

# ASOCIACE STROJNÍCH INŽENÝRŮ



**Bulletin Asociace strojních inženýrů vydává pro své členy**  
**Adresa: ASI, Technická 4, 166 07, Praha 6**  
**[www.asicr.cz](http://www.asicr.cz)**

# Technické úterky v Praze

V roce 2017 asociace spolu s klubem seniorů FS pokračovala v organizování technických úterků v 1. týdnu v měsíci. Za oba semestry to bylo 8 přednášek s vizuální prezentací zásluhou hlavně obětavých lektorů, předních představitelů inženýrského stavu nebo jiných osobností vědy a společnosti. Často je příprava na tyto akce (nehonorované) stála i mnoho času z osobního volna. Patří jim za to náš dík a s některými se rádi setkáváme i opakovaně.

## **Lektoři nám přednesli tato temata :**

V lednu 2017: Doc. RNDr. Danuše Procházková, DrSc – Havárie v leteckém provozu a jejich příčiny  
v únoru: Ing. Jan Zdebor, CSc. – Tlakové nádoby JR výroby ŠKODA, historie a budoucnost?  
v březnu: Mgr. Hanslian David, Ph.D. – Větrné elektrárny  
v dubnu: Doc. Ing. Václav Vacek – Spolupráce ČVUT na projektu CERN LHC Ženeva  
v červnu: Ing. Martin Daněk – Pokročilé PVD povlakování pro náročné aplikace  
v říjnu: Doc. Ing. Daniel Hanus, CSc. – Trendy a vize dalšího vývoje pohonu letadel  
v listopadu: Prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek: Smart Cities (Chytrá města)  
v prosinci: Ing. Richard Veselý: Kybernetická bezpečnost

## **V letošním roce, v 1. čtvrtletí 2018. jsme vyslechli tato temata:**

V lednu 2018: Doc. Ing. Václav Dostál, Ph.D. – Mýty a fakta o jádru, Fukušima 6 let poté  
v únoru: Prof. RNDr. Petr Kulhánek, CSc. - Jaký byl rok 2017 (astronomie aj.)  
v březnu: Ing. Petr Kadera, Ph.D. – Zapojení ČVUT do 4. průmyslové revoluce, CIIRC

Na posledně uvedené přednášce jsme se m.j., dověděli mnoho zajímavého o novém vědecko-výzkumném pracovišti v novém pražském objektu v Dejvicích ... Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics.

Z vynikající přednášky Doc. Ing. Daniela Hanuse, CSc., prezidenta ASI, nám autor předal výtah z ní v následujícím článku bulletinu.

Přednášky se konají na strojní fakultě ČVUT, Technická 4 v Praze – Dejvicích, v přízemí hlavní budovy. Jsou přístupné veřejnosti a zdarma. Všichni strojaři, kteří na ně dosud nenašli cestu jsou vítáni.

**Nejde ani tak o to, vědět toho mnoho, ale znát ze všeho toho,  
co je možné vědět, to nejpotřebnější.**

**L. N. Tolstoj**

## OBSAH

<b>Technické úterky v Praze</b> .....	<b>2</b>
<i>Prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.</i> <b>Proč v roce 2018 studovat strojírenství a proč zrovna na pražské FS?</b> .....	<b>5</b>
<i>Doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.</i> <b>Trendy a vize dalšího vývoje pohonu letadel</b> .....	<b>7</b>
<i>Ing. Výclav Cyrus, DrSc.</i> <b>Konference Turbostroje 2017 – Současné trendy při návrhu, výpočtu a zkoušení turbostrojů</b> .....	<b>14</b>
<i>Ing. Rudolf Dvořák, DrSc.</i> <b>Vědci, vynálezci a podnikatelé v českých zemích</b> .....	<b>15</b>
<i>Ing. Miloš Zika</i> <b>180 let pražského průmyslového školství 1837 – 2017</b> .....	<b>17</b>
 <b>ZPRÁVY Z ČINNOSTI A.S.I.</b>	
<b>Z předávání medailí Leonarda da Vinci</b> .....	<b>21</b>
 <b>SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI</b>	
<b>Životní jubilea členů klubu Praha (a jiných) v roce 2018</b> .....	<b>22</b>
<b>Rejstřík obsahu Bulletinů 2017</b> .....	<b>23</b>

Dne 28. 2. 2018 zvolil Akademický senát FS ČVUT kandidátem na děkana strojí fakulty na funkční období 2018-2022 prof. Ing. Michaela Valáška, DrSc. Pro své druhé funkční období prof. Valášek předložil svou „Vizi 2030 pro FS ČVUT v Praze 2018 – 2022“ s podtituly Nová role univerzity ve společnosti: Světová konkurenceschopnost průmyslu v Českých zemích. A s programem V7 – sedmi konkrétních cílů.

Hlavní výbor ASI zaslal Ing. Valáškově gratulaci k jeho zvolení i s přáním dále rozvíjet vzájemnou spolupráci.



*Prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.*

Redakční rada

Ing. Josef Vondráček

Obrázek na titulní straně: Budova CIIRC v Praze

## Proč v roce 2018 studovat strojírenství a proč zrovna na pražské FS?

Prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.



**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**

Strojírenství, strojařina, strojní fakulta pochází od slova stroj. Stroj se váže k průmyslové revoluci, a může být asociován s parním strojem. Působnost strojařiny je však daleko širší, což pochopíme až při zjištění, že chceme-li cokoli vyrábět průmyslově, musíme pro to použít postupy strojního inženýrství. Při tom vyrábět průmyslově znamená buď vyrábět v sériích, bez lidské námahy a s minimálními náklady, tedy na strojích, nebo znamená vyrobit jediný kus, ale se špičkovými vlastnostmi všeho, které nejsou v jednoduché výrobní dílně dosažitelné. Především však znamená profesionální návrh a výrobu, tj. garantované dosažení předepsaných vlastností.

Strojní inženýrství tak poskytuje metody a poznatky pro výrobu běžných výrobků (např. automobilů, domácích spotřebičů, výrobních strojů), „high tech“ výrobků (např. mobily, tablety, čipy, chemické látky, léky) na hromadných výrobních linkách nebo pro výrobu třeba unikátních fyzikálních či lékařských přístrojů (např. astronomických teleskopů, částicových urychlovačů nebo kloubních protéz). Strojařina je proto základem téměř veškerého průmyslu. Fyzikální princip funkčnosti výrobku mohou navrhnout fyzikové, chemici, elektroteničtí nebo stavební inženýři, ale finální výrobek nakonec musí navrhnout a především vyrobit strojaři.

Průmysl vyrábí na strojích, stroje navrhuje, vyrábějí a udržují strojní inženýři. Proto je vhodné rozlišit strojírenství jako průmysl, který vyrábí stroje, a ostatní průmyslová odvětví, kde se na strojích vyrobených strojírenstvím

vyrábějí další výrobky. Strojní inženýři se uplatní i při provozu těchto různých strojů, jsou třeba pro potravinářský průmysl, pro chemický průmysl, pro stavebnictví, kde vše je vyrobeno průmyslově na strojích a vlastní stavba je jen manufakturní montáž, atd.

Strojařina je tak základem jakéhokoli moderního průmyslu a je-li země průmyslová, pak je rozhodujícím faktorem udržitelnosti hospodářství a životní úrovně takové země. Česká republika je průmyslová země. Ostatně 68 % zaměstnanosti a HDP tvoří průmysl. 40 % se uvádí ve výrobě, ale vedle toho je 56 % služby včetně služeb pro průmysl, tedy při polovině 28 % dostaneme těch magických 68 %.

Průmysl tak stojí na strojních inženýrech. Tedy před každým strojním inženýrem stojí obrovské množství uplatnění, a tak každému absolventovi garantujeme zaměstnání. Tato můžeme potvrdit oceněním, že strojní fakulty jsou na prvních třech místech označeny jako nejlepší a nejpotřebnější vysoké školy v ČR pro zaměstnavatele v Klubu zaměstnavatelů, který tvoří 300 předních českých firem.

