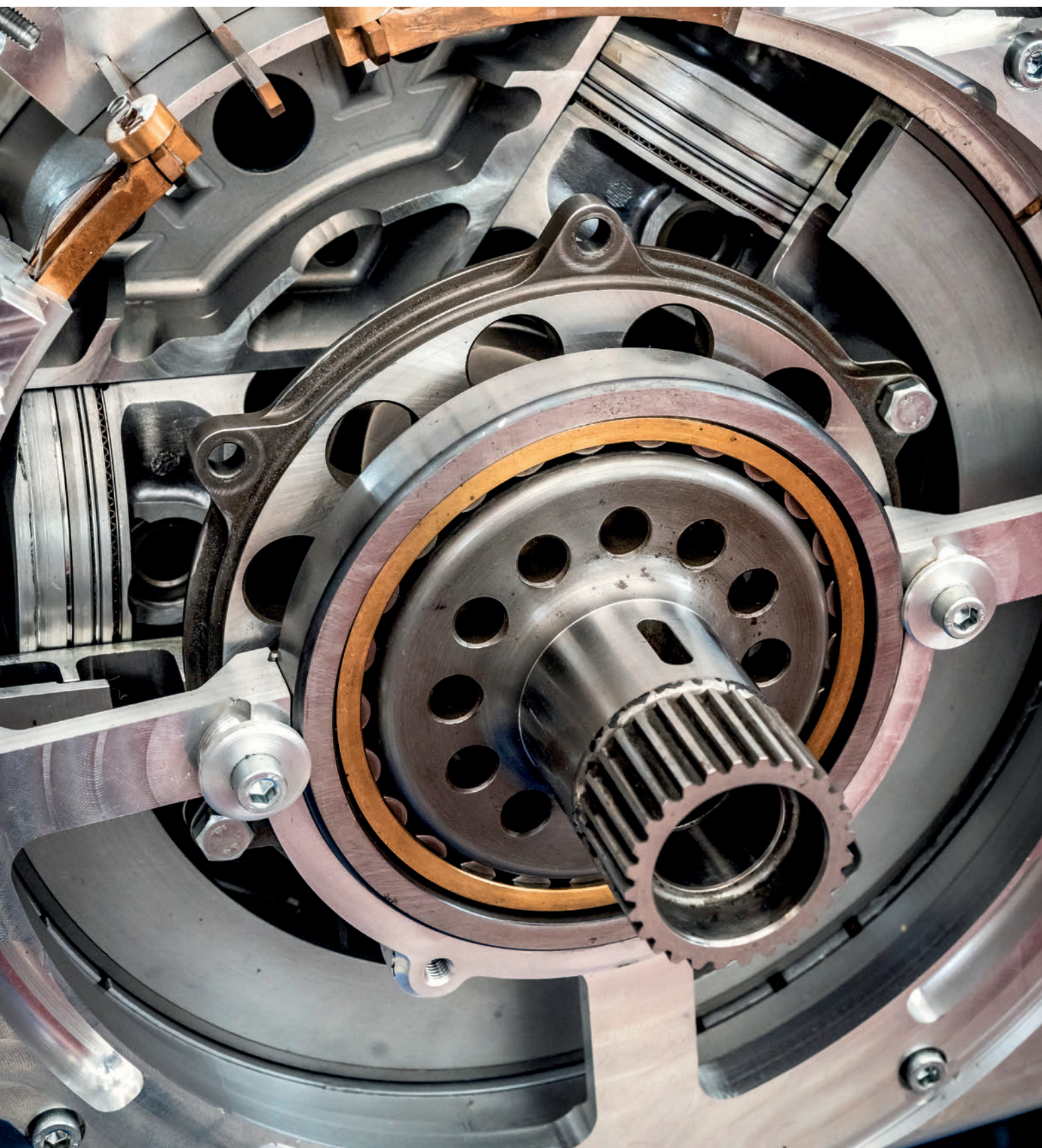


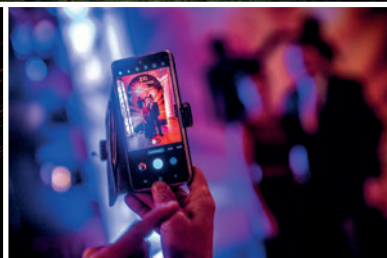
PRAŽSKÁ TECHNIKA



ČASOPIS
ČVUT V PRAZE

2/2024





XVI. Reprezentační ples ČVUT / 17. únor 2024, palác Žofín

Hrálo se, zpívalo, tančilo... Nechyběl ani tanec s pádlem či losování vstupenek o věčné ceny. [Foto: Jiří Ryszawy]



**Číslo a datum vydání:**

2/2024, duben 2024, 26. ročník

Vydává:

České vysoké učení technické v Praze,
Česká technika – nakladatelství ČVUT
IČO: 68407700



<http://ctn.cvut.cz/pt>

Adresa redakce:

ČVUT v Praze, Nakladatelství ČVUT – redakce,
Thákurova 1, 160 41 Praha 6

Redakční rada:**Předsedkyně:**

Ing. Veronika Kramaříková, MBA

Místopředsedkyně:

doc. Dr. Ing. Gabriela Achtenová

Členové:

Bc. Veronika Dvořáková (FIT)

prof. PhDr. Marcela Efmertová, CSc. (FEL)

prof. Dr. Ing. Petr Haušild (FJFI)

Mgr. Jitka Heřmanová (AS ČVUT)

Jiří Horský (FA)

Ing. Marie Kovandová (FSv)

PhDr. Vladimíra Kučerová (redakce)

doc. Ing. Kristýna Neubergová, Ph.D. (FD)

Ing. Ida Skopalová (FBMI)

doc. Ing. Radek Šulc, Ph.D. (FS)

Mgr. Kateřina Tomešková, Ph.D. (MÚVS)

Šéfredaktorka:

PhDr. Vladimíra Kučerová,
tel. 224 355 030, vladimira.kucerova@cvut.cz

Fotograf: Jiří Ryszawy,

Výpočetní a informační centrum ČVUT

Grafika: Lenka Klimtová**Foto na titulní straně:**

Jiří Ryszawy

Cena: ZDARMA

Inzerce: objednávky přijímáme telefonicky
na čísle 224 355 030 nebo e-mailem:
vladimira.kucerova@cvut.cz

Tisk: Grafotechna Plus, s. r. o.**Distribuce:** ČVUT v Praze

Evid. č. přidělené MK ČR: MK ČR E 12752
ISSN 1213-5348

Přetisk článků je možný pouze se souhlasem
redakce a s uvedením zdroje.

Není to tak dávno, kdy sítím prvního ročníku na Fakultě strojní neprošla více než polovina nových studentů a spolu s jaderkou zde byl začátek studia náročným (pro mnohé nezkousnutelným) „soustem“. Proto mne při přípravě tématu tohoto čísla, které je věnováno právě Fakultě strojní, překvapil údaj z loňské Výroční zprávy ČVUT o počtu neúspěšných studentů: na strojárně totiž celkově ve všech stupních studia (Bc., Mgr. i Ph.D.) skončilo „jen“ 28 procent studentů, přičemž na čtyřech fakultách naší univerzity mají „úmrtnost“ vyšší! Podle doc. Miroslava Španiela existuje několik možných vysvětlení tohoto zajímavého fenoménu. „Na fakultě máme už několik let systém podpory studentů prvního ročníku bakalářského studia umožňující vytipovat ohrožené studenty, kterým nabídneme pomoc při sestavování harmonogramu zkoušek. Máme méně uchazečů o studium, ti jsou však více motivovaní, protože strojařina byla jejich volbou. A možná jde o náhodnou fluktuaci,“ říká děkan FS v rozhovoru, v němž se zamýšlí i nad silnými a slabými stránkami a budoucností této fakulty. V kontextu s představením zajímavých projektů, které nyní realizují zdejší vědci, je to zajímavé a snad i inspirativní představení moderní strojařiny.

K přečtení doporučuji i další velký rozhovor v tomto vydání Pražské techniky, v němž doc. Jan Janoušek přibližuje činnost Akademického senátu ČVUT, a to včetně lednové volby předsedy, kdy po sedmi letech v čele tohoto univerzitního orgánu nebyl (pro mnohé překvapivě) opět zvolen a je nyní jeho místopředsedou za zaměstnance.

Věřím, že i spousta dalších článků dokládajících atraktivní výzkum na ČVUT, například o návrhu vesmírného plavidla s jaderným pohonem, o rozjezdu projektu ROBOPROX, jenž propojuje výzkum a vývoj robotiky napříč ČVUT, či o Štvanické lávce, kde byl akademický vývoj převeden do reality, zaujme Vaši pozornost.

Přeji Vám příjemné počtení a pohodové jarní dny

vladimira.kucerova@cvut.cz





str. 9



str. 12–25



str. 30–31



str. 32–33

AKTUÁLNĚ

Projekt s GE Aviation pokračuje	3
Musíme si vytvářet co nejlepší akademické prostředí [rozhovor s doc. Janem Janouškem, místopředsedou AS ČVUT]	4
Spolupráce obranných složek a ČVUT	7
FEL zabodoval v cenách Siemens	8
Výstava Public Space Lab	8
31. ročník studentské soutěže Olověný Dušan	9
500 žáků 8. a 9. tříd zavítalo na ČVUT	9

OSOBNOSTI

Vzpomínáme na profesory Ivana Dylevského a Petra Moose	10
---	----

TÉMA

Moderní strojařina	12
Letoun STOL Cruiser	14
Robotické manipulátory pro vesmírné prostředí	15
LVICE ² pro oběžnou dráhu Měsíce	15
Originální řešení vznikají ve spolupráci s firmami	16
Srovnatelný počet žen a mužů v jakémkoli oboru přináší osvěžující konfrontaci přístupů a způsobů řešení problémů [rozhovor s děkanem FS doc. Miroslavem Španielem]	18
Kovový 3D tisk vylepšuje výrobní procesy	21
Záchrana a konzervace historických letadel	22
Automatizace ovocnářství	23
Implantáty z recyklovaných materiálů	24
Vývoj ILT spoje aplikovaného na rámu jízdního kola CDuro	25

FAKULTY A ÚSTAVY

ROBOPROX propojuje výzkum a vývoj robotiky napříč ČVUT	26
Návrh vesmírného plavidla s jaderným pohonem	28
Štvanická lávka – vývoj převedený do reality	30
Malé světy pro radost z bydlení	32

PUBLIKACE

Knižní novinky	34
Premonstráti rozvíjeli (nejen) výuku matematiky	34

STUDENTI

Za hranice učeben s týmem strojařů	36
------------------------------------	----

Z ARCHIVU

Výuka mechaniky v minulosti	38
-----------------------------	----

PROJEKTY

Výuková videa, didaktické hry i prototyp vozidla...	40
---	----



Projekt s GE Aviation pokračuje

Již roku 2016 byl zahájen projekt podněcující rozvoj leteckého průmyslu a kosmonautiky v České republice. Testovací infrastrukturu leteckých motorů vybudovala Fakulta strojní ČVUT v letech 2016–2022 a nyní ji úspěšně provozuje. Tato vzdělávací a výzkumná infrastruktura umožňuje rozvoj pokročilé průmyslové výroby v oboru leteckých motorů v ČR a tvoří základ pro výchovu odborníků v tomto oboru.

Odborníkům z Fakulty strojní se v rámci ČVUT podařilo vybudovat zázemí pro výrobu turbovrtulových a turbínových motorů nové generace s výrazně nižší uhlíkovou stopou. Ze spolupráce ČVUT s GE Aviation vzniklo pět zkušeben, ve kterých probíhají testy motorů, digitální simulace a analýzy. Očekávání vlády tak bylo naplněno, což bylo konstatováno již před několika lety.

Vzhledem k tomu, že nedošlo k plnému financování projektu z fondů Evropské unie, dofinancovala Česká republika tento projekt z vlastních zdrojů, v souladu s plánem řešení financování obsaženém v usnesení vlády z roku 2016. Návrh finanční výpomoci byla Fakultě strojní poskytnuta v roce 2016 za účelem předfinancování pro urychlení řešení projektu potřebného pro realizaci smlouvy mezi ČR a GE o zavedení výroby turbovrtulových motorů v ČR.

Po celou dobu financování projektu probíhala ze strany ministerstva průmyslu a obchodu průběžná kontrola účelnosti, hospodárnosti a efektivity vynakládaných prostředků. Tyto prostředky byly spravovány jako dotační přímé dofinancování projektu.

Vzhledem k tomu, že projekt byl úspěšně dokončen v roce 2022 a napomáhá rozvoji konkurenceschopnosti ČR, vláda 21. února 2024 potvrdila, že prostředky vynaložené ministerstvem průmyslu a obchodu představují přímé dofinancování projektu ze strany ČR.

„Rozhodnutí vlády velice vítáme a oceňujeme, protože naplnilo dlouhodobý strategický záměr ČR o vybudování průmyslového odvětví výroby moderních leteckých motorů v ČR. Naše republika tak může nabízet investorům možnosti v oblasti vývoje a testování pokročilých leteckých motorů, čímž se zařadí mezi velmi elitní skupinu několika zemí, které toho jsou schopny,“ uvedl rektor ČVUT Vojtěch Petráček.

ČVUT realizovalo v rámci tohoto záměru vybudování jedinečné výzkumné a vzdělávací infrastruktury, bez které by rozvoj tohoto průmyslového odvětví nebyl možný. Již nyní se rozvíjí s využitím vybudované infrastruktury spolupráce s několika firmami působícími v tomto oboru. Testovací infrastruktura slouží rovněž k vývoji ekologičtějších a udržitelnějších leteckých motorů a paliv a přispívá tak k budování udržitelné zelené ekonomiky.

ČVUT v Praze tak velkolepý projekt s GE Aviation ukončilo úspěšně a beze ztrát, a to díky původně příslibenému vládnímu krytí, které však naplnila až současná vláda. Ke všem pozitivním faktorům, jež excelentní provedení projektu přineslo, je nutné připočítat také to, že se jedná o strategickou komponentu, která v této době posílí nejen Českou republiku.

„ČVUT nikdy neměla a nemá žádný závazek vůči českému státu ani jiným poskytovatelům. Stát naopak na samém počátku učinil závazek, že dofinancuje tento společensky důležitý projekt z vlastních zdrojů, a s tímto ujištěním se Fakulta strojní ČVUT rozhodla České republice pomoci,“ dodává rektor doc. Petráček.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]

Nová osobnost ve Vedení ČVUT

Kvestorem ČVUT byl v březnu jmenován Mgr. Jiří Špelina, jenž si na této univerzitní pozici dal za cíl nastavení nových procesů agend a zefektivnění administrativních a řídicích činností v návaznosti na finanční řízení. Jiří Špelina je absolventem Právnické fakulty Univerzity Karlovy. Dlouhodobě působil ve vedoucích funkcích. Velká část jeho kariéry je spjata s Vojenskými lesy a statky ČR, kde působil mimo jiné jako správní náměstek. Byl také pověřeným Generálním sekretářem ministra obrany na Ministerstvu obrany ČR. Svůj profesní život spojil především se státní správou. Po absolvování studia se věnoval i advokacii. Působil také jako právník na právním odboru Fondu národního majetku ČR. Mezi jeho soukromé zájmy patří myslivost a je také aktivním sportovcem.

