náběhu a při rychlostech odpovídajících Machovu číslu na vstupu, popř. výstupu, v rozsahu $0.2 < M < 2$, a to i v obtížně měřitelné oblasti kolem $M = 1$. Díky němu byl zde poprvé sledován a popsán vývoj transsonického proudění v lopatkové mříži a detailně proměřeno chování turbínových mříží při extrémních úhlech náběhu.

Výsledky měření slouží nejen základnímu výzkumu, ale i jako podklady pro návrhy nových strojů, zejména k optimalizaci lopatkových mříží a k celkovému zvýšení účinnosti energetických strojů a zařízení.

Celkové zde bylo proměřeno cca 120 transsonických lopatkových mříží nejrůznějšího typu.





Jednou z řešených úloh bylo nalézt optimalizaci profilů oběžných lopatek poslední rotorové řady 1000 MW parní turbíny pro jadernou elektrárnu v Temelíně, které jsou 1080 mm dlouhé. S využitím poznatků základního výzkumu v oblasti transsonického proudění se na základě provedených experimentů podařilo významným způsobem podpořit zvýšení účinnosti tohoto lopatkování. Tyto poslední stupně se podílejí téměř 40 % na celkovém výkonu turbíny. Temelín vyrobí za rok téměř 15 TWh. Kdybychom vztáhli náš přínos jen na oněch 40 % výkonu a odhadli jej na 1 promile na účinnosti, odpovídalo by to za rok zhruba 6 milionům kWh, což při současné ceně cca 2 Kč za 1 kWh činí kolem 12 milionů Kč roční úspory, resp. zisku, jen pro tento jediný případ.

Aerodynamický výzkum je nákladnou záležitostí. Jeho výsledky ale do značné míry rozhodují nejen o dosažitelném výkonu a účinnosti, ale i o provozní spolehlivosti a bezpečnosti. Tyto náklady se však velmi rychle zúročí, protože např. jednoprocenní zlepšení účinnosti posledních stupňů velkých parních turbín pro tepelné elektrárny znamená zlepšení přibližně 0,1% na účinnosti celého stroje (a to už je u 1000 MW turbíny 1 MW, a tedy např. 48 000 Kč za jediný den provozu parní turbíny).

Ústav termomechaniky AV ČR, v. v. i.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
www.it.cas.cz

SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

Klub Plzeň



V letošním roce oslavil životní jubileum – 60 let, Ing. Jiří Fiala ředitel globálního výzkumu v Doosan Škoda Power s.r.o. Ing. Fiala spojil celý svůj profesní život se závodem, vyrábějícím parní turbíny v Plzni. Po absolvování VŠSE v Plzni nastoupil do konstrukce a postupně prošel různými vedoucími funkcemi. Protože je bytostným zaměřením technik, podporuje také činnost A.S.I. Klub Plzeň, jehož je zakládajícím členem. U příležitosti 20. výročí založení A.S.I. mu byla udělena medaile Leonarda da Vinci.

Do dalších let mu výbor Klubu přeje hodně zdraví a pohody.

Vzpomínka



V letošním roce nás navždy opustila hospodářka paní Helena Volopichová. Funkci hospodářky vykonávala v Klubu Plzeň od jeho založení. Podílela se na činnosti Klubu, jak při přípravě odborných seminářů a konferencí, tak při organizování exkurzí.

Bude nám chybět. Nezapomeneme.



85 let se v letošním roce dožil zakládající člen a v současné době čestný předseda A.S.I. Klubu Plzeň, prof. Ing. Miroslav Šťastný DrSc. Profesor Šťastný se věnoval parním turbínám a termodynamice. Dlouhá léta vedl výzkum proudění v závodech vyrábějícím parní turbíny v Plzni, dnes Doosan Škoda Power. Důležitou stránkou jeho profesního života byla výchova inženýrů a doktorandů. Za svoji práci byl oceněn titulem Česká hlava. Prezident republiky ocenil jeho zásluhy o vědu udělením státního vyznamenání.

U příležitosti 20. výročí založení A.S.I. mu byla udělena medaile Leonarda da Vinci.