Z hlediska lidské zvědavosti jsem přesvědčen, že strojní inženýrství je nejširší záběr mezi všemi inženýrstvími a přírodovědnými obory, neboť potřebuje pro šíři lidských výrobků znalosti od biologie, chemie, prakticky celé fyziky a asi i matematiky přes mechaniku, elektrotechniku, kybernetiku, materiálové vědy, technologie, všechny druhy strojů po ekonomii a management. Ještě je vhodné se zmínit o podstatě inženýrství. Přírodní a další vědy vlastně pasivně zkoumají a vysvětlují přírodu a náš svět tak, jak byl vytvořen. Inženýrství je založeno na aktivní tvořivosti, na schopnosti vytvořit artefakt, na světě dosud neexistující objekt, který plní předepsané funkce uspokojující lidské potřeby. V tom je jeho humanistická dimenze,

Strojní inženýrství sice vyžaduje přesnost a preciznost, ale poskytuje obrovský prostor pro fantazii a tvořivost. Inženýrství vytvářením artefaktů přetváří náš okolní svět a moci se na tom podílet je velká věc.

To jsou podle mého názoru dostatečné důvody, proč studovat strojírenství na strojních fakultách českých vysokých škol. Druhá otázka je, na které strojní fakultě studovat. Odpověď je zde složitější. Tradičních pět strojních fakult v ČR poskytuje slušně vzdělání ve strojařině. Na pražské FS je snad lepší studovat kvůli většímu počtu nabízených oborů (např. letecké motory, mezinárodní

Master of Automotive Engineering, jaderná energetická zařízení, Průmysl 4.0 aj.), které jiné fakulty nenabízejí, dále kvůli opatřením, jak překonat horší přípravu ze střední školy (zkoušky na dvou úrovních, systém rad studentům jak studovat aj.), a konečně kvůli přítomnosti mnoha vývojových center v okolí (např. Eaton, Porsche Engineering Services, Ricardo, MBTech, GE aj.). Velkou nabídkou je příprava na budoucí uplatnění ve vývojovém centru GE Aviation Czech v okolí Prahy, kde se za 10 let bude vyvíjet nový turbovrtulový motor, nebo na budoucí uplatnění v testovacím centru autonomních vozidel BMW v Sokolově.



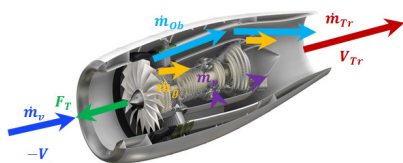
*Fakulta strojní ČVUT v Praze*

## Trendy a vize dalšího vývoje pohonu letadel

Doc. Ing. Daniel Hanus, CSc.

Cílem přednášky bylo seznámit posluchače se současným stavem technologií pohonu dopravních letadel a představou dalšího vývoje, který by zajistil další výrazné zvyšování celkové účinnosti a snižování spotřeby paliva a emisí skleníkových plynů, škodlivých exhalací a hluku.

Fyzikální základy pohonu letadel z hlediska produkce tahu v propulsních soustavách pohonných jednotek a s ním spojeného potřebného mechanického výkonu motoru.



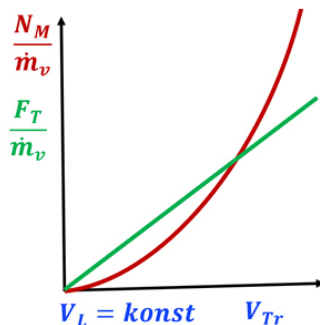
Proces vytváření tahu pohonné jednotky dopravních letadel je založen na vzájemném silovém působení pracovních plynů při průtoku pohonnou jednotkou, tedy vzduchu, přitékajícího k pohonné jednotce rychlostí letu a paliva ve spalínách, a protékanych a obtékanych prvků vzduchové cesty pohonné jednotky. Tlakové síly, kterými pracovní plyny působí na konstrukční prvky pohonné jednotky, vytvářející tah, ve shodě se třetím zákonem mechaniky „akce a reakce“ současně působí opačně na protékající plyny a vyvolávají jejich akceleraci ve směru průtoku, tedy zvýšení jejich průtokové hybnosti ve výstupu plynů z pohonné jednotky. Tah pohonné jednotky  $F_T$  vyvolá zvýšení průtokové hybnosti vzduchu z přítokové rychlosti před pohonnou jednotkou  $-V_L$  na výstupní rychlost  $V_{Tr}$  a zvýšení průtokové hybnosti paliva z nulové relativní rychlosti vzhledem k pohonné jednotce rovněž na výstupní rychlost  $V_{Tr}$ .

$$F_T = V_{Tr} \cdot \dot{m}_{Tr} - V_L \cdot \dot{m}_v$$

$$\dot{m}_{Tr} = \dot{m}_v + \dot{m}_p$$

Potřebný mechanický výkon propulsního systému pohonné jednotky je pak dán jako rozdíl průtokových kinetických energií proté-

kajícího vzduchu a paliva motorem, tedy je úměrný rozdílu druhých mocnin průtokových rychlostí, zatím co tah je úměrný pouze rozdílu průtokových rychlostí. Pro konstantní rychlost letu a konstantní průtokové množství vzduchu pohonnou jednotkou je tah a potřebný mechanický výkon motoru vyjádřen následujícím grafem.



$$N_M = \frac{1}{2} \cdot (V_{Tr}^2 \cdot \dot{m}_{Tr} - V_L^2 \cdot \dot{m}_v)$$

Tah pohonné jednotky je tak možno pro konstantní rychlost letu  $V_L = konst.$  vyvinout v širokém rozsahu výstupních rychlostí  $V_{Tr}$  a v širokém rozsahu hmotnostních průtoků vzduchu  $\dot{m}_v$ , tedy stejný tah je možno vyvinout vysokým urychlením malého množství vzduchu, nebo malým urychlením velkého množství vzduchu, tedy například proudovým motorem o malém průměru vstupního hrdla, nebo ventilátorovým dvouproudovým motorem o velkém průměru vstupního hrdla. Zcela jiný je ale potřebný výkon propulsního systému pohonné jednotky pro produkci tahu.

Pro konstantní rychlost letu a konstantní tah je potom při zanedbání hmotnostního průtoku paliva potřebný výkon propulsního systému přímo úměrný výstupní rychlosti hnacích plynů  $V_{Tr}$ .

$$N_M = \frac{1}{2} \cdot (V_{Tr} + V_L) \cdot F_T$$



Pro tento případ ale potřebný hmotnostní průtok vzduchu pohonnou jednotkou je nepřímo úměrný rozdílu výstupní rychlosti hnacích plynů  $V_{Tr}$  a rychlosti letu  $V_L$ .

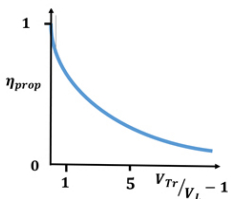
$$\dot{m}_v = \frac{F_T}{V_{Tr} - V_L}$$

Pohon letadel o nízké energetické náročnosti je tedy jediné možný pohonnými jednotkami s nízkým urychlením vzduchu protékajícím propulsním systémem. Tuto skutečnost vyjadřuje propulsní účinnost pohonu, která je dána jako poměr užitečného transportního výkonu pohonné jednotky, rovného výkonu letadla při ustálené vodorovné rychlosti letu a potřebného výkonu propulsního systému pohonné jednotky. Transportní, neboli též tahový výkon rovný výkonu letadla je daný součinem potřebného tahu a rychlosti letu, neboli také jako součin aerodynamického odporu letadla a rychlosti letu

$$N_T = F_T \cdot V_L$$

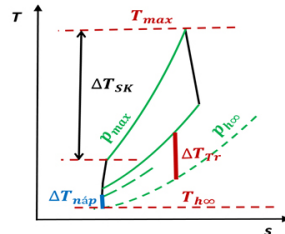
Propulsní účinnost je při zanedbání hmotnostního průtoku paliva funkcí poměru výstupní rychlosti hnacích plynů (vzduchu)  $V_{Tr}$  a rychlosti letu  $V_L$ .