(red) [Foto: ČVUT]



S pomocí AI podpoří regionální rozvoj

Prestížní evropský grant PoliRural-Plus v hodnotě téměř šesti milionů eur získala Fakulta informačních technologií ČVUT jako hlavní koordinátor. Do tříletého projektu, připraveného s dalšími českými partnery CCSS a Plan4All, je zapojeno dvacet evropských partnerů. Jeho hlavním cílem je zlepšení a podpora udržitelnosti regionálního rozvoje díky využití umělé inteligence pracující s prostorovými daty.

(red)

Musíme si vytvářet co nejlepší akademické prostředí

Jak se proměnil Akademický senát ČVUT za posledních sedm let, kdy v jeho čele stál doc. Ing. Jan Janoušek, Ph.D.? A jak on sám hodnotí situaci, kdy při lednové volbě předsedy tohoto orgánu dostala přednost studentka Kateřina Pilná, zatímco on byl zvolen místopředsdou? V rozhovoru se věnujeme i spolupráci s rektorem či tomu, co tato změna znamená ve vztahu k působení na Fakultě informačních technologií.

Hodně lidí překvapilo, že členové AS ČVUT při tradiční „novoroční“ volbě předsedy tohoto orgánu rozhodli, že po sedmi letech už nebudete předsdou, ale „jen“ místopředsdou za zaměstnance, přičemž novou předsdkyní byla zvolena Kateřina Pilná, dosavadní předsdkyně senátní komise pro SÚZ. Bylo to překvapivé i pro vás?

Ano, i pro mě to bylo překvapivé. Lednové zasedání senátu mi osobně přineslo nečekanou novou životní zkušenost. Až do úplně poslední chvíle jsem nevěděl, že budu mít protikandidátku. Poslední dobou jsem si pro sebe říkal, že jsem předsdou AS ČVUT již dlouho a že vše musí jednou skončit. Svůj konec ve funkci předsedy jsem si ale představoval buď tak, že přestanu být členem AS, nebo tak, že za mnou někdo přijde s tím, že bude kandidovat nebo bude někoho jiného nominovat, a v takovém případě bude čas na podrobné diskuze senátorů se všemi kandidáty. To se nestalo. Těšilo mě, že mi předsedové akademických senátů ostatních vysokých škol České republiky dali v listopadu 2023 důvěru a zvolili mě předsdou Fóra předsedů akademických senátů. I proto mě mrzelo, když jsem tuto, pro ČVUT prestižní funkci, ztratil výše uvedeným způsobem. Nyní s kolegy navrhujeme změnu Jednacího řádu AS ČVUT s cílem, aby kandidáti na členy

předsednictva AS byli známi týden před volbou, včetně souvisejících podkladových materiálů. Tento způsob je v AS používán i u voleb osob do různých orgánů. Způsob akademické samosprávy definovaný současným vysokoškolským zákonem považuji za výborný a myslím si, že právě tato úprava jednacího řádu přispěje k ještě větší transparentnosti takové samosprávy.

Takže to neproběhlo tak, jak bych předpokládala, že se před každoroční lednovou volbou nového vedení senátu sejde jeho předsednictvo a hovoří o tom, jak dál, a to včetně interního hodnocení, co se povedlo či co je potřeba změnit?

Předsednictvo senátu spolu komunikuje průběžně a má schůzky k přípravě zasedání vždy týden před zasedáním. Schůzky předsednictva věnované zhodnocení uplynulého roku jsme nedělali. Shodou okolností jsme ale k jinému tématu měli v lednu schůzku s místopředsdkyní za zaměstnance a místopředsdou za studenty. A na této schůzce místopředsdkyně uvedla dvě kritické připomínky k práci senátu v poslední době. Její první připomínkou bylo, že při kontrolách rektora v oblasti využívání finančních prostředků překračujeme kompetence akademického senátu dané vysokoškolským zákonem. Druhou připomínkou bylo, s poukazem na zápisky jednoho z děkanů z kolegia rektora, že do senátu nejsou dostatečným způsobem předávány informace. V odpovědi k první připomínce jsem místopředsdkyni říkal, že zákon nehovoří o omezení, jak má senát kontroly provádět. Ke druhé připomínce jsem i v následné komunikaci uvedl, že již od roku 2021 jsou oficiální zápisy z kolegia rektora paní kancléřkou ukládány na sharepoint pro potřeby členů AS, a že pracovní informace, které se mohou ještě v exekutivních orgánech dále měnit, se naopak dle dohody s rektorem a děkany nemají komunikovat do senátu.

Víte vlastně, proč se členové senátu rozhodli pro tuto změnu?

Protože jsem, kromě zmíněného případu, od členek a členů senátu přímo neslyšel o žádné konkrétní větší připomínce k dosavadní práci senátu, mohu se o důvodech rozhodnutí pro změnu předsedy pouze dohadovat. Mrzí mě, že jsem, ideálně v otevřené a veřejné podrobné diskusi, neměl vhodnou příležitost se senátorům vyjádřit k případným konkrétním připomínkám. Zpožďovaly se nám zápisy ze zasedání, a některým senátorům to oprávněně vadilo, i když jsme na webových stránkách rychle zveřejňovali usnesení a zvukové záznamy ze zasedání. Pokud jsem udělal při řízení zasedání senátu chybu, tak, pokud vím, jsem ji vždy hned přiznal. Důvody pro rozhodnutí o změně předsedy mohly být i další, například z oblasti osobních vztahů nebo se mohlo jednat o důsledek nesouhlasu s některým mým konkrétním názorem v oblasti kontroly činnosti rektora z poslední doby. Přesné konkrétní důvody bych také rád znal, a to také proto, abych si sám pro sebe mohl udělat co nejpřesnější sebereflexi, kdy o svých chybách přemýšlím a snažím se zlepšit.

Od volby nového vedení AS už uplynulo pár týdnů, takže jste si jistě sám udělal analýzu, co se vám v čele tohoto akademického orgánu za těch sedm let podařilo a co ne. Co byste rád vypíchl jako posun dopředu a kde ještě vidíte potřebu změn, které ostatně můžete prosadit i z pozice místopředsedy?

Mohu odpovědět souhrnem, o co jsem se jako předseda při řízení senátu snažil, a je na posouzení jiných, jestli a jak se co dařilo. Doufám, že za těch sedm let jsme v AS ČVUT posílili vědomí, že každý senátor by měl jednat nezávisle sám za sebe a bez vlivu tlaků z vnějšku. Doufám, že jsme jako senát posuzovali záležitosti neutrálně a konstruktivně. Doufám, že jsme o tématech jednali na základě podstatných faktů, kdy předzpracování informací předsdou a předsedy komisí, které se téměř vždy děje, vedlo k projednávání podstatných záležitostí na úkor těch méně pod-



statných. Při této činnosti jsem využíval své znalosti získané dlouhodobými zkušenostmi z výuky, garantování předmětů a specializací studijních programů, vlastního výzkumu, vedení výzkumné skupiny a doktorandů, jako řešitel nebo člen řešitelského týmu větších grantových projektů, z působení ve vědeckých a oborových radách nebo grémiu děkana fakulty a také z dosavadních dvanácti let řízení naší katedry. Jedná se o znalosti jak z oblasti kvality základních činností vysoké školy, což je věda, výzkum, spolupráce s průmyslem, tak i strategických a finančních záležitostí. O všech těchto oblastech se v senátu jedná. A myslím si, že aby mohl AS být silný, efektivní a nezávislý, musí jeho předseda a předsedové komisi řídit práci na základě svých osobních podrobných odborných znalostí. Dále doufám, že jako senát jsme byli maximálně možné vstřícní, při současném neustupování ze zásadního. Z technických záležitostí, které jsme za posledních sedm let nově zavedli, mě napadá zveřejňování záznamů ze zasedání na webu, sdílení zápisů z jednání exekutivních orgánů v sharepointu senátu, elektronické způsoby hlasování i řízení zasedání, online videokonferenční způsob zasedání či hypertextové odkazy v pozvánkách na podkladové materiály zasedání. Byla zřízena funkce tajemníka senátu, zavedeno občerstvení na zasedáních, výjezdní setkání bylo rozšířeno na více dnů, došlo k podstatné přestavbě sharepointu senátu nebo využívání možností sdíleného prostředí MS Office365. Většina z těchto novinek vznikla při diskuzích zejména v předsednictvu za účelem zkvalitnění našich procesů. Vždy je co zlepšovat, a i jako místopředseda se pokusím přispívat k tomu, abychom se v AS stále zlepšovali.

Když se ohlédnete, můžete uvést nějakou situaci či záležitost, při které jste se nejvíc zapotil?

Z pohledu předsedy senátu pro mě asi nejtěžší k řešení byly situace související s návrhem na odvolání rektora v roce 2017, jednání vážící se k financování projektu GE Aviation, dění na CIIRC v roce 2018 po odvolání ředitele tohoto ústavu, nové procesní postupy v době prvních nekontaktních jednání v důsledku covid-19, kontinuální snaha o zrychlování řešení některých záležitostí, jednání k dosažení slibů rektora o výši financování mimonormativu do budoucna a diskuse s rektorem nad procesními záležitostmi práce AS v minulém roce, a včasné získávání některých informací, jako například původní investiční záměr rekonstrukce budovy B Fakulty stavební z roku 2014.

Zmínil jste diskuse s rektorem, jehož funkční období se v podstatě kryje s tím vaším v čele senátu. Navenek to vypadalo, že si s docentem Petrářkem v hlavních věcech rozumíte, že komunikace senátu s vedením školy funguje. Jak hodnotíte tuto spolupráci?

Funkci předsedy AS ČVUT jsem vykonával 85 měsíců, z toho 72 měsíců byl rektorem docent Petrářek. S ním se mi jako předsedovi AS spolupracovalo velmi dobře. Jednotlivé záležitosti do senátu jsme spolu někdy diskutovali a musím ocenit věcnost i podrobnost našich diskusí, při nichž jsme si každý zásadně drželi svoji nezávislou pozici. V mnoha záležitostech jsme se shodli, někdy jsme měli odlišné názory. Oceňuji také, že jsme si dokázali naslouchat, a stalo se například i to, že jsem docenta Petrářka přesvědčil, aby zcela ustoupil ze svého určitého

záměru, který se týkal AS. V minulém kalendářním roce jsme měli neshodných názorů více. Týkaly se zejména kontrolní činnosti rektora senátem. Snad jsem vnímal správně obavu rektora o to, aby taková kontrola probíhala ze strany senátu korektně. Na druhou stranu, situaci jsem jako předseda senátu vnímal i z pohledu potřeby získávání všech důležitých informací a nutnosti zachování nezávislosti senátu a jednotlivých senátorů. Tato témata se pak navenek projevila při jednáních o změnách Jednacího řádu AS, který jako jediný vnitřní předpis navrhuji sami senátoři a od rektora si k němu vyžadují jeho stanovisko. Nesouhlasím s názorem rektora, že musí s jednotlivými změnami jednacího řádu AS souhlasit, že jinak změny nemohou platit. Vnímám jsem negativně vzkaz rektora, že pokud by senát schválil změnu, se kterou on nebude souhlasit, tak že jednací řád nepodepíše a ten nebude poslán na ministerstvo k registraci. Z konkrétních předkládaných návrhů na změny jednacího řádu pro mě byly dva nejzásadnější: aby se senátor mohl zeptat rektora na cokoli a dostal v odpovídajícím termínu odpověď, a aby pověřené komise mohly průběžně dělat kontroly využívání finančních prostředků v dané oblasti, opět s odpověďmi rektora v odpovídajících termínech. V těchto podobách rektor s těmito dvěma návrhy nesouhlasil. U prvního návrhu rektor vyjádřil názor, že v jednací řád může být uvedena možnost dotazu od člena senátu vyjma oblasti finanční kontroly. Nesouhlasím s názorem, že dotazy k využívání finančních prostředků je možné klást pouze prostřednictvím usnesení AS, protože provádí kontrolu jako kolektivní orgán. U druhého návrhu rektor právě vyžadoval, aby před každou kontrolou musel senát přijmout usnesení k zahájení této kontroly. Tím by se například omezily možnosti realizací průběžných kontrol v komisích nebo dotazy jednotlivých senátorů. Také rektor odmítal mít v jednací řád definované termíny na odpovědi senátorům, přitom i třeba dle zákona č. 106 je potřeba odpověď poskytnout do určité přiměřené doby. U výše zmíněných návrhů změn ještě na začátku únorového zasedání výsledek dohádovacích jednání s rektorem neznamenal výše uvedené podoby návrhů. Naštěstí, a takový výsledek není obecně samozřejmý a vyžaduje úsilí, na únorovém zasedání se díky mému alternativnímu

protinávru a následné veřejné vyjasňující diskusi na zasedání podařilo návrhy změn prosadit a schválit, nakonec i s kladným vyjádřením rektora.

Je možné, že se právě dlouhodobě vstřícná spolupráce s vedením projevila při volbě předsedy? Že možná někteří členové senátu či celé akademické obce měli dojem, že byste na rektora a jím předkládané návrhy – ať už se jedná o rozpočet či jiné zásadní dokumenty – měli být přísnější?

Doufám, že senátoři takový dojem neměli, ale vyloučit to nemůžu. V případě zájmu rád konkrétně zodpovím kdykoli komukoli jakýkoli konkrétní dotaz týkající se projednávání dokumentů v AS v posledních sedmi letech. A snad případně vyvrátím dojem, že bychom někde v zásadní věcné záležitosti ustupovali. Můj celkový obecný popis projednávání je ten, že se často vedla zvláště na komisích podrobná jednání, a to jak s rektorem, tak se zástupci součástí, kterých se projednávání dokumenty týkaly. A následně senát po těchto jednáních většinou schválil domluvenou podobu dokumentu. Také jsem vždy důsledně dbal na to, aby na zasedání mohl kterýkoli senátor vyjádřit jakoukoli svoji věcnou připomínku, a ta se potom dostala do zápisu ze zasedání.

Loni na podzim jste vyvinuli tlak na úspornější rozpočet mimonormativních součástí, především na finance pro rektorát, s navrženým rozpočtem nesouhlasili i děkani. Při schválení rozpočtu padla podmínka, aby byl na rektorátu proveden audit. To se stalo, a i na jeho základě proběhla redukce, která se týká dvou desítek lidí. Zabývá se senát touto situací, která logicky pro dané pracovníky není jednoduchá?

Požadavek na úspornější rozpočet mimonormativu do dalších let vznikl u děkanů a členů AS jako reakce na jeho dlouhodobě výrazně nejvyšší meziroční nárůst. Senátoři se o toto téma zajímají, koncem minulého roku chtělo několik z nás nahlédnout do výsledků zmíněného auditu. Toto nahlédnutí nebylo zpočátku rektorem umožněno z pochopitelného důvodu potřeby sdělení příslušných informací nejprve pracovníkům mimonormativních součástí, jichž se audit týkal.

➤ Konkrétní důvody bych rád znal, abych si sám pro sebe mohl udělat co nejpřesnější sebereflexi, kdy o svých chybách přemýšlím a snažím se zlepšit.