Klub Brno

V letošním roce oslavil životní jubileum šedesáté narozeniny jeden ze zakládajících členů brněnského klubu a jeho dlouholetý hospodář – Ing. František Vdoleček, CSc. Od počátku se aktivně se podílel na činnosti brněnského klubu, jako pracovník VUT v Brně, kde brněnský klub vyvíjí svoji činnost. Po celou dobu je nejen členem výboru klubu, ale rovněž zástupcem brněnského klubu v celorepublikovém výboru.

Profesně se ve své činnosti orientuje především do oborů metrologie, technického měření a technické diagnostiky. Z tohoto profesního zaměření pramení i jeho členství v řadě dalších odborných společností a spolků, do jejichž činnosti se zapojuje od pozice řadového člana až po současně zastávanou funkci prezidenta v případě Asociace technických diagnostiků ČR, z.s. Za činnost mu byly udělena u příležitosti 20. výročí založení A.S.I. medaile Leonarda da Vinci.

Výbor klubu A.S.I. Brno i celorepublikový výbor mu děkují za jeho dlouhodobou a číno-rodou práci a k jeho významnému životnímu jubileu přejí i jménem všech členů A.S.I. do mnoha dalších let pevně zdraví, hodně elánu a úspěchů v tvůrčí práci i osobním životě.

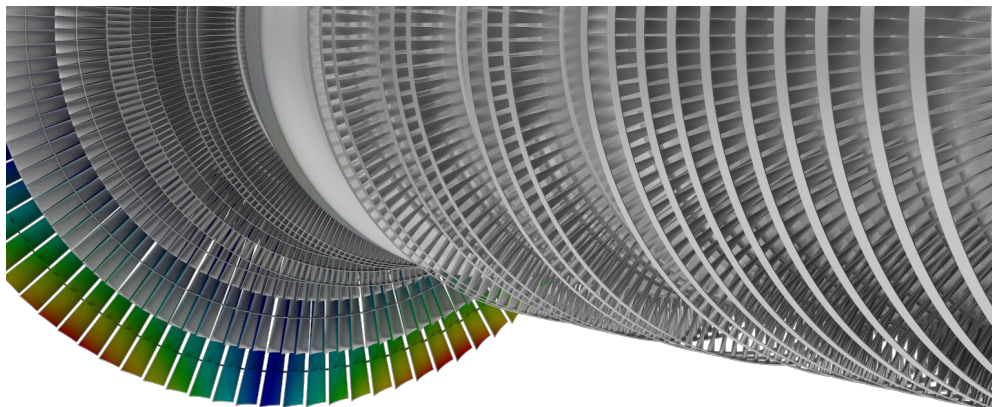
Výbor klubu Brno ocenil jeho práci u příležitosti jubilea děkovným dopisem.



Obr. 1. Ing. Vdoleček v historické expozici při exkurzi A.S. I. ve Slovácích strojárnách Uherský Brod



Obr. 2. Ing. Vdoleček se spolupracovníky na dnech otevřených dveří VUT Brno



Hledáte zkušeného partnera v oblasti technických analýz?

NUM solution je inženýrská společnost, která poskytuje komplexní technickou, poradenskou a vývojovou činnost, včetně tvorby virtuálních modelů. Pro naše projekty efektivně využíváme kombinaci vlastních nástrojů založených na teoretických principech, CAE programů a měření. Jsme stabilní a spolehlivý partner s konzistentní dlouhodobou vizí.

Nabízíme následující oblasti spolupráce:

Jsme připraveni flexibilně reagovat na potřeby zákazníků od jednodenních projektů až po dlouholetou systematickou vývojovou činnost včetně vedení s projektovou odpovědností. Máme zkušenosti v mnoha oblastech technických analýz od tvorby 1D virtuálních modelů až po nestacionární multifyzikální analýzy a měření.

Proudění tekutin CFD včetně přestupu tepla • FSI (Flutter, Akustika) • Tvarová optimalizace strojních součástí • Spolupráce při zadávání a vyhodnocování laboratorních měření (např. pro validaci CFD metodik) • Pevnostní analýzy MKP • Multifyzikální analýzy • Programování a tvorba virtuálních modelů

www.numsolution.cz

NUM solution s.r.o.

Perucká 2482/7

120 00 Praha 2 - Vinohrady