$$\eta_{prop} = \frac{N_T}{N_M} = \frac{2}{1 + \frac{V_{Tr}}{V_L}}$$



Produkce mechanického výkonu motoru turbínové pohonné jednotky pro zajištění potřebného tahu propulsní soustavy pro pohon letadla je založena na transformaci tepelné energie uvolněné v pracovním prostoru motoru spálením paliva na energii mechanickou. To je v turbínových pohonných jednotkách letadel realizováno kontinuálním tepelným oběhem sestávajícím z adiabatické komprese vzduchu v lopatkovém kompresoru, isobarického při-

vodu tepla ve spalovací komoře a adiabatické expanze hnacích plynů v turbíně pohánějící kompresor a další expanze hnacích plynů v hnací trysce propulsního systému. Vzduch do pohonné jednotky vstupuje vstupním hrdlem rychlostí letu a má vzhledem k pohonné jednotce celkový stav daný jako součet statického stavu příslušného atmosférickému stavu vzduchu v dané výšce a náporového, dynamického, zvýšení tlaku a teploty odpovídající rychlosti letu. Schematicky je tepelný oběh turbínového motoru pro případ shora uvedeného dvouproudové pohonné jednotky popsán jako posloupnost termodynamických parametrů vzduchu při průtoku pohonnou jednotkou v diagramu teplota – entropie. Pro výkonové parametry pohonné jednotky jsou zásadní maximální a minimální hodnoty tlaků a teplot a také rozdíly teplot vyjadřující jednak přívod tepla ve spalovací komoře  $\Delta T_{SK}$  a práci hnací trysky  $\Delta T_{Tr}$  a náporovou práci vstupního hrdla  $\Delta T_{náp}$ .



Detailní analýzou energetických transformací v reálných turbínových motorech s respektováním ztrát a termo fyzikálních vlastností vzduchu a spalín lze stanovit základní vlastnosti pohonných jednotek konkrétní konstrukce jako funkce základních návrhových parametrů, kterými jsou celkový tlakový poměr a celkový teplotní poměr tepelného oběhu.

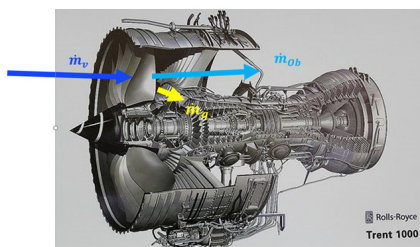
Vysoký měrný mechanický výkon turbínového proudového motoru je produkován formou vysoké měrné kinetické energie hnacích plynů. Pro využití proudového motoru pro pohon dopravních letadel s vysokými podzvukovými cestovními rychlostmi je ale z hlediska propulsní účinnosti nevhodný. Pro zajištění vysoké propulsní účinnosti pohonné jednotky je turbínový motor produkující vysoký mechanický výkon o vysoké tepelné účinnosti



doplňen dalším transformačním konstrukčním prvkem a tím je tak zvaný paralelní pohonný systém sestávající z ventilátoru o relativně malém tlakovém poměru, kterým protéká veliké množství vzduchu a který expanduje do atmosféry mnohem nižší rychlostí, než je tomu u vlastního proudového motoru. Ventilátor je poháněn samostatnou turbínou, kterou protékají hnací plyny vystupující z proudového motoru. Vzhledem k tomu, že turbína pohánějící ventilátor je spojena pevně s ventilátorem, je třeba zajistit pohon při provozních otáčkách ventilátoru, které jsou výrazně nižší, než otáčky proudového motoru. Z tohoto důvodu musí mít nízkotlaká turbína pohánějící ventilátor mnohem větší počet stupňů než turbína vysokotlaká pohánějící vysokotlaký kompresor proudového motoru.

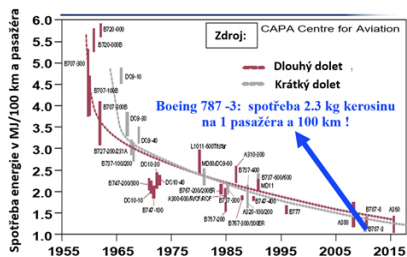
Současné dvouproudové pohonné jednotky dopravních letadel se vyznačují stále rostoucími hodnotami obtokového poměru, vyjádřenými jako poměr množství vzduchu, který obtéká vlastní proudový motor  $\dot{m}_{Ob}$  a množství vzduchu, které vtéká do proudového motoru, neboli generátoru energetických hnacích plynů,  $\dot{m}_g$  a účastní se transformace chemické energie paliva na užitečný termodynamický výkon hnacích plynů dále transformovaný na mechanický výkon v nízkotlaké volné turbíně pohánějící ventilátor.

$$\mu_{Ob} = \frac{\dot{m}_{Ob}}{\dot{m}_g}$$



Z hlediska konstrukčního provedení mohou být dvouproudové pohonné jednotky realizovány buď s míšením proudů hnacích plynů a vzduchu před hnací tryskou, nebo s oddělenými hnacími tryskami, tedy se separovanými proudy. Konstrukční architektura je závislá na konkrétním použití pohonné jednotky pro

pohon letadla a jeho cestovní rychlosti a z ní vyplývající optimální velikosti obtokového poměru. Při nižších hodnotách obtokových poměrů se s výhodou uplatňuje konstrukční koncepce s míšením proudů před hnací tryskou, což umožňuje zvýšení celkové účinnosti pohonu, snížení hluku a teploty hnacích plynů ve výstupu z hnací trysky. V případě vysokých obtokových poměrů dochází ke zmenšení rozdílu výstupních rychlostí vzduchu z obtokové trysky a výstupních rychlostí hnacích plynů ze spalinové trysky a tím i zmenšení přínosu směšování z hlediska hluku a energetické účinnosti a dvouproudové pohonné jednotky jsou koncipovány se separovanými proudy.



Vývoj pohonu dopravních letadel Boeing je dokumentován snižováním potřebné energie pro pohon letadel vztažený pro dopravu jednoho pasažéra na vzdálenost 100 kilometrů a to od zavedení proudových motorů v 60 letech minulého století. V současnosti je dosažováno měrné spotřeby paliva až k hodnotám  $c_s \rightarrow 2 \text{ kg} / 100 \text{ pasažérů} / \text{km}$ , tedy jedné pětiny spotřeby v počátcích proudových dopravních letadel



Růst obtokového poměru má jistá omezení z hlediska růstu velikosti pohonných jednotek a z toho vyplývajících problémů při jejich instalaci na letadle. Například na letadle Boeing B 777 jsou použity dvě pohonné jednotky General Electric 90, dosud nejvýkonnější pohonné jednotky na světě o maximálním tahu  $F_T=514kN$ , tedy 50 tun, s celkovým tlakovým poměrem  $\pi_{cmax}=42$  a hodnotou obtokového poměru  $\mu_{Ob}=9$ . Průměr ventilátoru je impozantní:  $D_{vent}=3,3 m$ ! Maximální výkon motoru na hladině moře je  $N=90 MW$  a hmotnost  $M=8700 kg$ .

Pro další období 10 až 20 let lze předpokládat další zvyšování výkonových parametrů klasických turbínových dvouproudových motorů při dalším zvyšování celkového tlakového poměru až na hodnoty  $\pi_{cmax} \rightarrow 60$  a maximálního teplotního poměru při letu ve výšce  $T_{max} \rightarrow 8$ , což představuje provozní teploty hnacích plynů na vstupu do prvního stupně vysokotlaké turbíny až 1500°C.

Podle předpokladů by mohla tepelná účinnost motoru vzrůst až k hodnotě  $\eta_t \rightarrow 0.6$ . Při současném zvýšení obtokového poměru  $\mu_{Ob} \rightarrow 14$  až 16 se zvýší dále propulsní účinnost k hodnotě  $\eta_{prop} \rightarrow 0.85$  až 0.88.

Z hlediska palivové hospodárnosti pohonu je zásadním ukazatelem celková účinnost transformace toku chemické energie paliva na užitečný tahový výkon, která je dána vztahem

$$\eta_c = \eta_{spal} \cdot \eta_t \cdot \eta_{mech} \cdot \eta_{prop}$$

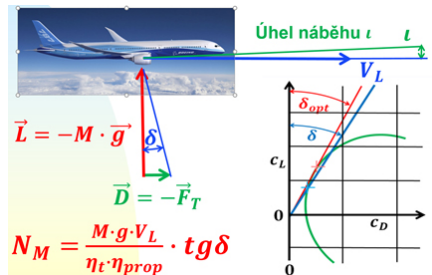
Při vysokých spalovacích účinnostech spalování paliva v nových nízko emisních spalovacích komorách se spalovací  $\eta_{spal}$  účinností blíží 100%. Mechanická účinnost  $\eta_{mech}$  zahrnuje mechanické ztráty při běhu motoru, ventilační ztráty rotujících disků kompresoru a turbíny, ztráty v ložiskách, ztráty úniky vzduchu v ucpávkách včetně odváděného vzduchu z kompresoru pro chlazení vnitřního prostoru konstrukce motoru a také zejména odběry mechanického výkonu z rotorů motoru jednak pro pohon přístrojů, ale také v současné době zvyšujícím se odběrem elektrické energie generátorů pro účely letadla a jeho řízení.