Nyní ale již můžeme do výsledků auditu nahlédnout.

Jaké priority máte pro letošní působení v univerzitním senátu?

Při přechodu z pozice předsedy na pozici místopředsedy se mi zásadním způsobem mění možnosti způsobů komunikace. Budu se v rámci svých možností snažit o to, aby AS ČVUT fungoval bez problémů, abychom udrželi maximální nezávislost a abychom nezanedbávali jednání o podstatných záležitostech na úkor záležitostí méně podstatných. Uvedu příklady aktuálních podstatných témat pro ČVUT. Stále ještě nebyla zahájena rekonstrukce budovy B Fakulty stavební, o které se jedná již více než deset let. Cena této rekonstrukce se za posledních šest let výrazně navýšila, a navíc stále není dohodnuté, jak budou součásti ČVUT k financování této rekonstrukce přispívat. Co nejdříve potřebujeme mít tzv. Generel+, jenž měl být původně připraven na konci roku 2021, protože je nutné řešit Kloknerův ústav, kterému má za několik let definitivně vypršet nájemní smlouva v budově VŠCHT, a také situaci Fakulty informačních technologií, která má nejvíce přihlášek ke studiu ze všech fakult ČVUT, ale má nedostatek prostor a nemá svoji budovu. Příprava podkladů pro získání stavebního povolení budovy Jugoslávských partyzánů C pro FIT má nyní již osm měsíců zpoždění oproti slibu z června minulého roku. Z pohledu AS je pro letošní rok důležitým tématem také kontrola využití finančních prostředků za relativně vysoké náklady na externí poradenské a právní služby v letech 2022 a 2023, kdy o příslušné podkladové materiály usnesením požádal AS v listopadu 2023. I když již nebudu členem Rady pro vnitřní hodnocení, rád bych se aktivně zajímal o téma zvyšování kvality, které je zásadní pro konkurenceschopnost ČVUT. Velmi potřebné jsou v tomto tématu například kroky v oblasti péče o lidské zdroje. Jako příklady dalších podstatných témat pro nejbližší období uvedu potřebu zvyšování prestiže ČVUT, efektivní hospodaření související s Betlémským palácem, získávání stavebních investičních prostředků, zvýšení podpory internacionalizace, analýzu nejnižších příjmů učitelů na ČVUT

s cílem podpory případného zvýšení těchto příjmů, pomoc našim studentům se specifickými potřebami nebo apel na rychlé jednání a podepsání kolektivní smlouvy, která je na ČVUT již dlouho vypovězená a nepůsobí to dobře.

Jako zástupce akademické obce jste aktivní i mimo ČVUT. Jaké jsou v této oblasti vaše plány pro tento rok?

Již od mládí se rád věnuji organizačním činnostem. Jako předseda Fóra předsedů akademických senátů nyní působím do zvolení nového předsedy, které by se mělo uskutečnit v dubnu. Nově jsem členem předsednictva Rady vysokých škol, kde bych se chtěl věnovat zejména tématům financování vysokých škol, kvality vysokých škol a VŠ zákonu. K financování vysokých škol se účastním i některých jednání na celostátní úrovni a jako mnozí další si myslím, že by stát měl zvýšit svůj příspěvek tak, aby z něj bylo možné pokrývat základní náklady za výuku na vysokých školách, a výuka nemusela v reálné praxi být dofinancována z jiných zdrojů.

Funkce předsedy AS je náročná na čas, kromě samotného jednání senátu a jeho komisí se účastní spousty porad a mnoha akcí uvnitř školy i vně. Budete mít coby místopředseda klidnější, a jak to využijete?

Dle mého odhadu bych měl mít týdně v průměru o dvacet hodin čistého času více oproti dřívějšímu. Asi nebudu odpovídat a uvolněný prostor se budu snažit maximálně využít pro jiné pracovní činnosti.

Čemu se nyní věnujete na své katedře, řešíte nějaký zajímavý projekt?

Na naší katedře jsme myslím hodně aktivní jak ve výzkumu, tak i ve výuce. Například jsme nyní zapojeni do grantu Roboprox excelentního výzkumu programu OP JAK, nebo připravujeme některé nové předměty pro vznikající magisterský studijní program Kvantová informatika. Primární na akademické půdě je odborná akademická činnost. Z mého pohledu je práce akademického pracovníka ta nejlepší a nejzajímavější možná. A musíme se stále snažit, abychom si vytvářeli naše akademické prostředí co nejlepší možné, a tomuto cíli se chci i dále věnovat.

Vladimíra Kučerová

[Foto: Jiří Ryszawy]



Spolupráce obranných složek a ČVUT

Konference nazvaná „O významu spolupráce akademické obce a obranných složek Armády ČR“, která se uskutečnila 3. dubna na ČVUT, byla dalším počinem, navazujícím in Memorandum o spolupráci, jež technická univerzita a armáda uzavřely loni v dubnu. Kromě prezidenta ČR Petra Pavla se jí jako hlavní hosté a řečníci účastnili náčelník Generálního štábu AČR Karel Řehka, velvyslankyně-vedoucí Stálého zastoupení ČR při Evropské unii Edita Hrdá a hostitel, rektor ČVUT v Praze Vojtěch Petrářek. Prezident Petr Pavel uvedl, že existují reálné hrozby a že je někteří rádi přehlížejí a dávají ostatním nálepky těch, kdo chtějí válku. „Nechceme-li jen čekat, musíme pracovat na naší obraně. A je zde prostor pro spolupráci Armády ČR s Českým vysokým učením technickým, ale i s dalšími univerzitami a také s průmyslem. Zúročení univerzitního výzkumu, využití synergií armádou a výsledky spolupráce akademické a vojenské sféry přinesou ve finále výsledky nejen nám, ale i pro naše spojence. Zvýšíme tak obranyschopnost, prestiž a kredibilitu naší země,“ řekl Pavel. „Mám radost, že se tato konference koná, a jsem připraven pomáhat, například poukazovat na problémy administrativní, finanční a jiné,“ zdůraznil prezident. Rektor ČVUT Vojtěch Petrářek je pak přesvědčen, že připravenost naší společnosti k obraně a odstrašení těch, kdo svých cílů chtějí dosáhnout násilím a válkou, nabývá na důležitosti. „Zde vidím velice důležitý úkol a cíl pro naši univerzitu a akademickou sféru obecně. Jde o to, abychom společně s našimi obrannými složkami vybudovali něco, co bych nazval inteligentní odstrašující silou, která dokáže odradit naše potenciální protivníky. Je přece součástí naší role a mise univerzit podporovat společnost, ve které univerzity existují!“ řekl Petrářek. Připomněl, že v diskusi tohoto zásadního tématu je dnes zastoupeno celkem třináct vysokých škol.

(red) [Foto: Petr Neugebauer, FEL]

➤ Dvacet budoucích dopravních pilotů

z Ukrajiny studuje v současné době v Česku. Výcvik se koná ve spolupráci s firmou F Air. Sedmáct studentů a tři studentky Národní letecké univerzity v Kyjevě (NAU) zde pokračují ve studiu a leteckém výcviku, který se kvůli válce nemůže konat nad ukrajinským územím. Jejich pobyt navazuje na dlouhodobé kontakty Fakulty dopravní ČVUT a NAU, nejprestižnější ukrajinské školy pro dopravní piloty. Od letního semestru bude navíc ČVUT v Praze samostatným garantem jejich výuky a počet studentů se zvýší na pětadvacet. Projekt, na který Česko přispělo z rekonstrukčního programu pro Ukrajinu, byl představen při setkání rektora NAU Volodymyra Šulhy a rektora ČVUT Vojtěcha Petrářka. Schůzky se za českou vládu zúčastnil ministr Jan Lipavský, přítomni byli i zástupci ukrajinské a americké ambasády – i USA totiž projekt finančně podpořily.

(red) [Foto: archiv FD]



Pro hromadnou dopravu v USA

V rámci svého dual-degree studijního programu Smart Cities nyní Fakulta dopravní ČVUT rozšířila spolupráci se společností CITYA a zahájila společný projekt v USA, který si klade za cíl implementovat koncept operativní hromadné dopravy do amerického dopravního systému. Konkurenceschopnost veřejné hromadné dopravy představuje jednu z klíčových oblastí, kterou se Fakulta dopravní dlouhodobě zabývá. Zatímco cestující požadují časté intervaly a cestovní komfort, provozatelé bojují s ekonomickou efektivitou při nízké obsazenosti spojů mimo špičku či do okrajových částí měst a obydlených oblastí. Z toho důvodu se fakulta spojila se start-upem CITYA, jehož koncept Operativní hromadné dopravy nabízí řešení s využitím nejmodernějších technologií.

(red)
[Foto: UTEP]



Beseda s Martinem Veselovským

Známý moderátor a zakladatel DVTV Martin Veselovský besedoval 5. března se studenty a zaměstnanci Fakulty dopravní ČVUT. Akce se konala v rámci povinně volitelného předmětu Katedry jazyků a společenských věd „Technik v současné společnosti“. Hlavní téma setkání Elektronická média přilákalo velký počet účastníků. V záplavě dotazů se diskutovalo nejen o práci moderátora a novináře v elektronických médiích, ale i o předpokládaném vývoji médií v 21. století.

(red) [Foto: Karolína Zítková]



FEL zabodoval v cenách Siemens

První příčku v počtu ocenění letošních Cen Wernera von Siemens za rok 2023 nejlepším studentům, mladým vědcům a pedagogům získalo ČVUT, všech šest „jeho“ ocenění přitom putuje na Fakultu elektrotechnickou. Ceny byly předány 13. března.

Ocenění za vynikající kvalitu ženské vědecké práce a zároveň Cenu Wernera von Siemens za druhé místo v kategorii Nejlepší diplomová práce získala Ing. Jekatěrina Jaroslavceva za práci Nový algoritmus pro spojování 3D energetických depozitů založený na grafových neuronových sítích pro experiment CMS na velkém hadronovém urychlovači v CERNu. Vedoucím její práce byl prof. Mgr. Ondřej Chum, Ph.D. z Centra vizuálního rozpoznávání FEL.

Cenu Wernera von Siemens za nejlepší absolventskou práci na téma Průmysl 4.0 získal Ing. Erik Derner, Ph.D., za disertační práci Efektivní metody pro učení modelů a řízení v robotice.

V kategorii nejlepší disertační práce získal 2. místo Ing. Vojtěch Spurný, Ph.D., s prací Komplexní systém pro rychlé a spolehlivé nasazení spolupracujících autonomních letounů, která vznikala ve skupině Multirobotických systémů na Katedře kybernetiky FEL. Školitelem byl doc. Ing. Martin Saska, Dr. rer. Nat.

(red) [Foto: Siemens]



Ing. Jekatěrina Jaroslavceva



Ing. Erik Derner, Ph.D.



Ing. Vojtěch Spurný, Ph.D.



Memorandum o vzájemné spolupráci ČVUT v Praze a Policie ČR podepsali 12. února rektor Vojtěch Petráček a policejní prezident Martin Vondrášek. Obě strany podpisem deklarovaly zájem o prohloubení dlouhodobé spolupráce ve vědecké a výzkumné oblasti a o podporu bezpečnostního výzkumu s přesahem do oblastí aplikování technologií do prostředí policie. „Pevně věřím, že praktické výsledky spolupráce budeme schopni poskytnout nejen ostatním vysokým školám, ale obecně přispějeme ke zvýšení bezpečnosti uvnitř republiky“, uvedl rektor Petráček.

(red) [Foto: ČVUT]



Výstava Public Space Lab neboli Laboratoř veřejného prostoru od kolektivu Public Space Lab byla 4. dubna zahájena v Galerii Jaroslava Fragnera. Zabývá se problematikou dočasného využití míst, což se propisuje i do koncepce samotného projektu: výstava i doprovodný program budou ve vnitřních i venkovních prostorech galerie.

(red) [Foto: Hana Grohová]



Jarní koncert ČVUT: tóny skladeb Josefa Suka, Bedřicha Smetany a W. A. Mozarta v podání Wihanova kvarteta, jednoho z předních smyčcových kvartet, které si získalo mimořádný vzhlas za interpretaci jak domácího repertoáru, tak světového z období klasicismu a romantismu, i děl moderních, rozezněly 19. března Betlémskou kapli. Sólo na klarinet při Mozartově skladbě Stadlerův kvintet přednesla Anna Paulová, která patří k nejvýraznějším českým klarinetistům mladé generace.

(red) [Foto: ČVUT]

✓ **500 žáků 8. a 9. tříd** z osmnácti základních škol Praha 6 se na začátku února zapojilo do projektu MČ Praha 6 ve spolupráci s ČVUT, organizovaného Místním akčním plánem vzdělávání MAP Praha 6. Jeho cílem je ukázat žákům zajímavosti technických oborů a podnítit jejich zájem o technické vzdělávání. „Považuji za velice důležité, aby děti na základních školách věděly, k čemu mohou využít to, co se učí třeba v matematice nebo fyzice, a pevně věřím, že jim dnešní návštěva našich sedmi fakult bude inspirací,“ uvedl rektor ČVUT Vojtěch Petráček. Dodal, že iniciativu Praha 6 velmi vítá a že tento Projektový den je první, ale jistě ne poslední. „Byla by to krásná tradice, kdybychom se tady vždy na počátku roku, předtím, než se budete rozhodovat, co dalšího v životě a studiu podniknete, mohli setkat a vy jste se u nás podívali, co je zajímavé,“ řekl žákům, jež oslovil jako „budoucí studenty“.

[Foto: Jiří Ryszawy]



↖ Dva diplomy a dvě příležitosti

v jednom studiu nově nabízí Double degree na Fakultě informačních technologií ČVUT. Unikátní a výběrovou magisterskou specializaci Digital Business Engineering, která umožní studentům získat dva tituly najednou, fakulta připravila ve spolupráci s University of Antwerp. Specializace je zaměřena na propojení znalostí informačních technologií, podnikání a ekonomie v mezinárodním prostředí a klade důraz na digitální business a inovace. Otevírá tak dveře do mezinárodního akademického i business prostředí.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]

↖ **Nejlepším architektonickým projektem** 31. ročníku studentské soutěže Olověný Dušan, jehož vyhlášení proběhlo 7. března, je Bydlení Libeň Elišky Cibulkové. V kategorii Design získali ocenění Markéta Dvořáková a Petr Brancuský. Mezi architektonickými ateliéry bodoval ateliér Císler–Pazdera, v kategorii designérských ateliérů Fišer–Nezpěvákova. Soutěž pořádá Spolek posluchačů architektury s cílem přinést externí pohled na výuku a reflexi vyučujícím i studujícím FA ČVUT. Letošní novinkou bylo vysílání studentského rádia raDuše, které představilo nominované projekty prostřednictvím živého vysílání.

(red) [Foto: Spolek posluchačů architektury]





↗ **prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.**
(20. 7. 1940 – 20. 2. 2024)

↗ **Všichni, kteří jsme pana profesore znali, si budeme pamatovat jeho přednášky s řadou nejnovějších poznatků, vždy podepřené výborným obrazovým materiálem, a budeme vzpomínat na jeho suchý, pro něho typický humor.**

Profesor Ivan Dylevský: vynikající lékař, pedagog a vědec i milující dědeček

Celou akademickou obec Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT zasáhla a rozesmutnila zpráva, že dne 20. února odešel, obklopen svými blízkými, po delší těžké nemoci emeritní děkan fakulty, prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc. Pan profesor mne vystřídal ve funkci děkana a stal jsem se na čtyři roky jeho proděkanem.

Pan profesor se narodil 20. července 1940 v Pardubicích. Jeho otec byl praktickým lékařem. Střední všeobecně vzdělávací školu Ivan Dylevský absolvoval v malebném horském městě Jilemnicích a jako správný horal se intenzivně věnoval sjezdovému lyžování.

V roce 1959 začal studovat Fakultu všeobecného lékařství Univerzity Karlovy v Praze. Už v prvním ročníku našel svůj vysněný obor, anatomii. Proto od 2. ročníku studia působil na Anatomickém ústavu jako pomocná vědecká síla a po promoci v roce 1965 nastoupil na Katedru anatomie na místo aspiranta. Jako významný český anatom (kandidát věd 1972, docent 1975, profesor 1986, ve stejném roce obhájil i doktorát věd) věnoval tomuto oboru svůj celý odborný život. Jako člen vědeckého týmu se rovněž podílel na antropologických výzkumech českých panovníků. Víc než na kohokoli jiného se hodí charakteristika, že „Anatomie sive anatomia est ars, quae docet situm, figuram, nexum, fabricam actionem et usum partium corporis humani.“ Anatomie je umění (věda), která učí polohu, tvar, spojení, funkci a účel částí lidského těla. Profesor Dylevský dokázal ve svém vysněném oboru doslova propojit vědu s uměním. Ti z nás, kteří znají jeho monografie, to jistě potvrdí.

V Anatomickém ústavu prožil profesor Dylevský více než třicet let, dlouhou dobu byl zástupcem přednosty pro studijní obor pediatrie. Veškeré pedagogické, ale i organizační schopnosti uplatnil při pozdějším budování anatomických ústavů Fakulty tělesné výchovy a sportu UK a 2. lékařské fakulty UK, které vedl v období 1993 až 2001. V prvním roce nového tisíciletí přechází na Zdravotně sociální fakultu Jihočeské univerzity, kde až do roku 2009 působil jako vedoucí Katedry preklinických oborů.

Akademickým pracovníkem Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT se prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc., stal v roce 2008, krátce po jejím založení. Dlouhou dobu byl zástupcem vedoucího Katedry lékařských a humanitních oborů, působil i jako předseda akademického senátu fakulty a člen její vědecké rady, mezi roky 2016 až 2020 byl děkanem a členem vědecké rady univerzity. V roce 2023 odešel na zasloužený odpočinek, i když relativní, protože měl řadu nových edičních plánů.

Profesor Dylevský, jenž by 20. července oslavil 84. narozeniny, publikoval stovky prací, byl autorem několika desítek učebnic a monografií, bohužel nemoc mu neumožnila dokončit další rozpracované tituly.

Pan profesor byl ženatý, jeho manželka je rovněž lékařkou, pracovala na neurologickém oddělení Ústřední vojenské nemocnice, v současné době je na penzi. Byl otcem dvou dcer a dědečkem vnučky a vnuka. Své vnučce Barboře věnoval i jednu ze svých klíčových monografií. Svoji rodinu nadevše miloval, veškerý volný čas věnoval svým vnoučatům.

Ve volných chvílích se věnoval všemu okolo automobilismu. Rád často vzpomínal na společnou cestu s několika kolegy ze studií, s nimiž projel počátkem šedesátých let s rodinným Spartakem tisíce kilometrů.

Typické bylo jeho oblečení, černá košile a kalhoty. Bílou košili si oblékl podle svých slov snad jedenkrát, po domluvě od manželky, na svatbu své dcery.

Všichni, kteří jsme pana profesore znali, si budeme pamatovat jeho přednášky s řadou nejnovějších poznatků, vždy podepřené výborným obrazovým materiálem, a budeme vzpomínat na jeho suchý, pro něho typický humor.

Odchod profesora Ivana Dylevského není ztrátou pouze pro jeho blízké, přátele, spolupracovníky, studenty, ale i pro obory anatomie a kineziologie a pro celou akademickou obec Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT.

Čest jeho památce!

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA, děkan FBMI



➤ **prof. Ing. Petr Moos, CS., dr. h. c.**
(4. 2. 1946 – 23. 2. 2024)

➤ **Všichni si uvědomujeme, že odchodem prof. Petra Moose přicházíme o krásnou, renesanční osobnost, nadšence s širokým odborným rozhledem, hlubokým lidským rozměrem, jiskrou v oku, jehož životním krédem bylo, aby se každý z nás mohl stále na něco těšit. Mějme tuto moudrost na paměti a pokračujme v naplňování jeho odkazu.**

Milý Petře, moc Ti děkujeme za Tvůj odkaz a celoživotní dílo

Slovy nelze vyjádřit ztrátu, kterou jsme všichni utrpěli odchodem našeho milého přítele, obětavého kolegy, skromného a noblesního člověka pana prof. Petra Moose, který stál v roce 1993 u založení Fakulty dopravní ČVUT a byl i jejím historicky prvním děkanem.

Široký odborný záběr prof. Petra Moose pramení z jeho rozsáhlých životních zkušeností, které nejprve získával na Fakultě elektrotechnické ČVUT, kde studoval obor radioelektronika. Posléze dlouhá léta působil na Katedře obvodů, mimo jiné ve stejné kanceláři s prof. Miroslavem Vlčkem, dalším spoluzakladatelem Fakulty dopravní. Když byl nucen přejít na Fakultu stavební, věnoval se tam modelování rozhraní člověk-budova z pohledu šíření tepla. Zde se potkal s prof. Jaroslavem Vlčkem, tehdejší prorektorem, který mu v roce 1993 nabídl možnost založit novou fakultu.

Kolem prof. Petra Moose postupně vznikl odborný tým, který dodnes na Fakultě dopravní rozvíjí oblasti spojené s automatizací a řízením dopravy, inteligentními dopravními systémy až po problematiku chytrých měst a regionů. V roce 2008 výrazně přispěl k zahájení spolupráce Fakulty dopravní ČVUT s The University of Texas at El Paso (UTEP), se kterou máme dodnes magisterský dual degree studijní obor v oblasti Smart cities.

Prof. Petr Moos se zásadně podílel nejen na rozvoji ČVUT, ale ovlivnil i směřování celé České republiky, za což obdržel od pana prezidenta v roce 2015 Medaili za zásluhy. Můžeme krátce zmínit jeho angažmá ve funkcích ministra dopravy v roce 1998, předsedy Dozorčí rady společnosti České dráhy, a.s., v roce 2018, úspěšného vyjednavatele evropských fondů v Evropské unii, ředitele pro strategii ve společnosti Deloitte, viceprezidenta sítě železničních výzkumných organizací Eurnex, člena technické rady Ředitelství silnic a dálnic nebo předsedy expertní komise ministra dopravy pro oblast elektronického mýta. Své vyjednávací a rétorické schopnosti projevil v celé řadě krizových situací, například při hrozící stávce Českých drah nebo při stávce leteckých dispečerů.

Kromě neocenitelného odborného přínosu prof. Petra Moose nelze nezmínit jeho lásku k hudbě. Hrál pravidelně na varhany a působil také v pěveckém souboru Severáček. Na střední škole se dokonce vážně rozhodoval, jestli by neměl raději rozvíjet svůj hudební talent a muzice se věnovat profesionálně. Naštěstí pro ČVUT se rozhodl pro techniku. Rád vzpomínám na koncert několika pěveckých sborů v Betlémské kapli na počest jeho rekonvalescence po těžké havárii nebo na jeho nezapomenutelné rozhlasové rozhovory, ze kterých vyzařuje jeho moudrost, velkorysost a životní nadhled.

Málo už se ví, že Petr Moos v mládí skákal na lyžích, které ve zralejším věku vyměnil za paragliding. Dodnes na Žilinské univerzitě vzpomínají, jak se po jednání Vědecké rady přesunul na místní kopce a tam praktikoval tento extrémní sport.

Byl také vášnivým sběratelem motorek. Vzpomínám na jeho vyprávění, kdy ho žena poslala koupit rohlíky a místo nich koupil motorku. Bohužel se mu tato záliba málem stala osudnou, když v roce 2009 nezapomenutelně na motocyklu havaroval. Díky jeho silné vůli se z následků nehody rychle zotavil, aby mohl nastoupit z nemocnice přímo do funkce prorektora pro rozvoj ČVUT. S libereckou nemocnicí, kde mu zachránili život, byl neustále v kontaktu a nadšeně pomáhal s projektem výstavby nového Centra urgentní medicíny.

Celoživotní dílo prof. Petra Moose ocenilo mnoho národních i mezinárodních vědeckých pracovišť a univerzit. Velmi si považoval čestného doktorátu uděleného Univerzitou v Pardubicích. Byl také držitelem Pocty hejtmana Libereckého kraje za celoživotní přínos v oblasti dopravního inženýrství a vysokoškolského vzdělávání v oboru dopravy.

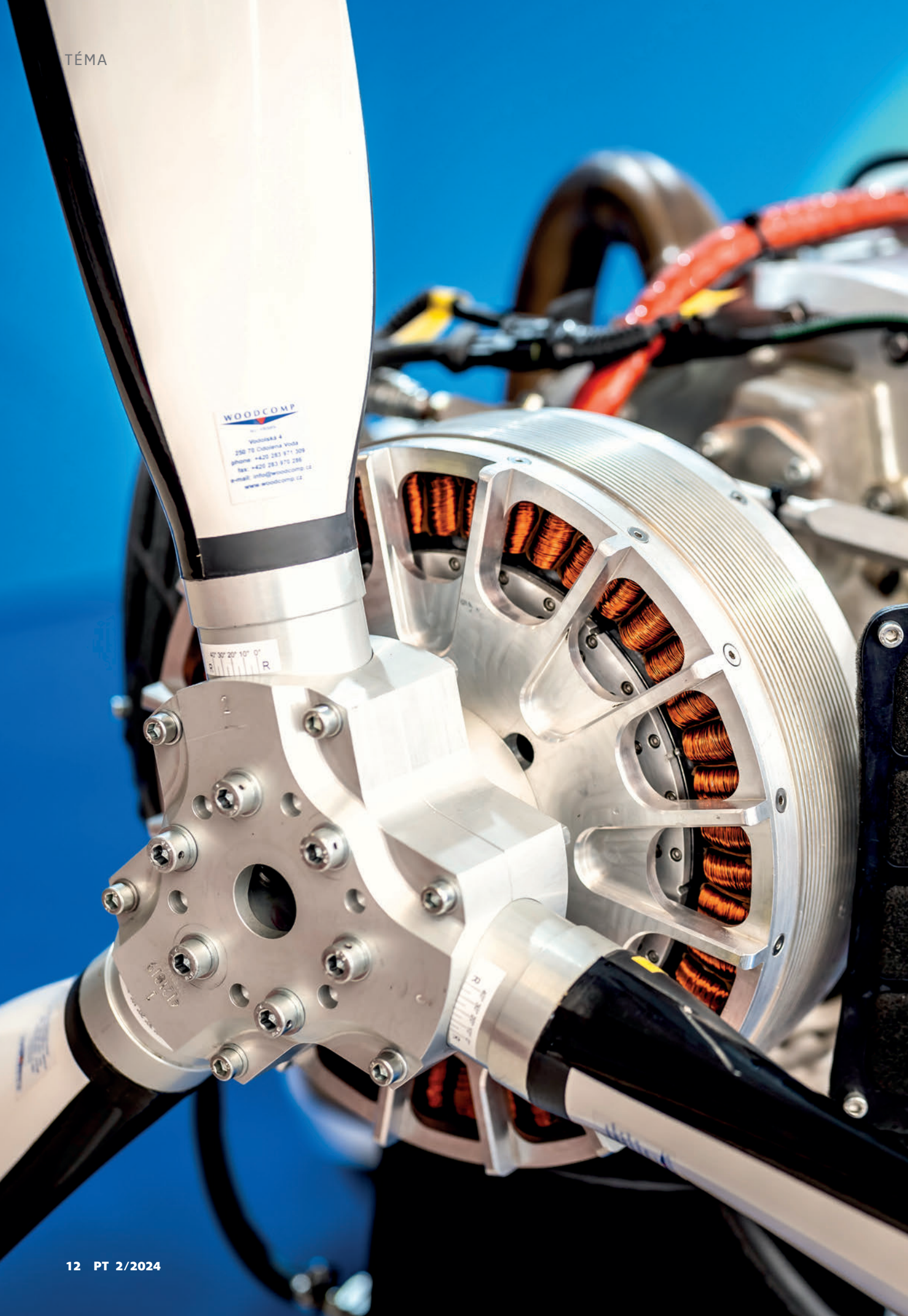
Všichni si uvědomujeme, že odchodem prof. Petra Moose přicházíme o krásnou, renesanční osobnost, nadšence s širokým odborným rozhledem, hlubokým lidským rozměrem, jiskrou v oku, jehož životním krédem bylo, aby se každý z nás mohl stále na něco těšit. Mějme tuto moudrost na paměti a pokračujme v naplňování jeho odkazu.

Při promociích prof. Petr Moos studentům často říkával, že kromě kvalitního vzdělání a vysokoškolského diplomu by jim rád předal ještě klíč k radosti. Tímto klíčem byla dle jeho slov vděčnost všem blízkým i pedagogům, kteří měli zásluhy na jejich úspěchu.

Rád bych za celou Fakultu dopravní ČVUT vyjádřil naši vděčnost za vše, co pro nás prof. Petr Moos udělal, za to, že tu s námi byl a že jsme měli to štěstí působit v jeho blízkosti.

Milý Petře, moc Ti děkujeme za Tvůj odkaz a celoživotní dílo. Čest Tvé památce.

S úctou Tvůj Miroslav Svítek



Moderní strojařina

Vylepšování motorů, inovativní technologie i aplikace nových materiálů. Letadla, auta a kola, ale také zkoumání mikrosvěta (především ve vztahu ke strojům a jejich součástem) i kosmu (vývoj přístrojů pro vesmírnou sondu), využívání robotů ve výrobě i při sadařských pracích, používání kovu pro 3D tisk... Spektrum výzkumu, jenž probíhá na Fakultě strojní ČVUT, je velmi široké. Jen za těch 160 let, které uplynuly od založení samostatné fakulty (její historii přibližujeme v rubrice Z archivu na str. 38–39), se vyvíjené stroje, materiály i metody v čase změnily, stejně jako se proměňuje i zdejší výuka. Zveme vás na přehlídku alespoň vybraných projektů, které řeší vědci současné „strojařiny“.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]



Letoun STOL Cruiser

Do výroby vstupuje nový letoun kategorie STOL (Short Take-Off and Landing) pro kategorii LSA (Light Sport Aircraft) do 600 kg vzletové hmotnosti (obchodně značený STOL Cruiser). Vznikl v úzké spolupráci firmy Direct Fly s.r.o. a Ústavu letadlové techniky na Fakultě strojní ČVUT, s podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu EPSILON.