Palivová hospodárnost letadel je výsledkem společného působení pohonných jednotek

a letadel jako celku. Při realizaci konstrukčních opatření v návrzích pohonných jednotek, vedoucích ke zvýšení celkové účinnosti dochází při extrapolaci současné konstrukční architektury pohonných jednotek a jejich instalaci v současných konstrukčních konceptech dopravních letadel k růstu celkové hmotnosti letadla a ke zhoršení jeho aerodynamické účinnosti. Zlepšení pohonu vede tedy na druhé straně ke zhoršení provozních charakteristik letadla.

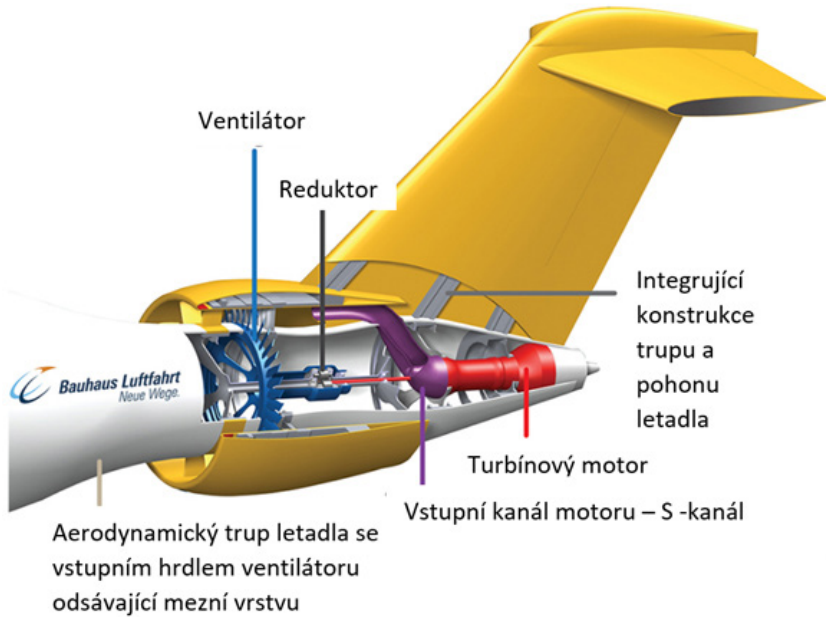
Pro dosažení výsledného cíle vývoje pohonu letadel je tedy vedle zlepšování vlastností pohonných jednotek nezbytně nutné současně usilovat o zlepšování provozních vlastností letadel. Ty jsou dány aerodynamickou účinností a hmotností.

Aerodynamická účinnost je vyjádřena jako poměr vztlaku a odporu při obtékání letadla vzduchem, tedy aerodynamickou polárou, kde je nejvyšší hodnota aerodynamické účinnosti dosahována v bodě poláry daném největší hodnotou poměru vztlaku k odporu.



Potřebný výkon propulsního systému pohonné jednotky letadla je přímo úměrný hmotnosti letadla  $M$ , rychlosti letu  $V$  a aerodynamické účinnosti letadla vyjádřené velikostí tangenty úhlu virtuálního klouzání, která je dána poměrem odporu a vztlaku  $tg\delta = D/L = c_D/c_L$  a nepřímo úměrný součinu tepelné a propulsní účinnosti  $\eta_t \cdot \eta_{prop}$ .

V dalším výhledu vývoje pohonu letadel již nebude možné extrapolovat oddělený vývoj pohonných jednotek letadel a vlastních letadel, nýbrž bude nezbytné navrhovat pohon letadel jako integrální součást letadla.



Cílem vývoje pohonu dopravních letadel je dosáhnout v roce 2050 absolutního množství emisí oxidu uhličitého provozem civilního letectví v zemích Evropské unie stejného jako v roce 2000. Dosažení tak ambiciózního cíle není možné klasickými dopravními letadly a klasickými pohonnými jednotkami. Studují se proto inovativní konstrukce letadel integrující letadlo a jeho pohon, spočívající ve sloučení trupu letadla s křídlem a začlenění velkého počtu malých pohonných jednotek v odtokové části křídla, tak zvaný rozložený propulsní systém vytvářející tak zvaný distribuovaný tah a sloužící vedle produkce potřebného tahu také k zlepšení aerodynamické účinnosti letadla odsáváním mezní vrstvy z horního povrchu křídla. Realizace tohoto revolučního konceptu je možná jedině v případě použití elektrického pohonu ventilátorů. Potřebnou elektrickou energii k pohonu je nutno opět získat v první fázi vývoje transformací chemické energie paliva v turbínovém motoru. Vizí konečného vývoje pohonu letadel je čistý elektrický pohon

založený na akumulaci elektrické energie v nových elektrických akumulátorech s vysokou hustotou akumulované elektrické energie. Vzhledem k současnému stavu hustoty akumulované elektrické energie v lithium-iontových akumulátorech dosahujícím hustoty energie  $e=0.9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , tedy 2% výhřevnosti leteckého petroleje. Přechod na elektrický pohon letadel není v současné době možný a budoucí aplikace jsou tedy podmíněny výrazným pokrokem ve vývoji elektrických akumulátorů.

Výhodou elektrického pohonu v porovnání s klasickým pohonem turbínovými motory je vysoká účinnost transformace elektrické energie na mechanickou v elektrických motorech, nezávislost výkonu elektromotoru na výšce, teplotě a tlaku vzduchu a odstranění rizika námrazy.

Současné vývojové elektromotory a elektrické generátory v NASA dosahují maximálního výkonu  $N=2 \text{ MW}$  při hmotnosti  $M=150 \text{ kg}$ , tedy měrného výkonu  $(N/M)_{el} \approx 13$ . Současný

nejvýkonnější dvouproudový motor General Electric GE90 dosahuje měrného výkonu  $(N/M)_{GE90} \approx 10$ .

Vize vývoje pohonu letadel do roku 2050 vychází z politického programu Evropské unie publikovaného v dokumentu Roadmap 2050 – vyjadřující základní cíl dosažení vysoké prosperity unie založené na ekonomice s nízkými emisemi skleníkových plynů a škodlivých látek a specifikace ve všech oblastech průmyslu a dopravy. V oblasti letectví je tento cíl specifikován v dokumentu „Flightpath 2050 Europe’s Vision for Aviation“, vypracovaném skupinou špičkových odborníků z evropského leteckého průmyslu a výzkumu - Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE). Podobný dokument pokud jde o vizi dalšího vývoje pohonu letadel je publikován Americkým národním úřadem pro letectví a astronautiku NASA.

V obou dokumentech jsou vytyčeny dílčí mezníky vývoje a realizace letadel a jejich pohonných jednotek, kterých je třeba dosáhnout pro splnění konečného cíle v roce 2050, kterým by měl být hybridní pohon, sestávající ze soustavy elektricky poháněných ventilátorů, akumulátorů elektrické energie a turbogenerátorů elektrické energie pro potřeby zvýšeného výkonu při vzletu a doplňování akumulované elektrické energie.