Díky „na míru šitému“ systému vztlakové mechanizace a optimalizovanému aerodynamickému návrhu nabízí v porovnání s jinými STOL letouny v kategorii LSA výrazné úspory ve spotřebě paliva a tím ekonomičtější a ekologičtější provoz. V této kategorii obvyklý malý důraz kladený na aerodynamickou čistotu totiž obvykle vede buď k velmi malým cestovním a maximálním rychlostem, nebo k velmi malému doletu, případně velké spotřebě paliva. Běžná cesta k dosahování vyšších výkonů u současných STOL letounů certifikovaných v LSA kategorii je použití výkonnějších pohonných jednotek (cca 140 hp i více), což vede k vysoké pořizovací ceně, velké spotřebě paliva a zmenšení zatížení, které je možné přepravovat. Většina těchto letounů navíc svým uspořádáním jen zřídka umožňuje převážet užitečné zatížení těžší než 30 kg, což v kombinaci s menším doletem dělá z těchto strojů spíše „hobby“ záležitost než „pracovní nástroj“.

Jedinečnost řešení letounu je dána komplexností návrhových postupů v kombinaci s použitou technologií, která je v kategorii LSA neobvyklá. Koncepce byla podřízena požadavkům na letové výkony v kombinaci s technologickými požadavky zohledňujícími specifika bezpřípravkové technologie výroby, která zajišťuje minimalizaci výrobních nákladů oproti klasické nýtovací technologii. Na trh tak vstupuje letoun, který má díky použitým optimalizačním postupům relativně nízké výrobní náklady ve srovnání s konkurenčními letouny a kombinaci letových výkonů dosud na trhu u dané kategorie nedostupných, což na rozdíl od jiných STOL letounů umožňuje výrazně ekonomičtější a ekologičtější provoz s užitnými hodnotami blízcími se spíše letadlům vyšších hmotnostních kategorií.

Navržený letoun je celokovový jednomotorový dvoumístný hornoplošník s klasickým uspořádáním ocasních ploch. Poháněn je vrtulovou pohonnou jednotkou v tažném uspořádání. Hlavní výhodou je velmi krátký vzlet a přistání zejména díky nízké pádové rychlosti. STOL Cruiser rovněž disponuje relativně vysokou cestovní rychlostí, která není v této kategorii letadel obvyklá. Nezanedbatelnou výhodou je velký prostor kabiny, který tento letoun předurčuje k všestrannému použití a přepravování i velmi rozměrných nákladů, které nejsou v této kategorii obvyklé (jako je například nosítko s ležícím člověkem). Nádrže o celkovém objemu 100 litrů zaručují vysoký dolet a vytrvalost. Křídlo letounu je samonosné a lichoběžníkové. Odtoková hrana je osazena účinnou Fowlerovou vztlakovou klapkou, která je rozdělena na dvě části.

Náběžná hrana křídla je vybavena slotem, přičemž vnitřní slot je v zájmu vyšší bezpečnosti ovládán zároveň se vztlakovými klapkami a vnější je vysouván automaticky při dosažení vysokého úhlu náběhu. Trup poloskořepinové konstrukce je tvořen nosným potahem, ohýbanými podélníky a lisovanými přepážkami.

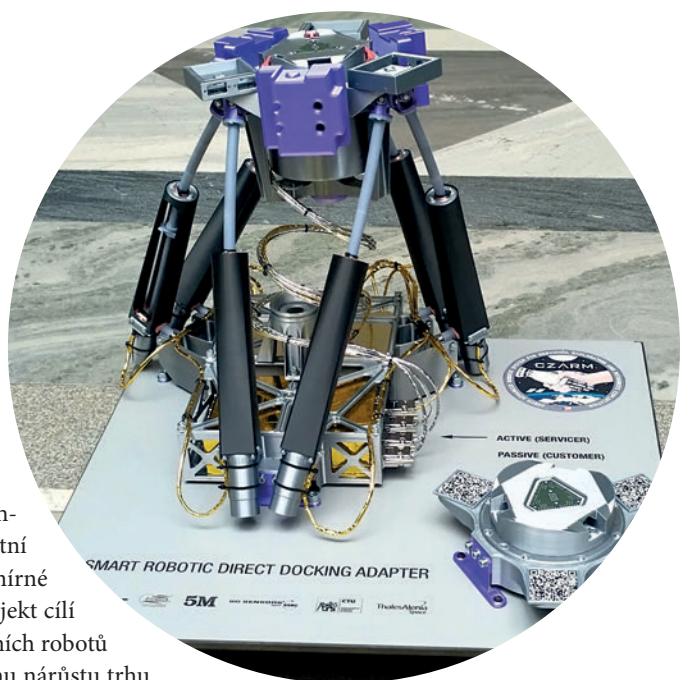
V porovnání s konkurencí nabízí navržený letoun výrazně větší rozsah provozních rychlostí při nesrovnatelně nižším požadovaném výkonu pohonné jednotky. Parametry letounu STOL Cruiser s motorem o výkonu 100 hp jsou následující: maximální rychlost 220–225 km/h; minimální rychlost 40 km/h (v závislosti na režimu motoru) a cestovní rychlost cca 180 km/h. Poměr maximální a minimální rychlosti je tedy v dané kategorii bezkonkurenčních 5,5. Zároveň díky svým rozměrům nabízí na danou kategorii letadel nadstandardně prostorný zavazadlový prostor, který pojme až 60 kg nákladu. Na letoun s ostruhovým podvozkem navíc nabízí velmi dobrý výhled, což přispívá ke zvýšení bezpečnosti při jeho pohybu po zemi. Vzhledem k tomu, že většina konkurenčních letounů STOL v kategorii LSA spoléhá při dosahování vyšších letových výkonů spíše než na aerodynamickou účinnost na výkon motoru, má proti nim STOL Cruiser nespornou výhodu v provozních i pořizovacích nákladech, na nichž se požadavek na potřebný výkon motoru zásadně podepíše.

Ing. Jiří Brabec, Ph.D.,
Ing. Milan Dvořák, Ph.D.
[Foto: Direct Fly s. r. o.]

Robotické manipulátory pro vesmírné prostředí

Centrum leteckého a kosmického výzkumu Fakulty strojní ČVUT se aktivně zapojilo do dvouletého projektu CZARM (CZEch Advanced Robotic System for Servicing, Exploration and Resources Exploitation), finančně podpořeného Evropskou kosmickou agenturou. Konsorcium sestávající z českých i zahraničních firem vede brněnská společnost L.K.Engineering.

Cílem výzkumu sestávajícího ze tří fází bylo nalézt aplikace pokročilé technologie robotických manipulátorů pro vesmírné prostředí, navrhnout kompletní vesmírný robotický systém v ČR a demonstrační misi na Mezinárodní vesmírné stanici. První fáze tohoto širšího programu byla nyní úspěšně splněna. Projekt cílí na poskytování orbitálních servisních služeb pro satelity za využití autonomních robotů schopných navigace pomocí různých senzorů, což může vést k významnému nárůstu trhu vesmírných služeb. Studie také v první fázi zkoumala další aplikace robotické technologie, jako jsou komerční vesmírné stanice. Konsorcium CZARM sdružuje znalosti českých firem s cílem rozvoje českého vesmírného průmyslu. Projekt má ambice uskutečnit první českou robotickou misi na Mezinárodní vesmírnou stanici.



prof. Ing. Michael Valášek, DrSc. [Foto: archiv]



➤ **Ústav letadlové techniky se účastní ambiciózních projektů nejen ve vývoji letadel a motorů, ale i ve výzkumu vesmírného prostředí.**

LVICE² pro oběžnou dráhu Měsíce

Ústav letadlové techniky se v rámci projektu „Ambiciózních misí“ Ministerstva dopravy ČR a Evropské kosmické agentury (ESA) podílel ve spolupráci dalších akademických institucí a českých firem pod vedením společnosti esc Aerospace na návrhu dosud jedné z nejambicióznějších misí v historii české kosmonautiky. Mise LVICE² (Lunar Vicinity Complex Environmental Explorer) měla být první českou sondou, která by s vlastním pohonem, vyvinutým firmou Stellar Exploration, opustila zemskou orbitu a dosáhla oběžné dráhy Měsíce.

Hlavním cílem mise bylo měření koncentrace prachu v Kordylevského oblacích, teoretizovaných objektech v blízkém okolí libračních bodů L4 a L5 systému Země–Měsíc. Jednalo by se o historicky první in situ měření tohoto fenoménu. Druhým vědeckým cílem pak bylo studium slunečního větru – plazmatu vycházejícího ze Slunce tvořeného nabitými částicemi. Konkrétně by sonda měřila jeho turbulence v úplavu Měsíce. Kromě toho by sonda díky své unikátní trajektorii byla schopná dlouhodobě charak-

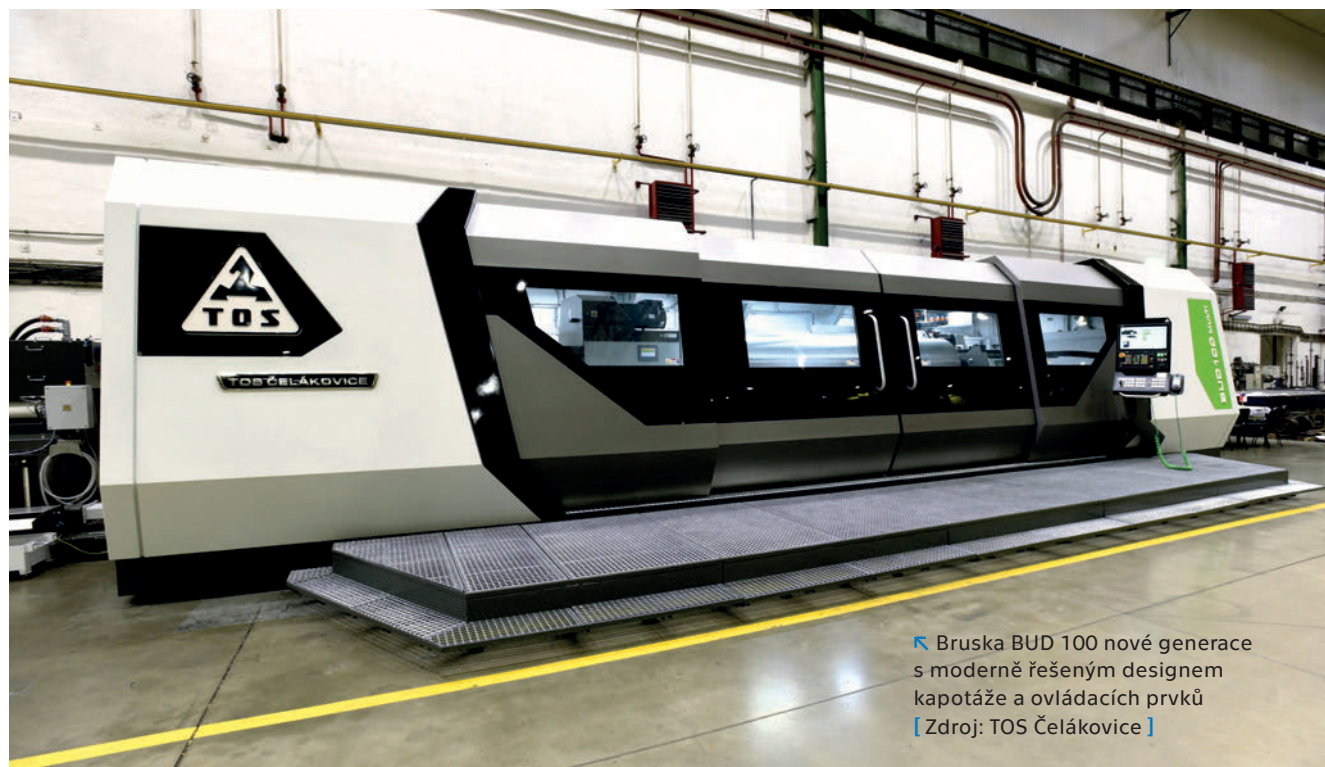


terizovat pole ionizujícího záření v cislunárním prostoru a monitorovat tok iontů slunečního větru a studovat meziplanetární rázové vlny. Pro splnění těchto úkolů by sonda nesla deset přístrojů vyvinutých ČVUT v Praze (FJFI, FEL, FS), MFF UK a několika ústavů Akademie věd ČR.

Ústav letadlové techniky se kromě ideového návrhu mise podílel především ve dvou oblastech – výpočtech orbitální mechaniky a návrhu

systému regulace teploty. Unikátní profil mise si vyžádal poměrně netradiční řešení trajektorií, kdy sonda pro cestu k Měsíci využívá postupného zvyšování apogea a nízkoenergetického transferu. Pro průlet Kordylevského oblaků pak využívá společnou gravitaci Země a Měsíce na vzdálené retrográdní dráze. Celkem bylo navrženo 27 nominálních manévřů, které musí být provedeny pro splnění všech cílů mise. Kromě toho byly dále analyzovány například úhybné manévry pro snížení doby zastínění. V rámci návrhu systému regulace teploty pak bylo největší výzvou udržení paliva nad bodem tuhnutí ve všech fázích mise. Pro zajištění všech systémů v požadovaném rozsahu teplot byly navrženy izolační materiály a radiátory a upravena vnitřní struktura sondy. Kromě toho byla na Ústavu letadlové techniky prováděna i pevnostní analýza poměrně unikátního konceptu strukturální nádrže sondy a pro další fáze mise byl ústav připraven poskytnout experimentální zařízení pro vakuové měření.

Mgr. Jaroslav Kousal, Ph.D.
[Foto: LVICE²/esc Aerospace s.r.o.]



➤ Bruska BUD 100 nové generace s moderně řešeným designem kapotáže a ovládacích prvků
[Zdroj: TOS Čelákovice]

Originální řešení vznikají ve spolupráci s firmami

Ústav výrobních strojů a zařízení Fakulty strojní ČVUT je pracovištěm aplikovaného výzkumu se širokými vazbami a spoluprací s firmami v oboru výrobní techniky. Jeho dlouhodobým cílem je spojit ke spolupráci výzkumné instituce a průmyslové partnery, kteří si jinak konkurují, ke společnému posílení úrovně technických řešení v oboru. To umožňuje řešení řady složitých výzkumných témat a současně implementaci nových poznatků do konkrétních výsledků vytvářených ve spolupráci mezi konkrétní firmou a univerzitním pracovištěm.

Inovace v technickém vývoji výrobních strojů a technologií jsou nezpochybnitelnou povinností a nutností pro každou firmu, která chce působit na současném vysoce konkurenčním trhu. Dlouhodobý vývoj ve firmách stojí především na šikovnosti a zkušenosti vlastních konstruktérů a technologů. Zapojení externích výzkumných pracovníků je pro firmu i univerzitu možností inspirovat se jiným pohledem, nalézt a rozvinout řešení novým směrem a získat

tak potřebný náskok před konkurencí. Strategické projekty řešené v Ústavu výrobních strojů (RCMT) si kladou za cíl vytvářet společným výzkumem nové výsledky, které se stanou základem úspěšných komerčních produktů.

Hlavní oblasti aktivit:

- Metody měření vlastností strojů a technologií
- Mechatronika a řízení
- Robotika a automatizace
- Virtuální modely (digitální dvojčata) strojů a technologií
- Návrhy strojů pro inteligentní výrobu
- Efektivní výrobní procesy subtraktivní, aditivní a hybridní

Konstrukce obráběcích strojů

Vývoj obráběcího stroje zahrnuje dlouhou cestu od prvního návrhu v CAD po realizaci a testy reálného stroje. Vlastnosti navrhovaného stroje lze ověřovat a zlepšovat využitím výpočtových simulací v oblasti strukturálních a teplotních vlastností, dobré technické parametry podtrhuje elegantní a funkční průmyslový design. Ověření chování zařízení je realizováno zkouškami dle ISO230 i řadou specifických testů vytvořených na míru pro konkrétní stroj a firmu.

Multifunkční hrotová bruska BUD 100 představuje zcela novou generaci kompaktních univerzálních, vysoce přesných broušících strojů modulární stavby pro obrobky o hmotnosti až 12 tun a délce až 15 metrů. Jako první produkční stroj vyvinutý v ČR je vybavena lineárními motory na všech pohybových osách. Do vývoje se spolu s firmou Slováké strojírny, závod 08 – TOS Čelákovice zapojily také týmy RCMT FS ČVUT a FSI VUT v Brně.

Tým odborníků RCMT se pod vedením Ing. Matěje Sulitky, Ph.D., významně podílel na vývoji stroje v řadě témat. V oblasti jeho stavby se jednalo o podporu vývoje struktury s využitím pokročilých výpočetních a simulačních modelů. Výsledkem je stroj s optimalizovanou tuhostí a zlepšeným tepelním chováním, což je pro broušící stroj zcela klíčové. Další velký okruh aktivit byl zaměřen na rozvoj digitálních funkcí, aplikačních možností stroje a uživatelskou podporu v rámci principů Průmyslu 4.0. Hlavním prostředkem v tomto směru je původní řešení softwarové nadstavby CNC řídicího systému pod názvem TOS Machine Manager s řadou aplikací pro diagnostiku, monitorování stavu stroje a vyšší uživatelský komfort. Výsledkem spolupráce je multifunkční bruska BUD 100, která kromě objednávek

od řady uživatelů získala i ocenění Inženýrské akademie ČR za rok 2022 a hlavní Cenu Inovace roku 2023.

Hlavním vedoucím vývoje byl technický ředitel TOS Čelákovice Ing. Ladislav Prokopec. Ke spolupráci s RCMT uvedl: „Každý nový vývoj je vždy výzva, jež souvisí s mnoha okolnostmi, které reflektují celkové požadované cíle s danou nadčasovostí řešení. Tento vývoj dává v mnoha směrech nový pohled na provedení brusky této velikosti a koncepce. K řešení takovýchto úkolů se musí sejít záměr, vlastní zkušený vývojový kolektiv, prostředky pro daný vývoj, a v neposlední řadě spolupráce s výzkumnými kolektivy, které disponují zkušeností a schopností vzájemné spolupráce s průmyslem. Samozřejmě je ideální, pokud takovýto výzkumný tým je schopen provést podporu v celé šíři problematiky. Od vlastního návrhu v oblasti optimalizace nosné struktury stroje, pohonů přes design až po vlastní zkoušky daného produktu. U vývoje brusky BUD 100 sem patří zároveň spolupráce v oblasti řízení stroje, respektive funkcionality nadstavby ovládání, predikce jeho stavu a reflexe otázek souvisejících s problematikou Průmyslu 4.0. Při řešení takto komplexních úkolů je nesmírně důležité i vzájemné pochopení a otevřenost, která je bezpodmínečně nutná pro dosažení výsledku.“

Dalším úspěšnou kooperací je horizontální vyvrtávací obráběcí centrum WHT 110 společnosti TOS Varnsdorf. Stroj měl tržní premiéru v roce 2017 a od té doby jej firma dodala mnoha spokojeným uživatelům. Při vývoji stroje byla v projektu mimořádně přínosná úzká spolupráce RCMT a firmy v celém vývojovém řetězci – od definice produktu přes jeho vývoj až po další rozvoj funkcí a služeb. Výsledkem je optimálně navržená konstrukce stroje, unikátní řešení SW nadstavby řídicího systému s názvem TOS control i procesní digitální dvojče stroje pro virtuální testy obráběcích operací.

Průmyslová robotika

Kromě výzkumu a vývoje obráběcích strojů se ústav intenzivně zabývá také výzkumem v oblasti průmyslové robotiky. Primární zaměření je na použití robotů jako nosičů technologických hlavic pro procesy se spojitým dráhovým řízením, jako je např. obrábění nebo aditivní technologie. Pracovníci RCMT působí též na CIIRC v rámci oddělení průmyslové výroby a automatizace. Významnou akceleraci výzkumu v oblasti



➤ Nadstavbové prostředí TOS Machine manager je základním prostředkem řešení konceptu chytrého stroje.

[Zdroj: TOS Čelákovice]

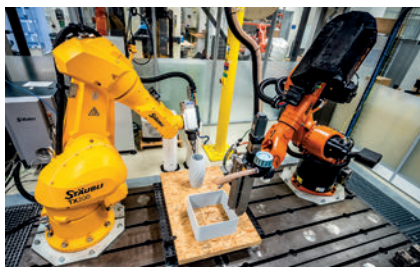


➤ Horizontální vyvrtávací obráběcí centrum WHT 110

[Zdroj: TOS Varnsdorf]



➤ Robotická laserová buňka v Testbedu Průmyslu 4.0 v CIIRC instalovaná v rámci projektu RICAIP.



➤ Robotická výrobní buňka v Testbedu Průmyslu 4.0 v CIIRC instalovaná v rámci projektu RICAIP.

průmyslové robotiky přineslo zapojení do projektů RICAIP a ROBOPROX, které se CIIRC podařilo získat. V rámci toho došlo k rozšíření robotických aplikací o dva další procesy aditivní výroby.

Robotický 3D tisk s využitím technologie Pellet Extrusion Modelling (PEM) nabízí velkoformátový tisk z termoplastů. Tisková hlavice ve formě extrudéru s podávacím šnekem je nesena robotem, materiál (pelety) je podáván z temperovaného zásobníku. Hlavní rozdíl oproti klasické 3D tiskárně využívající filamentovou strunu je výrazně vyšší produktivita a velký pracovní prostor využívající maximální dosah robotu.

Technologie má řadu aplikací. Takto lze vyrábět formy pro kladení kompozitů s dlouhými vlákny, nábytek a mobiliáře, tvarové vakuové upínací přípravky pro obrábění tenkostěnných dílců v aerospace i zajišťovat rychlé prototypování rozměrných součástí. Hlavními výzkumnými tématy je monitoring tiskového procesu a zpětnovazební řízení rychlosti tisku pro dosažení homogenního dílce s dobrou provázaností jednotlivých vrstev a vyhovujícími mechanickými vlastnostmi. To je úzce spojeno s výzkumem přípravy NC kódu pro robota a jeho dráhové řízení. Výzkum je motivován aplikacemi definovanými partnerskými firmami TGS a Compotech Plus.

Rozvíjíme i technologie aditivní výroby, jakou je laserové navařování kovu z drátu (Laser Metal Deposition – LMD). Tisková hlavice nesená robotem taví laserem přídatný materiál ve formě drátu a deponuje jej do vytvářeného dílce. Hlavním výzkumným tématem je technologie depozice materiálu a řízení procesu ve vazbě na dráhové řízení robota. V tom je zkoumán vliv procesních parametrů a řízení pohybu robota na kvalitu vytvořeného dílce. Kvalitou je myšlena jak výsledná geometrie (rozměry a tvary dílce), tak i vnitřní struktura (porozita a krystalická struktura, které výrazně ovlivňují vzniklé mechanické vlastnosti). Aktuální výzkum zejména v oblasti inprocesního monitoringu a zpětnovazebního řízení procesu je opět motivován poptávkou a zájmem konkrétních průmyslových partnerů.

Spolupráce ve výzkumu a vývoji v rámci ČVUT i mezi univerzitou a firmami je klíčem k identifikaci a řešení nových výzev výzkumu v oblasti výrobní techniky i v oblasti podpory českých firem rozvíjejících vlastní originální řešení strojů a procesů.

doc. Ing. Petr Kolář, Ph.D.

[Foto: Jiří Ryszawy a archiv RCMT]

Srovnatelný počet žen a mužů v jakémkoli oboru přináší osvěžující konfrontaci přístupů a způsobů řešení problémů

[Hovoříme s děkanem Fakulty strojní doc. Miroslavem Španielem]

V čem je fakulta jiná, než když jste ji v dubnu 2022 přebíral po profesorovi Valáškoví?

Ve svém volebním programu jsem deklaroval, že nepřicházím dělat revoluci. Myslím, že vnější pozorovatel by oproti stavu před pandemií evidoval málo změn na první pohled viditelných.

Rok 2022 byl obdobím návratu od režimu pandemie covid-19 k normálu. Řada standardních procesů byla modifikována nebo zcela přerušena a bylo nutno je obnovit. V roce 2022 a 2023 se fakulta zapojila do univerzitního programu na přijímání postdoků podporovaného z Fondu budoucnosti pana rektora a nad jeho rámec jsme vytvořili podmínky, aby možnost financovat postdoka měl každý ústav fakulty, pokud jej dokáže v konkursu získat. Na některých pracovištích jsme se díky této zvýšené podpoře naučili s postdoky pracovat, což bylo cílem. V roce 2024 se vracíme pouze k podpoře pozic podpořených i z Fondu budoucnosti. Fakulta až do loňského roku plošně podporovala publikační činnost. Myslím, že jsme si již vytvořili a osvojili potřebné návyky a dovednosti a v roce 2024 se zaměříme na podporu výjezdů akademických pracovníků do zahraničí.

Vrátili jsme se k některým předcovidovým myšlenkám v oblasti komunikace s veřejností a uspořádali jsme již dvakrát setkání „Ochutnej strojařinu“ pro studenty středních škol a semináře pro středoškolské učitele, ze kterých chceme vybudovat tradiční akce naší fakulty. Nerad bych to zakříknul, ale mám pocit, že čím dál více kolegů chápe význam komunikace s veřejností nejen jako službu, kterou vykoná příslušný tým či smluvní partner, ale také jako proces, do kterého se musí bezprostředně zapojit i akademičtí pracovníci.

Oproti roku 2022 žijeme v obtížnějších ekonomických podmínkách, jako celá naše společnost. Vyrovnáváme se nejen s růstem běžných nákladů, ale také s poklesem našich zdrojů v projektech, kterých je v současné době méně. Podstatně se změnil postoj akademické obce fakulty ke spolupráci s obranným průmyslem České republiky a snažíme se o větší zapojení v této oblasti.

S čím jste v prvních týdnech či měsících v čele fakulty nejvíce bojoval?

Již v prvním týdnu ve funkci děkana jsem musel udělat velmi těžké rozhodnutí. Neschválil jsem za fakultu projekt NCKII vzhledem k personálnímu propojení navrhovatele a jednoho z dalších účastníků. Nelehká byla také situace s naplněním sankčních opatření orgánů Evropské unie zakazujících technickou pomoc Ruské federaci a Bělorusku jak ve fázi diskusí, tak i při vlastním naplňování příslušného příkazu rektora na fakultě.

Čekali jste, že budete muset řešit právě tyto problémy, nebo jste počítal s jinými – jakými?

S tím, že budu muset provádět rozhodnutí o velkých projektech, jsem počítal. Ale že budu muset učinit takto závažné rozhodnutí již v prvním týdnu, to jsem nečekal.

Můžete ve stručnosti uvést, co považujete za silné a slabé stránky současné fakulty?

Silnou stránkou fakulty je zejména zájem průmyslu o naše absolventy a naše schopnost takové absolventy pro průmysl v České republice i v zahraničí připravovat. Tyto schopnosti jsou založeny na spojení nejlepších tradic technického vzdělávání, které se vyvíjejí a předávají gene-

raci po generaci již 160 let s naší vlastní vědeckou a výzkumnou prací, a spoluprací s akademickými i průmyslovými partnery v České republice i v zahraničí. Na druhé straně dlouhodobě klesající zájem středoškoláků o studium technických oborů, snad s výjimkou informačních technologií, představuje hrozbu nejen pro naši fakultu. Naší slabou stránkou je, že se nám ne zcela daří oslovit potenciální studenty strojírenských oborů, jejich rodiče, učitele a širší veřejnost, a přesvědčit je, že strojní inženýrství je náročný a zajímavý obor. Obor, který je dnes mnohem více než dříve propojen s dalšími technickými i netechnickými obory a nabízí uplatnění od řídicích pozic v průmyslové sféře až po špičkovou vědeckou práci ve výzkumných organizacích, od práce v těžkých provozech po výrobu v podmínkách s hlídanou čistotou prostředí, od vývoje podporovaného moderními výpočetními a simulačními metodami až po náročné a jedinečné experimenty.

Máme pestrnou nabídku magisterských studijních programů, které korespondují s činnostmi většiny strojírenských podniků u nás. V bakalářském studiu máme jeden hlavní program. V současnosti vedeme vnitřní diskusi, nakolik je to slabá a nakolik silná stránka. Na jedné straně poskytujeme všem budoucím strojným inženýrům solidní společný základ, na straně druhé možná některé potenciální studenty odrazuje, že si do bakalářského studia v programu Strojní inženýrství nedokážou promítnout představu o své budoucí profesi.

Dlouhodobě je naší slabou stránkou nedostatek habilitovaných pracovníků, stejně tak stále ne dostatečná spolupráce mezi ústavem a pracovišti nebo velké rozdíly ve výkonech jednotlivých pracovišť. Máme jako fakulta



doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.

Děkan Fakulty strojní ČVUT pro období 2022–2026.

FS ČVUT absolvoval v roce 1988 v oboru aplikovaná mechanika, o šest let později získal vědeckou hodnost kandidáta věd v oboru mechaniky tuhých a poddajných těles a prostředí. Habilitoval se v roce 2007 v oboru aplikovaná mechanika.

Dlouhodobé odborné zájmy: aplikace metody konečných prvků v inženýrských výpočtech, modely degradace, poškození a porušení materiálů.

Na FS působí od roku 1991, postupně na pozicích výzkumného pracovníka, odborného asistenta, docenta, vedoucího odboru pružnosti a pevnosti a vedoucího ústavu mechaniky biomechaniky a mechatroniky. Od roku 2014 byl místopředsedou AS FS ČVUT a v letech 2017 až 2021 jeho předsedou.

Garantuje předměty v bakalářských, magisterských i doktorských studijních programech, je školitelem doktorandů a vedoucím kvalifikačních prací.

dobré vztahy s průmyslem a podíl této spolupráce v oblasti vědy a výzkumu je poměrně velký, ale ne vždy dokážeme tyto vztahy proměnit v efektivní výsledky.

Proč se uvedená negativa nedaří řešit?

Trend klesajícího zájmu o studium technických oborů je obecným jevem s komplexními příčinami. Stejně jako ostatní fakulty ČVUT i jako další technické univerzity se je snažíme hledat a reagovat na ně. Propagujeme technické vzdělávání mezi mládeží sami i ve spolupráci s firmami, z nichž mnohé považují nedostatek kvalitních absolventů za hrozbu. Snažíme se například prostřednictvím profilů v našem bakalářském studiu představit uchazečům konkrétní obory, ve kterých se naši absolventi uplatní.