V nejbližší době bude vývoj pohonných jednotek zaměřen na zvyšování výkonových parametrů turbínových motorů a propulsních systémů dvouproudových a propfanových pohonných jednotek zvyšováním jejich vnitřní i vnější aero-termodynamické účinnosti, zvyšováním tlakových poměrů a teplot hnacích plynů, zavedením účinného chlazení žárových částí, nových materiálů, realizací mezi chlazení vzduchu při jeho kompresi, využitím 3-D tisku při výrobě nových tvarově složitých konstrukčních komponent motorů. Lze předpokládat, že stávající a postupně inovované pohonné jednotky a dopravní letadla klasické koncepce budou ještě dvacet až třicet let v provozu. V závislosti na pokroku ve vývoji elektrických akumulátorů lze očekávat postupné aplikace hybridního pohonu nejprve letadel na kratší tratě

a malých letadel v horizontu 20 až 30 let. Souběžně lze očekávat také aplikace využití vodíku a metanu jako alternativních paliv a vývoj nových syntetických uhlovodíkových paliv z obnovitelných energetických zdrojů. V případě použití kapalného vodíku v hybridním pohonu letadel se současně uvažuje o realizaci supravodivého elektrického propojení elektrických generátorů s elektromotory systému distribuovaných pohonných jednotek a s elektrickými akumulátory. Výrazného snížení spotřeby paliv při pohonu letadel lze do budoucna dosáhnout jedině aplikací nové konstrukční architektury letadel integrující trup letadla s jeho pohonem a dalším použitím kompozitních vysoce pevných vláknových konstrukčních materiálů.

Souběžně s novými konstrukčními koncepty dopravních letadel na střední a dlouhé tratě a jejich pohonných systémů lze očekávat i vývoj letadel na krátké tratě a malých letadel s propulsními systémy zajišťujícími kolmý start a přistání, včetně plně autonomních malých letadel pro individuální dopravu cestujících a nákladů.





## Konference Turbostroje 2017 – Současné trendy při návrhu, výpočtu a zkoušení turbostrojů

*Ing. Výclav Cyrus, DrSc.*

Howden ČKD Compressors s.r.o., Techsoft-Engineering s.r.o. a Asociace strojních inženýrů uspořádali ve dnech 19. – 21.9. 2017 konferenci s názvem „Turbostroje 2017 - Současné trendy při návrhu, výpočtu a zkoušení turbostrojů“. Byla zorganizována v prostorách podniku Howden, ČKD Compressors s.r.o. v Praze 9. Jednalo se již o pátou akci, jež navazuje na konferenci organizované v Praze v letech 2009, 2011, 2013 a 2015.

Ve dvou dnech bylo v zasedacím sále prezentováno 22 referátů. Jednání sledovalo 80 odborníků prakticky ze všech podniků a institucí zabývajících se výzkumem, vývojem a výrobou lopatkových strojů v České republice.

V úvodním dnu konference bylo předneseno v plenárním zasedání 10 vyzvaných přednášek, které se soustředily na následující širší témata:

- historie a současnost výroby kompresorů ve firmě Howden ČKD - U. Frickmann, ředitel firmy Compressors
- současný stav znalostí v oboru numerických simulací proudu v lopatkových strojích – M. Kainz, ANSYS Germany
- vírové struktury v průtočných částech strojů – P. Šafařík, ČVUT
- zobrazení vírových struktur v proudových polích spočtených programy CFD: ANSYS v různých aplikacích - A. Tuček, Techsoft a P. Šafařík, ČVUT
- princip a matematické základy metody konečných prvků – 75 let metody konečných prvků, P. Sváček, ČVUT v Praze
- návrh čerpadlové turbíny s pomocí diferenciální geometrie, optimalizačních metoda CFD, F. Pochylý a kol., VUT Brno
- měření rychlých změn proudu za rotorem turbostroje – J. Lepičovský
- návrh statorových lopatek reverzního osového ventilátoru pro větrání – V. Cyrus a kol., AHT Energetika

- měření turbulence v turbokompresoru PBS
- V. Uruba, O. Tomek a kol., AVČR a PBS Turbo, Velká Bíteš
- možnosti laserového spékání kovů při výrobě oběžných kol, J. Hudec, Misan.

Druhý den konference byl věnován především oboru parních turbín a turbokompresorů.

Pracovníci závodu Howden CKD Compressors ukázali ve svých přednáškách některé výsledky v následujících oblastech vývoje:

- experimentální ověření nových odstředivých kompresorových stupňů na zkušební trati vybudované na zkušební ZČU v Plzni – R. Matas a kol.
- vývoj převodových radiálních turbokompresorů – O. Zítka
- filozofie návrhu radiálního kompresoru stupeň po stupni – J. Oldřich
- technologie výroby oběžných kol radiálních turbokompresorů- M. Lamřich.

Výsledky teoretického a experimentálního výzkumu práce odstředivého kompresoru s bezlopatkovým difuzorem a difuzorem s nízkou hustotou lopatek byly uvedeny v příspěvku kolektivu pracovníků firem PBS Velká Bíteš a L.K. Brno.

Velmi kvalitní referáty byly zpracovány pracovníky společnosti Doosan Škoda Power s.r.o. v oboru parních turbín. Byly zaměřeny na:

- odsávání parovodní směsi z rozváděcích lopatek posledních stupňů parních turbín – M. Hoznědl a kol.
- experimentální výzkum vlivu vybraných vnitřních prvků a úprav výstupního tělesa NT části parní turbíny na součinitel zvýšení tlaku – L. Mrózek a kol.
- rezonanční kmitání ložiskových stojanů a způsoby jejich potlačení – P. Černý
- vyhodnocení ztrát ve válcové lopatkové mříži pomocí produkce entropie – G. Jun a kol.



Firma Ekol Brno s.r.o. seznámila účastníky konference s inovací posledních stupňů unifikačních parních turbín o výkonu 5-35 MW v přednášce autorů M. Saňka a P. Lošáka.

V závěru konference byly firmou Techsoft ukázány programové produkty firmy ANSYS pro řízení větrných elektráren a pro obrábění při aplikaci různých nástrojů.

Ke každé přednášce proběhla bohatá diskuse. Součástí akce byla dvě večerní setkání ve dnech 19.9. a 20.9. v zahradě uvnitř bloku na Pankráci a v restauraci U Hubatků ve Vysočanech. Zde bylo možné navázat užitečné osobní kontakty. Je třeba velmi hodnotit, že na konferenci přednesla své příspěvky řada mladých odborníků.

Také byla zorganizována exkurze do výrobních prostor závodu. Její účastníci byli seznámeni s výrobou šroubových a radiálních kompresorů.

V závěrečné panelové diskusi všichni řečníci ocenili celou akci a její přínos ve stavbě lopatkových strojů. Konference byla vzorně uspořádána firmou Techsoft.

Akce byla sponzorována firmami – Howden ČKD Compressors s.r.o., Misan s.r.o. a Techsoft s.r.o. Referáty byly publikovány ve sborníku a na CD. Předpokládá se, že další konference zaměřená na turbostroje proběhne opět v Praze za dva roky, t. j. v roce 2019.

## Vědci, vynálezci a podnikatelé v českých zemích

*Ing. Rudolf Dvořák, DrSc.*

V našich knihkupectvích se v roce 2016 objevil první svazek nové knižnice Vědci, vynálezci a podnikatelé v českých zemích, a v krátkém časovém sledu byly do konce roku 2017 vydány další tři svazky. Jsou v nich zpracovány poutavou formou životní osudy 22 osobností, které se výsledky své vědecké, technické, či podnikatelské práce prosadily nejen u nás, ale i ve světě. Hlavním posláním této knižnice je poskytnout zejména mladým čtenářům – zájemcům o vědecké bádání, o studium technických a přírodovědních oborů a o podnikání – zajímavou, přístupnou a nenásilnou formou vhodné příklady a vzory. V jednotlivých státech je však rovněž zpracováno a uloženo množství cenného historického materiálu z dějin vědy a techniky v českých zemích.

První svazek je věnován šesti významným osobnostem z různých vědních oblastí. První z nich je Jan Marek Marků (595-1667). Ač vystudovaný lékař, rozsah jeho vědecké práce je obdivuhodný - vedle medicíny se zabýval takřka všemi tehdy aktuálními vědeckými obory. Řešil problém kvadratury kruhu, v optice zkoumal podmínky rozkladu a ohybu světla, v mechanice ráz pružných koulí a přispěl k vytváření pojmů hybnost, kinetická energie a síla. Josef Ressel (1793-1857), úspěšný lesník a znalec dřeva, vstoupil do dějin jako

vynálezce lodního šroubu (1827). Jeho vynálezů je ale mnohem více, např. pneumatická listovní pošta, kuličkové ložisko, regenerační parní stroj, perkusní granát a další. Jan Perner (1815-1857) byl úspěšným stavitelem železnic. Pod jeho vedením byla vyprojektována a postavena např. trať z Olomouce do Prahy a Drážďan, která od roku 1842 slouží dodnes. Václav Prokop Diviš (1698-1765), katolický kněz a doktor teologie, je znám především jako vynálezce uzemněného bleskosvodu. Využíval též statickou elektřinu pro léčebné účely, zejména pro léčení různých forem ochrnutí, revmatismu a svalových křečů. Svazek uzavírá stať o bratřích Veverkových (1796, resp. 1799-1849), vynálezci chladidla, kteří dali nezištně svůj vynález ostatním lidem, aniž by dbali o svoji slávu a zisk.

Druhý svazek je věnován otcům našeho průmyslu. Emil Škoda (1839-1900), byl zakladatelem plzeňské škodovky, která byla, m.j., na přelomu devatenáctého a dvacátého století jedním z největších výrobců zbraní v Evropě. František Křižík (1847-1941) byl průkopníkem všestranného využití elektrické energie a zakladatel pražského elektrotechnického průmyslu. Emil Kolben (1862-1943), vynikající elektrotechnik a zakladatel podniku, z něhož se vyvinul pozdější strojírenský kon-



cern ČKD Praha. Václav Klement (1868-1938) byl zakladatelem našeho automobilového průmyslu. Tuto skupinu doplňuje legenda českého podnikatelství, Tomáš Baťa (1876-1932).

Třetí svazek je věnován významným českým vědcům, badatelům a vynálezčům. Popisuje život a dílo Antonína Holého (1936-2012), který výrazně přispěl k boji proti závažným onemocněním včetně AIDS, nebo Václava Dolejška (1895-1945), experimentálního fyzika, který sezabýval rentgenovou spektroskopii a dokázal propojit vědecký a průmyslový výzkum. Založil ústav pro fyzikální výzkum Škodových závodů, z něhož po válce vznikl Ústav technické fyziky ČSAV. Antonín Svoboda (1907-1980), konstruktér protiletadlových zaměřovačů byl i autorem prvních československých samočinných počítačů. Vladimír Svátý (1919-1986) byl vynálezcem tryskových tkacích stavů, Otto Wichterle (1913-1998) význačný odborník v makromolekulární chemii se proslavil zejména měkkými kontaktními očními čočkami, krátce byl i předsedou Českosloveské akademie věd. Jaroslav Heyrovský (1890-1967) český fyzikální chemik, objevitel a zakladatel polarografie a nositel Nobelovy ceny za chemii z roku 1959.

Čtvrtý svazek je věnován třem světově proslulým vědcům Christianu Dopplerovi (1803-1853), Ernstu Machovi (1838-1916), Gregoru Johannu Mendelovi (1822-1884), třem významným podnikatelům bratřím Karlovi a Richardovi Ježků (1851, resp. 1860 – 1919, resp. 1948), Erichu Roučkovi (1888-1986) a jednomu konstruktéru vodních turbín Viktoru Kaplanovi (1876-1934). Doppler byl Rakušan, který v Praze a na Slovensku pobýval jen krátce. Do historie však vstoupil svojí hypotézou, že zbarvení hvězd může být způsobeno jejich pohybem. Tento jev je dnes znám jako Dopplerův efekt (při pohybu zdroje vlnění od pozorovatele se pozorovaná frekvence snižuje, tj. v případě světla dochází k posunu k červené). Důkaz podal až Ernst Mach, který byl 28 let profesorem experimentální fyziky na pražské univerzitě. Ten se zde zabýval mimo jiné vizualizací nadzvukového proudění a byl prvním, komu se podařilo vyfotografovat a popsat rázové vlny při nadzvukovém obtékání těles. Mendel byl řeholníkem řádu augustiniánů, meteorologem a především však přírodo-

vědcem, od něhož pochází základy genetiky, biologické vědy, která se zabývá dědičností a proměnlivostí organizmů. Rodina Ježků z Blanska zde vybudovala strojírenský závod na výrobu různých, především hospodářských strojů, zatím co Erich Roučka vybudoval také továrnu na výrobu elektrických měřicích přístrojů, která se stala předchůdcem firmy METRA Blansko. Jeho bohatá vynálezecká činnost ale zahrnoval i přístroje pro lékařský výzkum. Viktor Kaplan se proslavil svým vynálezem nového typu přetlakové axiální vodní turbíny s dobrou možností regulace.

V přípravě je už i pátý svazek, který se bude věnovat třem významným technikům, Františku Josefu Gerstnerovi, Josefu Božkovi a Josefu Hlávkoví, a vědcům Bernardu Bolzanovi a Janu Evangelistovi Purkyněmu.

Jak vyplývá z názvu knižnice, jedná se o osobnosti spjaté buď svým původem, nebo převážnou činností s českými zeměmi. Osobnosti, které proslavili genia loci těchto zemí a dali nám vzor vhodný následování. V tom je hlavní cena této knižnice. Inspirátorem a předsedou její ediční rady je doc.ing. Ladislav Maixner, CSc. a vydavatelem je nakladatelství JONATHAN LIVINGSTON, s.r.o., Praha.

Pozn. redakce: První informace o knižnici je v článku doc. B. Lacka v č. 68, str. 16



# 180 let pražského průmyslového školství 1837 – 2017

Ing. Miloš Žika

Střední průmyslová škola strojnická - SPŠS, škola Hlavního města Prahy Betlémská 287/4, Praha 1 – Staré Město vznikla v roce 1837 jako první česká průmyslová škola. Řadí se mezi nejmoderněji vybavené průmyslové školy nejen v Praze. Dobrou pověst a velkou tradici ocenilo i Hlavní město Praha, které je od roku 1990 zřizovatelem školy.

Budova školy je v centru města s výhodným dopravním spojením. Vedle moderně vybavených učeben výpočetní techniky, učeben pro výuku programování CNC strojů, pro výuku CAD/CAM, automatizace, techniky administrativy a dílen s produkčními CNC stroji má i řadu laboratoří, učebny 3D, jazyků, knihovnu, posilovnu, tělocvičny a velmi kvalitní školní jídelnu. Dílny: truhlářskou, kovárnu, frézárnu, soustružnu, ... ákladním studijním oborem je čtyřleté denní studium oboru Strojní inženýrství. Nově ve škole funguje lyceum, vyučují se informační technologie a mechatronika. Škola dále nabízí výuku angličtiny a němčiny, nepovinnou výuku „anglické konverzace“ s rodilým mluvčím, absolvování autoškoly přímo v budově školy, lyžařské a turistické kurzy. Žáci mají možnost navštěvovat četné kroužky. Absolventi se úspěšně uplatňují v řadě oborů průmyslu, v podnikání a řada z nich úspěšně pokračuje ve studiu převážně na technických vysokých školách.

Ale v roce 2012 měla škola pouze 150 žáků a bylo jednání i o jejím zrušení. Nemaleým úsilím nového vedení školy studuje v letošním roce již 400 žáků v 18 třídách a příští rok to bude 450 žáků. (Pro zajímavost: v roce 1842, kdy Praha měla 146 418 obyvatel, navštěvovalo tuto školu již 800 mistrů a tovaryšů).

V prvních desetiletích existence školy – např. v roce 1863 navštěvovalo školu 762 žáků v průměru 3-4 vyučovací hodiny týdně. Učitelství byl složen z vynikajících odborníků, hlavně z řad profesorů techniky a středoškolských učitelů. V čele školy působil i významný přírodově-

dec světového jména Jan Evangelista Purkyně, profesor Karlovy univerzity a jedna z nejvýraznějších osobností českého národního obrození. V době, kdy se stal ředitelem, dosáhl 70 let věku. Pro rozvoj odborného školství měly zásadní význam učebnice, které v mateřském jazyce seznamovaly žáky přístupným způsobem s nejnovějšími poznatky vědy a techniky. Tehdejší tvůrci učebnic spoluvytvářeli českou odbornou terminologii. Za Purkyňova vedení vydávali učitelé školy sbírku „učebních“ knih pod názvem „Průmyslová škola“. Knihovnu a vybavení kabinetů a dílen pomáhali svými dary doplňovat majitelé továren a živností, učitelé a profesori středních a vysokých škol. Vojta Náprstek daroval modely pro kreslení, Dormitzler dvoukolový parní stroj za 300 zl., Daněk egalizační soustruh za 900 zl., Ringhofer všechny transmise atd. Roku 1882 byla škola po dlouhých průtazích převzata do státní správy a stala se postupně školou jen s českým vyučovacím jazykem. Do čela zůstávané školy byl postaven profesor a určitou dobu i rektor české techniky Ing. Jan Tille (1833-1898).