V posledních třech letech fakulta podporovala publikování výsledků nespécifikovaného výzkumu často inspirovaného projekty, ve kterých nebývají publikace uznávány jako hlavní výsledky, to se týká zejména projektů Technologické agentury ČR. I díky této aktivitě publikační činnost na fakultě roste. Věřím, že se to s určitým zpožděním projeví i v růstu počtu nových

docentů a profesorů, protože splnění publikačních kritérií představuje největší problém při zahajování habilitačních a jmenovacích řízení.

I přes váš postesk je na tom Fakulta strojní ve spolupráci s firmami velmi dobře, výstupy mnoha společných projektů se v provozech úspěšně realizují, za některé sbíráte i nejrůznější ceny, například za inovace... Patříte stále mezi poptávané partnery, což se projevuje i ve finanční situaci zapojených výzkumných fakultních týmů?

Fakulta se podílí na řadě společných projektů s průmyslovými podniky jak formou kolaborativního výzkumu a vývoje, většinou v kooperaci na projektech, tak i výzkumu smluvního. Tyto spolupráce jsou pro nás důležité a umožňují nám udržet kvalitní tým akademických pracovníků nejen finančně, ale i atraktivními tématy pro výzkumnou práci. Postupně se učíme uplatňovat i náš podíl na vytvořeném duševním vlastnictví, jako se to například podařilo v projektu optimalizace a digitalizace stávající technologie v PD Refractories, který byl oceněn cenou Svazu průmyslu a dopravy ČR za Průmysl 4.0, a na němž

se podílel náš Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie.

Ve kterých oblastech je největší zájem o spojení sil? Je to tradičně ceněné obrábění, materiálový výzkum, nové směry pohybu všeho druhu – od kol přes automobily po letadla či dokonce rakety, nebo jiné?

Kromě tradičních výzkumných center obráběcích strojů, dnes s výrazným přesahem do Průmyslu 4.0, a mobility, ve kterých měla naše fakulta v minulosti možnost takového spojení sil koordinovat, se dnes jedná i o další oblasti, do kterých se naše pracoviště významně zapojují v rámci spolupráce s ostatními fakultami, technickými univerzitami, výzkumnými institucemi i podniky. V posledních letech je to oblast leteckého a kosmického průmyslu, kde se zaměřujeme na vývoj a výrobu letadel, leteckých motorů, komponent kosmické techniky, ale i oblast energetiky a environmentálního inženýrství a další.

Zmínil jste oblast leteckého a kosmického průmyslu, kde má fakulta významnou spolupráci s GE Aviation podpořenou českou vládou, díky níž fakulta v letech 2016 až 2022 vybudovala testovací infrastrukturu leteckých motorů. Jaký výzkum zde nyní probíhá?

Musím trochu poopravit východiska vaší otázky. Česká vláda v roce 2016 nepodpořila přímo spolupráci se společností GE Aviation Czech, ale obrátila se na ČVUT s žádostí o vytvoření infrastruktury pro výzkum a testování leteckých motorů a komponent. Vybudování této výzkumné infrastruktury v rámci Centra leteckého a kosmického výzkumu Fakulty strojní ČVUT bylo podpořeno granty získanými v programu OP VVV a zčásti přímo vládou ČR formou finanční výpomoci, která byla na základě příslibu vlády z roku 2016 letos definitivně vypořádána jako dotace. Spolupráce s GE Aviation Czech, s.r.o., probíhá na základě kolaborativní smlouvy a spočívá zejména v testování vyvíjeného turbovrtulového motoru Catalyst. Zájem o využívání infrastruktury již projevily další firmy, například Honeywell. Účastníme se také několika evropských projektů, ve kterých bude infrastruktura využita například pro výzkum ekologičtějších pohonů letadel, podobný projekt Air-Clean v současné době připravujeme.

Dále jsme získali projekt MechaTwing pro výzkum řízení mechatronického křídla a pro zlepšení našich výzkumných a projektových činností spojením s předními univerzitami západní Evropy.

A zapojují se i studenti. V rámci reakreditace navazujícího magisterského studijního programu Letectví a kosmonautika vznikla specializace Letecké motory, kde nyní studují čtyři studenti. V rámci fakultního Centra leteckého a kosmického výzkumu pracuje první student doktorského studia.

Jak se vám daří získávat šikovné studenty magisterských oborů pro pokračování ve studiu v doktorských programech? A dokážete je následně udržet na fakultě, nebo je častěji, že ve své vědecké kariéře pokračují jinde, případně v zahraničí, nebo se spíše uplatňují v průmyslové praxi?

Nemáme problém se získáváním doktorandů, spíše nejsem zcela spokojen s počtem těch, kteří studium úspěšně ukončí. V poslední době na fakultě ročně absoluuje něco přes dvacet doktorandů. S tímto přírůstkem bychom všechny akademické pracovníky obměnili za patnáct let jen z vlastních zdrojů. Většina absolventů však zjevně nachází uplatnění mimo fakultu, jak ve výzkumných institucích, tak v průmyslové praxi.

Nejlepším absolventům někdy nabídneme možnost zahájit akademickou kariéru bezprostředně po dokončení studia, ale nesnažíme se za každou cenu udržet čerstvé doktory na fakultě jako akademické pracovníky. Za ideální považuji, když ti, kteří pomýšlejí na akademickou kariéru, získají další zkušenosti ve výzkumných institucích nebo v praxi doma i v zahraničí, a později se na fakultu vrátí do pozic akademických pracovníků. Vždy však v těchto otázkách musíme uplatňovat individuální přístup a postupovat citlivě. Na druhou stranu, řada doktorů neodchází bezprostředně po úspěšném ukončení studia, někteří dokončují projekty, na kterých se podíleli jako studenti a do praxe odcházejí později.

Exponáty vaší fakulty na strojírenských veletrzích i na těch, které jsou určeny zájemcům o studium, vždy budí pozornost, čemuž se není co divit, když vystavujete letadla, formule a další atraktivní stroje. Projevuje se tento zájem i na počtu přihlášek?

Bylo by to skvělé, kdybych mohl konstatovat jednoznačný vliv na počet přihlášek, ale spíše to vypadá, že korelace je poměrně volná. Snaha zaujmout potenciální studenty není jedinou motivací pro představování výsledků práce našich vědců a výzkumníků, a nezapomínejme na skvělé výsledky univerzitních studentských týmů, na takovýchto akcích. Kromě komunikace s našimi partnery v průmyslu skládáme veřejnosti také účty z naší činnosti.

Čím to je, že u studujících máte i přes moderní trendy ve vámi vyučovaných oborech stále nejmenší zastoupení žen? Loni bylo přibližně desetiprocentní, zatímco na některých fakultách ČVUT jsou dívky dokonce v převaze, například na architektuře či biomedicíně, a i na tradičně „mužských“ fakultách s náročnými programy, jako je FEL či FJFI, je jejich podíl výrazně vyšší než u vás?

Přesně to nevím, ale domnívám se, že velký vliv má tradiční chápání strojírenství jako spíše mužského oboru s velkým podílem práce ve „špinavých“ provozech. Aktuální data v navazujícím magisterském studiu ve specializaci Biomechanika, kde studentky tvoří 25 procent, nebo v částečně ekonomicky zaměřeném programu Řízení průmyslových systémů s dvacetiprocentním zastoupením studentek tuto domněnku spíše podporují. Nejsem zastáncem rovnosti za každou cenu, ale myslím si, že pro téměř každý obor přináší srovnatelný počet odborníků a odborníků osvěžující konfrontaci přístupů a způsobů řešení problémů. Strojírenství není výjimkou, ba naopak řada spotřebních výrobků vytvořených strojírenskou by si zasloužila empatii žen a jejich pohled na funkčnost v běžném životě. Ženy zde doslova chybějí. Teď jde jen o to, ukázat potenciálním uchazečkám, že strojírenství dnes nabízí ženám zajímavou práci i v čistých provozech či laboratořích. Snad k tomu přispějí i profily v našem bakalářském studiu.

Přiznám se, že mne v loňské výroční zprávě ČVUT překvapil údaj o neúspěšných studentech, podle něhož u vás studium neukončilo tak velké procento posluchačů, jako tomu bývalo v minulosti. Dokonce je situace taková, že na čtyřech fakultách ČVUT mají „studijní úmrtnost“ vyšší než vy. Jak se vám to podařilo?

Existuje několik možných vysvětlení tohoto zajímavého fenoménu. Na fakultě máme už několik let systém podpory studentů prvního ročníku bakalářského studia umožňující vytipovat ohrožené studenty, kterým nabídneme pomoc při sestavování harmonogramu zkoušek čtrnáct dnů před koncem zkouškového období. Máme méně uchazečů o studium, ti jsou však více motivovaní, protože strojírenství byla jejich volbou. A možná jde o náhodnou fluktuaci.

A jak vypadá vaše internacionalizace studia? Máte sice deset programů v cizím jazyce, v tom jste na univerzitě jedni z nejlepších, ale na druhou stranu lze na fakultě studovat jen jeden navazující magisterský program double degree, kde student získává titul jak u vás, tak na zahraniční univerzitě. Připravujete další tyto programy, které, předpokládám, jsou pro studenty velmi atraktivní?

Další programy v cizím jazyce nepřipravujeme. Jak jste zmínila, máme akreditovanou anglickou verzi bakalářského studijního programu i většiny programů v navazujícím magisterském studiu. Z těchto programů většinu neotevíráme proto, že je ekonomicky neúnosné otevírat program pro méně než deset studentů. Specifický je „double degree“ program Master of automotive engineering, který je založen na dohodě čtyř významných evropských univerzit.

Sestavil jste si sám pro sebe nějaký harmonogram, kdy a co ještě chcete vyřešit či čeho dosáhnout ve zbývajícím děkanském období?

Harmonogram nemám, ale v současnosti je otevřeno několik koncepčních problémů, které bych rád do konce děkanského období vyřešil nebo alespoň posunul k řešení. Je to otázka zavedení specializací do bakalářského studijního programu, zlepšení systému evaluací akademických pracovníků, řešení udržitelnosti některých pracovišť, systematické řešení kybernetické bezpečnosti včetně certifikace vybraných pracovišť nutné pro spolupráci s průmyslovými partnery či dokončení inventury využívání ploch a optimalizace z hlediska nákladů.

Vladimíra Kučerová

[Foto: Jiří Ryszawy]



Kovový 3D tisk vylepšuje výrobní procesy

V rámci doktorského programu na Fakultě strojní ČVUT, Ústavu technologie obrábění, projektování a metrologie, se Ing. Vladislav Andronov aktivně zapojil do výzkumu zaměřeného na využití kovového 3D tisku při výrobě nástrojů pro tlakové lití hliníku. Jeho spolupráce s firmou Škoda Auto a.s., konkrétně s jejím útvarem PSW-F Výroba metalurgického nářadí, přinesla značné poznatky a benefity pro optimalizaci procesů výroby.

Již od počátku psaní disertační práce bylo zřejmé, že poznatky z této spolupráce mají velký potenciál vylepšit procesy výroby nástrojů i finálních dílů. „Konkrétně se praktické využití metodiky zaměřuje na porovnání a experimentální ověření základních mechanických vlastností dostupných materiálů pro nástroje používané v tlakovém lití hliníku. Tato metodika slouží jako užitečná příručka pro kolegy a poskytuje detailní přehled o materiálech dostupných pro technologii L-PBF, tedy Laser Powder Bed Fusion,“ upřesňuje Vladislav Andronov.

Dalším cílem výzkumu bylo navrhnout metodiku využití 3D tisku, zejména konformního chlazení, k řešení reálných kvali-

tativních problémů ve sériové výrobě hliníkových dílů metodou tlakového lití. Experimenty provedené v rámci této práce ukázaly výhody využívání kovového 3D tisku v této oblasti. V současné době se ve společnosti Škoda Auto a.s. aktivně prosazuje využívání kovového 3D tisku jako špičkové technologie pro vylepšení výrobních procesů. Nicméně je důležité zdůraznit, že technologie kovového 3D tisku, včetně metod L-PBF (Laser Powder Bed Fusion) a DED (Directed Energy Deposition), neustále prochází vývojem.

Jedním z významných výsledků této spolupráce je projekt 3D tištěného soupuře s konformním chlazením, jehož výsledky byly publikovány v impaktovaném časopise 3D Printing and Additive Manufacturing. Tato spolupráce mezi ČVUT, Škoda Auto a.s. a AUDI AG přinesla nové poznatky a zkušenosti, které mají široký význam pro rozvoj komunity 3D tisku. Je důležité si uvědomit, že i přes výhody, které kovový 3D tisk přináší, je nezbytné zvážit jak ekonomické, tak technické faktory před jeho implementací. Přesto lze konstatovat, že výsledky této práce posouvají hranice možností využití

kovového 3D tisku v průmyslovém prostředí a představují inspiraci pro další výzkum a inovace v této oblasti.

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie má také na starosti výuku předmětů Základy aditivních technologií v bakalářském studijním programu a Aditivní a alternativní technologie v magisterském programu, nabízí vedení závěrečných prací a další možnosti spolupráce se zaměřením na aditivní výrobu pro všechny studenty toužící po znalostech této problematiky.

Fakulta strojní ČVUT hraje klíčovou roli v rozvoji průmyslového sektoru. Jsme hrdí na to, že naše partnerství s průmyslovými subjekty přináší konkrétní inovace a podporuje další rozvoj oboru strojírenství v České republice. Od samého zrodu naší fakulty kládeme důraz na výchovu a vzdělávání generací strojírenských inženýrů. Tyto budoucí odborníky připravujeme na náročné výzvy průmyslového světa, ale také je motivujeme k inovacím a kreativitě, které jsou nezbytné pro udržení konkurenceschopnosti na trhu.

Ing. Libor Beránek, Ph.D.

[Foto: archiv autora]

Záchrana a konzervace historických letadel

Vývoj postupů a metodiky preventivní ochrany leteckých artefaktů (vraků) před jejich degradací byl jedním z cílů mezinárodního projektu PROCRAFT, který finančně podpořilo MŠMT ČR v rámci Makroregionální spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích, iniciativy Společného programování „Kulturní dědictví a globální změny“ (JPICH). Projektové konsorcium koordinoval partner z Francie. Jediným partnerem z České republiky byla Fakulta strojní ČVUT, na výzkumu se podíleli pracovníci Ústavu seřizovací a řídicí techniky.

Projekt PROCRAFT se zaměřil na kombinovanou ochranu, a to invazivní a neinvazivní (preventivní). Z podstaty se jedná o ochranu před korozi slitin hliníku a železa, z kterých byla jak civilní, tak vojenská letadla v meziválečném a válečném období 2. světové války vyrobena. Ochrany kovových materiálů bylo dosaženo za předpokladu interakce s dřevěnými (např. kokpit) a pryžovými (sedadla, silentbloky) materiály letec-

kých vraků. Aktuálnost ochrany v oblasti leteckého kulturního dědictví vyplynula z jeho nedostatečného historického, kulturního a společenského uznání především v evropských zemích (vyjma Velké Británie), kdy např. ve Francii byla ochrana leteckých vraků (uznáním archeologickým artefaktem) přijata až v roce 2013. Proto nedílnou součástí konsorcia projektu byla letecká muzea a asociace v Evropě a Kanadě, které umožnily přístup k leteckým artefaktům a budovám, kde jsou vystaveny či uloženy. Celkem se na řešení podílelo 21 leteckých muzeí, asociací a univerzit v roli tzv. asociovaného partnera.