Roku 1889 je postavena nynější budova v Betlémské ulici a roku 1890 dokončeno její vnitřní vybavení. Betlémská škola byla dlouho jedinou školou toho druhu. Teprve v roce 1885 byla otevřena česká průmyslová škola v Brně a téhož roku vzniká česká průmyslová škola v Plzni.

Betlémská škola se aktivně účastnila veřejného dění jako propagátor českého národního průmyslového školství. R. 1891 měla vlastní expozice na jubilejní výstavě a r. 1895 i na výstavě národopisné. *28.9.1891 navštívil (při návštěvě všeobecné zemské výstavy v hlavním městě Světoho království Českého) c.k. státní průmyslovou školu v Praze Jeho Císařské a Královské Apoštolské Veličenstvo František Josef a školu vyznamenal.*

Struktura první pražské průmyslové školy se mnohokrát měnila. R. 1896 bylo zavedeno

povinné dílenské vyučování. R. 1898 bylo zřízeno oddělení chemické a r. 1903 oddělení elektrotechnické. Přestože docházelo k vytváření dalších českých průmyslových škol, zachovala si pražská průmyslovka charakter školy celonárodní.

Chod školy vážněji narušila první světová válka. Nejvýraznější dopad měly odchody mladých členů sboru na frontu. Škola se musela zapojit do technické výchovy válečných invalidů (do konce války školou prošlo 680 invalidů). Během války se rozvoj školy zpomalil. Někteří z odvedených žáků se zúčastnili protirakouského odboje. Brzy po ukončení války se mnozí narukovaní žáci na školu vrátili a bylo jim umožněno ve studiu pokračovat.

V roce 1920 byla pod tlakem průmyslové praxe uskutečněna reforma průmyslových škol. Ihned po vzniku republiky začal počet žáků vzrůstat. Ve školním roce 1919-1920 navštěvovalo školu ve všech odděleních 1533 žáků, ve škol. roce 1923-1924 již 2033 žáků a nejvíce 2980 žáků ve škol. roce 1928-1929. Ve školním roce 1928-29 na škole působilo 51 profesorů, 7 dílenských učitelů, 4 asistenti a 15 výpomocných učitelů, tříčlenný kancelářský personál a 8 školníků. V celostátním měřítku význačnou pedagogickou a organizačtorskou osobností byl ředitel školy z let 1922-1935 Ing. Arnošt Rosa. Za jeho éry dosáhla škola největšího rozmachu. K jeho počtě a pod jeho jménem vyšla v roce 1937 publikace pod názvem „*Vznik a vývoj pražské průmyslové školy*“. K šedesátinám A. Rosy vyšel slavnostní sborník obsahující vzpomínky současníků na jeho mnohotvárnou činnost. Prakticky žádná střední škola, a tím méně průmyslová, nemá tak podrobně zdokumentovanou svoji historii. Z dosavadní První průmyslové školy, která měla tři studijní větve, a to strojírenskou, stavební a chemickou, bylo vyčleněno stavební oddělení, jež se stalo jádrem samostatné průmyslové školy stavební s vlastní budovou v Praze 5 a chemické oddělení s dvouletou drogistickou školou jako samostatná škola chemická. Tato zpočátku zůstala ve školní budově v Betlémské ulici a teprve v r. 1953 přesídlila do vlastní budovy v Křemencově ulici. Prostory, které se vyčleněním

těchto studijních oborů v historické budově uvolnily, umožnily provedení rozsáhlé modernizace strojních dílen a celé výuky.

Za druhé světové války a v květnové revoluci zahynulo několik žáků a učitelů. Po válce se změnila i základní struktura průmyslové školy.

V prvních letech po 2. světové válce byl o studium na průmyslových školách mimořádný zájem, a proto se otevíralo až šest tříd. Ve šk. roce 1951/52 bylo otevřeno studium při zaměstnání. Koncem šedesátých let došlo k výrazné modernizaci zařízení školy. Bylo zavedeno ústřední vytápění budovy a zřízena školní jídelna.

Politické změny v roce 1989 výrazně ovlivnily další vývoj školy. Škola se otevřela kontaktům se zahraničím, byly zahájeny výměnné pobyty žáků a učitelů škol v SRN a Dánsku. Školu navštívil při svém pobytu v Praze dánský ministr školství. Výuka technických předmětů byla modernizována. Od r. 1990 byla škola, jako jediná průmyslovka, zařazena do sítě městských škol. Od roku 1994 je na škole studium strojírenství organizováno ve dvou specializacích: zaměření počítačové CAD/CAM a zaměření ekonomické.

V následném období probíhala postupná modernizace školy. R. 1995 byly učebny automatizace vybaveny výukovými elektro-pneumatickými systémy FESTO, v r. 1996 byla slavnostně otevřena učebna CNC a nově vybaveny laboratoře KOM. Pro potřeby výuky byly rovněž zakoupeny dva produkční obráběcí CNC stroje. Škola se také rychle připojila do sítě Internetu a zahájila spolupráci s předními společnostmi z oblastí informačních technologií (Autodesk, Hewlett-Packard, Microsoft, Intergraph). V roce 1999 byla škola zařazena do sítě škol s titulem Autodesk Academia. Její studenti tak mohli získat stejnojmenný certifikát znalostí platný na území ČR. Od roku 2006 byla pak možnost certifikace rozšířena na mezinárodní platnost.

V roce 2002 díky poučení z minulého století vody roku 1890 byla budova včas zajištěna tak, že se spodní voda kanalizací do budovy vůbec nedostala a škody byly minimální.

V roce 2004 bylo renovováno 6 učeben ICT technologií, včetně HW vybavení. Byla zřízena též centrální počítačová síť v budově školy a bylo otevřeno Testovací centrum MCAE technologií. Současně bylo zkvalitňováno zázemí školy. Škola se trvale účastní veřejných středoškolských a odborných aktivit, konferencí, veletrhů, výstav a soutěží, v nichž dosahuje velmi dobrých výsledků. Od r. 2005 byla škola zařazena v souvislosti s celostátní reformou do krajské sítě škol.

V období 180. výročí své existence se nejstarší česká průmyslovka stále vyvíjí a úspěšně reflektuje měnící se potřeby doby. Avšak stejně jako v předminulém a minulém století i dnes slouží těmto cílům: poskytovat svým žákům kvalitní technické vzdělání a odbornou přípravu, jako základ jejich profesní dráhy. V současnosti vede od roku 2012 školu pan ředitel Ing. Miroslav Žilka, CSc.

Oslava 180 let SPŠS proběhla 9. 11. 2017 v Betlémské kapli. Zúčastnili se: ředitel, žáci a učitelé školy, za Ministerstvo školství p. Stará, za magistrát Hl.m. Prahy p. Ropková - radní MHMP pro školství a p. Němcová-ředitelka odboru školství, rektor ČVUT Prof. Ing. Konvalinka, představitelé firmy ABB, LINET, SIPRAL, ze Slovenska spolupracující střední školy z Tlmač, Kubelíkovo kvarteto a jiní. Po Oslavě si účastníci prohlédli celou školu.

...a závěrem něco z dob mého studia v BETLÉMSKÉ v letech 1949 - 1953: Na škole byla vedle čtyřleté výuky, zakončené maturitou i dvouletá škola, nazývaná „mistrák“, ze které bylo možno později pokračovat na tzv. „nástavbě“ a získat maturitu. Přijetí vyžadovalo úspěšný přijímací pohovor. V rozhodnutí o přijetí stálo: „Vaše přijetí je zatím, do konce 1. pololetí bude rozhodnuto o trvalém přijetí. Poznání se do té doby, že jste ke studiu neschopen, budete propuštěni“. Většina kantorů byli inženýři nebo doktoři staršího věku. Ve škole byla ještě chemická průmyslovka, často to bylo i po celé škole cítit. Součástí výuky byla praxe v dílnách v 1., 2. a 3. ročníku. Byla to strojovna, kovárna, svařovna, modelárna, zámečna, nástrojárna – jak se ty dílny tenkrát nazývaly. Už jen vidět je víc než slyšet či číst si o tom a kdo a kde si mohl např. zkusit co

je to kovat rozžhavené „železo“ rukama na kovářině či na bucharu nebo svařovat – a ten zážitek pro 15-letého kluka !!

Během školy jsme povinně o prázdninách absolvovali měsíční praxi v různých pražských i mimopražských strojírenských závodech. Byl to velký přínos pro žáky. I na maturitním vysvědčení bylo zapsáno kde a kolik dní student praxi absolvoval. Také exkurze do vodní elektrárny v Brně, Královopolských strojíren, 1. Brněnské, Brněnských sléváren, Pražských vodáren byly jistě přínosem. V roce 1953 maturovaly 4 třídy. V naší třídě bylo 28 žáků a při maturitě byli ve věku 19 až 23 let (ti starší byli vyučeni). Maturovalo se z češtiny, ruštiny, mechanické technologie a strojů. Náročná byla písemná konstrukční práce včetně rýsování tužkou na kladívkovém papíru formátu AO. Trvala 5 dní, celkem 40 hodin.

Děkuji panu řediteli Žilkovi za pomoc, poskytnutí informací a spolupráci při psaní tohoto článku a této škole za to, co mi dala do života a přeji jí, ať se jí vše daří jako nyní a vychovává dobré techniky – strojaře, kteří našemu hospodářství velmi chybí.

#### **Podkladové materiály:**

- webové stránky SPŠS
- o návrhu likvidace školy - noviny z 1.8.2011
- „V Betlémské průmyslovce myslí na budoucnost“ – Technický týdeník, Ing. Miroslav Žilka, CSc, \*, „V první české „průmyslovce“ si učebnice psali sami kantoři“ – článek v týdeníku 5plus2
- Diskusní příspěvek Ing. Miloše Ziky z Oslavného setkání ke 175. výročí školy v Betlémské kapli
- Brožura 180 let pražského průmyslového školství 1837 – 2017 - Ing. Miroslav Žilka, CSc, Ing. Petr Matiasovits
- “Boj o české technické mozky“ – článek Ing. Miroslava Žilky, CSc v časopise MM PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM-12.2017



*Učebna 3D*



*Učebna pro výuku programování CNC strojů*

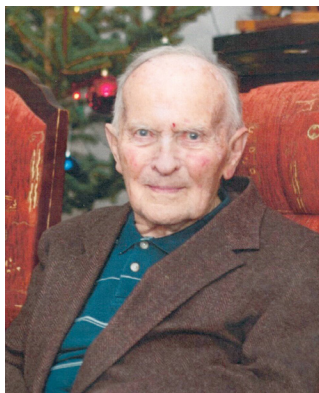


## ZPRÁVY Z ČINNOSTI A.S.I.

### Z předávání medailí Leonarda da Vinci

V roce 2017 a v 1. čtvrtletí 2018 hlavní výbor asociace předal další medaile významným strojírenským odborníkům jako ocenění jejich práce. Medaile Leonarda da Vinci je nejvyšší ocenění udělované Asociací strojních inženýrů. Zrodila se v roce 2011, při příležitosti oslav 20 let založení ASI a kdy jí 12. dubna převzalo prvních 60 strojařů a spolupracovníků. Dnes je oceněných již přes 120 a výbor spolu s kluby bude navrhovat další techniky.

V roce 2017 medaili obdržel inženýr Jaroslav Lebduška.



*Ing. Jaroslav Lebduška, foto z domova z oslav v roce 2017*

Ing. Jaroslav Lebduška, CSc. obdržel medaili doma ve svém bytě prostřednictvím svého syna ke svým krásným 100. narozeninám dne 8. srpna 2017. Byl dlouholetým pracovníkem i vedoucím ve výzkumném a zkušebním ústavu v oddělení aerodynamiky. Zasloužil se o vybudování aerodynamického tunelu, ve VZLU na Palmovce vybudoval oddělení aerodynamiky vysokých rychlostí. Z vyznamenání měl velkou radost. V letošním roce, jak informovala rodina, žije s manželkou v domě s pečovatelskou službou.

V roce 2018 do poloviny března obdrželi medaili L. da Vinci Ing. Zeithammer a pan

Fojtl. (fotografie na zadní straně)

Ing. Karel Zeithammer, CSc. je znám jako vynikající autor historie techniky v českých zemích. Pracoval v NTM v Praze, dlouhá léta předtím byl pracovníkem na katedře části strojů FS ČVUT. Pro asociaci napsal publikaci SIA - 150 let (1865-2015).

Ak. sochař Zbyněk Fojtl je autorem právě nádherné medaile Leonarda da Vinci, kterou nyní sám obdržel. Je znám jako vynikající český medailér a výtvarník, pracuje pro českou mincovnu i pro zahraničí.

Vedle medailí Leonarda da Vinci byl na zasedání hlavního výboru v únoru t.r. pozván a oslaven k 70. narozeninám bývalý dlouholetý prezident ASI Ing. Radomír Zbožínek ze Zlína. Ing. Zbožínek je vynikající odborník v konstrukci obráběcích strojů, pracoval jako GŘ i TŘ ve firmě Tajmac- ZPS Zlín.



*Ing. Radomír Zbožínek přebírá Čestné uznání 9.3.2018*

## SPOLEČENSKÁ KRONIKA ČLENŮ ASI

### Životní jubilea členů klubu Praha (a jiných) v roce 2018

#### V 1. čtvrtletí:

Ing. Jan Bílek	75 (let)
Prof. Ing. Nikolaj Ganěv	65 (let)
Ing. Jiří Maštovský, CSc.	85 (let)
Ing. Radomír Zbožínek	70 (let)

#### Ve 2. čtvrtletí:

Prof. Ing. Jan Melichar, CSc.	65 (let)
Prof. Ing. Františka Pešlová, PhD.	X

#### Ve 3. čtvrtletí:

Doc. Ing. František Drastík, CSc.	80 (let)
Doc. Ing. František Jirásek, DrSc.	80 (let)
Prof. Ing. Karel Matocha, CSc.	70 (let)
Ing. Jiří Oldřich, CSc.	70 (let)
Prof. Ing. Bohumil Šulc, CSc.	75 (let)

#### Ve 4. čtvrtletí:

Doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.	75 (let)
Doc. Ing. Pavel Novák, CSc.	75 (let)
Prof. Ing. Ladislav Rus, DrSc.	75 (let)
Ing. Jaromír Šišma	75 (let)



Všem jubilantům přejeme do dalších let pohodu v osobním životě a pevné zdraví.



# Rejstřík obsahu Bulletinů 2017 (čísla 66,67,68)

## Obsahové články

Technické školky	(66)
Bezpečnost a rizika strojních zařízení	(66)
Výzkumný ústav pro hnědě uhlí	(67)
Degradace dráhy zakladače	(67)
Odprášení pásové dopravy	(67)
Rotory turbín na novém stroji	(68)
Experimentální vyšetřování parní turbíny	(68)
Diagnostika a analýza signálů	(68)
Knižnice Věda, vynálezcí	(68)

## Vnitřní život

Zápis do spolkového rejstříku	(66)
-------------------------------	------

## Konference

Příprava konference Turbostroje 2018	(68)
Energetické stroje a zařízení 2017	(68)
První počítače v Brně	(68)

## Jubilea

Antonín Pištěk	(66)
Josef Vačkář	(68)
Olga Ubrá †	(67)
Jiří Fiala	(68)
Helena Volopichová †	(68)
Miroslav Šťastný	(68)
František Vdoleček	(68)

## Autoři

Holý František	(67)
Klouda Petr	(67)
Lacko Branislav	(66,68)
Liška Jindřich	(68)
Měšťánek Petr	(68)
Michele Jiří	(66)
Moni Vlastimil	(67)
Petříčková Margit	(68)
Sedlák Kamil	(68)
Svoboda Petr	(67)
Täuber Jaromír	(67)



*Ing. Karel Zeithammer s prezidentem ASI Hanusem, 15.1.2018*



*Ak. soch. Zbyněk Fojtů, Hanus, Vondráček, 12.2.2018*