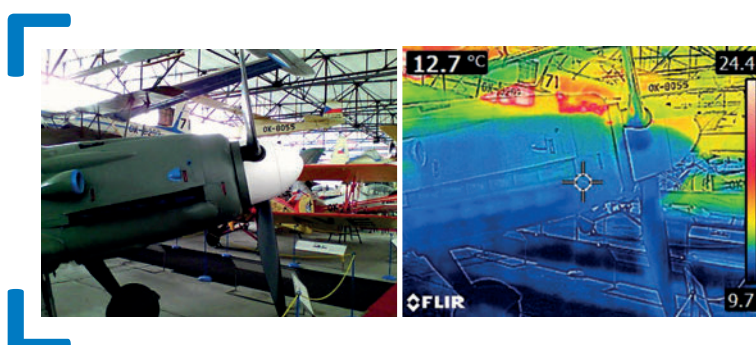
V preventivní ochraně leteckých artefaktů byla navázána úzká spolupráce s Leteckým muzeem Kbely, který je integrovanou součástí Vojenského historického ústavu Praha. K vytvoření návrhu konceptu pro neinvazivní, preventivní ochranu leteckých vraků a jejich částí (především motoru, křidel, trupu, ocasních ploch a kokpitu jako artefaktů běžně vystavených či uložených v leteckých muzeích, hangárech) byly zmapovány podmínky, za kterých jsou letecké artefakty vystaveny/uloženy, a proběhla implementace měření pro sběr jinak nedostupných dat. Pozornost byla věnována řízení mikroklimatu v leteckých muzeích

a tomu, zda v nich jsou k dispozici zařízení nutná k provozování plnohodnotného HVAC systému, umožňujícího také efektivní filtraci nasávaného/vyfukovaného vzduchu. Zmíněné podmínky a dispozice byly sesbírány z mnoha leteckých muzeí a asociací, umístěných také ve Francii, zejména Aeroscopia (Toulouse), Musée de l'Air et de l'Espace (Le Bourget) a Musée de l'Hydravation (Biscarosse), a v Itálii Volandia (Milán).

Následně proběhla implementace nezbytného monitoringu vnitřního prostředí, tj. teploty a relativní vlhkosti vzduchu včetně korozní agresivity, ve vybraných hangárech Leteckého muzea Kbely, zatímco meteorologické údaje o teplotě, vlhkosti, znečištění vzduchu, rychlosti a směru větru apod. jsou automaticky stahovány z meteorostanice na letišti Praha-Kbely provozované Českým hydrometeorologickým ústavem. Rovněž v expozicích Musée de l'Hydravation a Volandia byla nainstalována měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu alespoň v těch nejexponovanějších místech hangáru, s možným výskytem kondenzace vody. Právě ta se ukázala být největším nedostatkem nevytápěných hangárů v zimních měsících v důsledku cyklických jevů počasí i klimatických změn, tj. ochlazení



➤ Aktuálnost ochrany v oblasti leteckého kulturního dědictví vyplynula z jeho nedostatečného historického, kulturního a společenského uznání především v evropských zemích (vyjma Velké Británie), kdy např. ve Francii byla ochrana leteckých vraků (uznáním archeologickým artefaktem) přijata až v roce 2013.



pod bod mrazu a náhlé oteplení. Zato v letních měsících letecké památky v hangárech trpí přehříváním v důsledku vln veder, kdy s teplotou se urychluje proces koroze.

Preventivní ochrana leteckých artefaktů je navržena řízením mikroklimatu v leteckých muzeích na základě predikce koroze především sendvičové struktury částí (trupu, křidel) leteckých vraků. Sendvičová struktura, vedle překližky a textilu, je složena z duralových plátů, kde převážujícím materiálem je dural či superdural. Úskalím ochrany před korozí je i to, že kromě atmosférické koroze jsou části letadel (zejména motor) poškozovány galvanickou korozí, a to v důsledku kombinace slitin hliníku se slitinami železa použitých v částech letadel.

Pro predikci koroze bylo nasazeno strojové učení aplikující monitorovaná data včetně údajů z korozimetru umístěného v hangáru. Přestože jsou letecké vraky chráněny před větrem a deštěm, bude bez alespoň minimální temperace hangáru na površích letadel docházet ke kondenzaci vody obsažené ve vzduchu. Pro zpracování, analýzu datových řad a strojové učení byl vytvořen softwarový nástroj SmartHangar v programovacím jazyce Python.

doc. Ing. Jaromír Fišer, Ph.D. a kol.

[Foto: Dr. Goran Simeunović, Ph.D.]



Termovize prostoru v hangárech s expozicemi válečného a poválečného československého letectva (Letecké muzeum Kbely) zobrazující teplotní pole povrchu vystavených letadel se značným rozptylem teplot v důsledku kombinace studené podlahy a průniku slunečního záření podstropními okny do prostoru hangáru.



Automatizace ovocnářství

S rozvojem koncepce Industry 4.0 v oblasti průmyslové výroby, která znamená nasazení prvků doposud vlastních především vyspělým počítačovým systémům, dochází k analogickému vývoji i v jiných oblastech – například v zemědělství, kde vznikla iniciativa Agriculture 4.0 zaměřující na integraci pokročilých technologií do zemědělské výroby.

Jedná se o začleňování vyspělé automatizace, umělé inteligence, internetu věcí, precizního zemědělství či robotizace. V rámci projektu „Nová koncepce sadů s nástupem technologií 4.0“ rozvíjí Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s. r. o. spolu s Technickou fakultou ČZU a Fakultou strojní ČVUT implementaci prvků umělé inteligence, počítačového vidění, vyspělé automatizace a robotiky do produkce jablek včetně šlechtění vhodný odrůd/genotypů. Cílem je zvýšit efektivitu a kvalitu ovocnářské produkce.

Na Fakultě strojní se věnujeme využití počítačového vidění pro automatickou identifikaci jednotlivých struktur v obrazových datech. Robotická platforma projíždí sadem a snímá stromy vysoce citlivými kamerami, 3D (hloubkovou) kamerou, lidarem (Light Detection and Ranging) a ultrazvukovými senzory. Počítač využívá umělou neuronovou síť „natrénovanou“ pro automatickou identifikaci kmenů jabloňů a tyto údaje fúzuje s daty z lidarů, jenž kmeny identifikuje pomocí shlukové analýzy a s daty z pozičních systémů robotické platformy, jako je GPS, enkodéry kol nebo IMU (Inerciální měřicí jednotka). Robot současně k orientaci v sadu využívá i tak zvané apriorní informace v podobě robotické mapy sadu, v níž jsou vyznačeny jednotlivé stromy s jejich unikátními identifikátory. Pro vytvoření záznamu z průjezdu robota je využívána identifikace pomocí QR kódu, v němž je zapsán kód konkrétní řádky v sadu. Ke každému stromu tedy můžeme přiřadit jeho fotografie, strojovým viděním identifikované parametry, jako je např. množství a velikost plodů, květů, květních pupenů a podobně. Současně tento přístup umožní spárovat tato data s informacemi o péči o sad, tedy aplikací postřiků, hnojení nebo prořezávání. Tím vznikne digitální dvojče sadu.

Strojové vidění použité v tomto projektu je založené na „předtrénovaných“ umělých neuronových sítích. Ty jsou následně „trénovány“ na rozpoznání konkrétních objektů v obrazových datech. Pro trénování je zapotřebí obrazová data (fotografie) ručně anotovat – tedy označit/obkreslit jednotlivé objekty, které chceme identifikovat (například jablka, kmeny, celé koruny, květy atp.) Umělá neuronová síť se potom naučí tyto objekty rozpoznávat. „Trénování“ neuronové sítě je relativně výpočetně náročné, a proto k němu využíváme přenesení výpočtů na výkonnou grafickou kartu.

Výstupem projektu bude komplexní systém péče o sad, obsahující jak farmářský informační systém s digitálním dvojčetem sadu, tak systém pro navigaci robota, automatický sběr informací robotem přímo v sadu až po robotickou sklizeň, které se věnují kolegové z Technické fakulty ČZU. Jedná se o perspektivní zemědělské postupy, které umožní zvýšit kvalitu a snížit závislost na stále více nedostatkové odborné lidské práci. Podobnými výzkumy se zabývají pracoviště v Izraeli, Spojených státech a Kanadě.

Ing. Mgr. Jakub Jura, Ph.D. [Foto: archiv autora]

Implantáty z recyklovaných materiálů

Díky aktuálnímu rozvoji aditivních technologií, zejména 3D tisku kovových slitin, se otevírají nové možnosti pro recyklaci tisknutelných materiálů. Při 3D tisku vzniká velké množství nadbytečného materiálu, který není využit ve finálním vytištěném dílu (například stavební podpěry) a zároveň není prášek během tisku plně spotřebováván. Vznikají tedy zbytky materiálu, které jsou svou podstatou podobné těm, které zůstávají po běžných technologických procesech, jako je odlévání, obrábění nebo tváření. I tento materiál je možné recyklovat, znovu jej využít a tím minimalizovat odpad a maximalizovat využití surovin.

Na Ústavu materiálového inženýrství Fakulty strojní se ve spolupráci s průmyslovými partnery zabýváme výzkumem a vývojem titanových slitin a možnostmi jejich recyklace. Naše snahy směřují k zajištění udržitelného využití surovin a k vytváření inovativních řešení pro průmyslové a medicínské aplikace. Ve spolupráci se společností Advanced Metal Powders testujeme možnosti recyklace titanových slitin metodou

plazmového obloukového tavení. Nejedná se pouze o ověření vlastností recyklovaného materiálu a jeho porovnání s primárně vyráběným, ale také možností výroby prášku z recyklátu a jeho následného využití pro aditivní technologie.

Konkrétním příkladem využití jsou medicínské aplikace. S výrobcem lékařských implantátů ProSpon spol. s r. o. testujeme prášky získané recyklací. Individuální implantáty vytištěné z recyklovaného prášku vyhovují z hlediska mechanických i chemických vlastností, které se neliší od tištěných implantátů z primárního prášku. Možnost recyklace prášku snižuje výsledné náklady na výrobu implantátů a otevírá cestu k širšímu využití moderních beta titanových slitin. V současné době testujeme tisk beta titanové slitiny TiNbTaSn z recyklovaného prášku, která by mohla nahradit standardně používanou slitinu Ti6Al4V ELI. Zavedením slitiny bez obsahu hliníku a vanadu lze eliminovat riziko uvolňování toxických prvků do těla pacienta.

Pro některé užití je nutné zvýšit ořezovost povrchu titanových implantátů. Řešením je aplikace tvrdého ořezuvzdorného povlaku, jenž zajistí, že tato náhrada nebude v lidském těle vyvolávat nežádoucí reakce. Právě ořez vznikající při kontaktu povrchu titanového prvku s měkkou tkání lidského těla vede k uvolňování částic kovu do okolí. V současné době se to týká přede-

vším onkologických implantátů. Na základě dlouhodobé spolupráce s firmou ProSpon spol. s r. o. byl pro tento účel optimalizován povlakový systém na bázi DLC (diamond-like carbon) s adhezí mezivrstvou z titanu a niobu tak, že odolává přirozeně koroznímu prostředí lidského těla. Současně byla optimalizována homogenita tloušťky povlaku i pro komplikované 3D tištěné tvary a porézní struktury a ověřena proveditelnost povlakování v průmyslovém měřítku.

Neméně důležitými recyklovatelnými materiály vhodnými pro aditivní technologie jsou polymery, jejich směsi a kompozity. Na Ústavu materiálového inženýrství se nám podařilo optimalizovat tisk polymerních kompozitů z recyklovaného vstupního materiálu. Úspěšný byl tisk syntetické polyethylenové matrice se zabudovanými skelnými vlákny se zvýšenou mezifázovou adhezí na rozhraní matrice-výztuž. Byla též ověřena možnost tisku směsí degradovatelných biopolymerů na bázi polyhydroxybutyrátů a polyhydroxyalkanátů s kyselinou polymlečnou. Aktuální směr výzkumu je zaměřen na udržitelné materiály, kterými budou plně degradovatelné tisknutelné polymery z recyklovaných vstupních surovin.

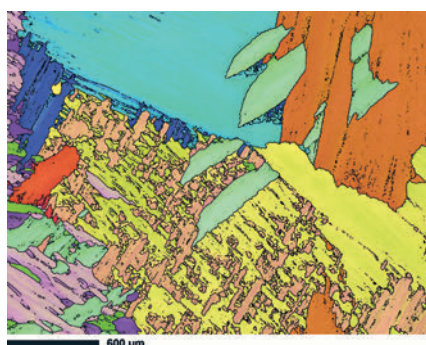
doc. Ing. Ladislav Cvrček, Ph.D.,

Ing. Jan Krčil, Ph.D.,

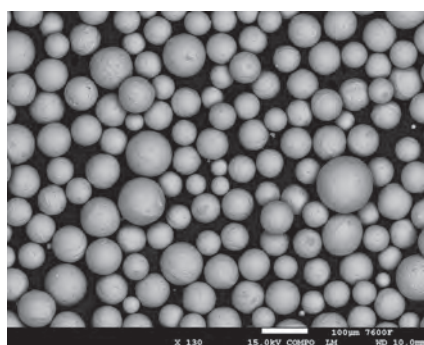
Ing. Taťana Vacková, Ph.D.

[Foto: Ing. Lucie Pilsová (obr. 1–4)

Ing. Zdeňka Jeníková, Ph.D. (obr. 5)]



[1]



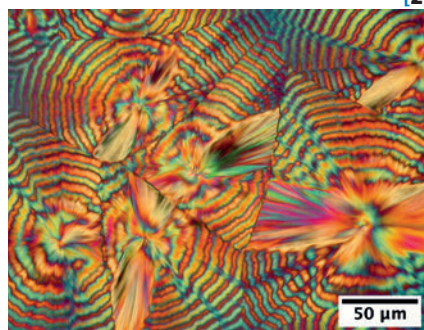
[2]



[3]



[4]



[5]

↩ **[1]** Krystalografická struktura recyklovaného titanu cp Ti grade 2 získaná pomocí elektronové mikroskopie (metoda EBSD) **[2]** Snímek prášku slitiny Ti6Al4V ELI atomizovaného z recyklovaného materiálu, pořízeno na skenovacím elektronovém mikroskopu **[3]** Zápěstní implantát vytištěný z prášku recyklované beta titanové slitiny TiNbTaSn **[4]** Implantát vytištěný z titanové slitiny Ti6Al4V ELI a následně povlakovaný DLC vrstvou **[5]** Sfěrolitická struktura recyklovaného PHA polymeru pozorovaná pomocí světelného mikroskopu v polarizovaném světle



Vývoj ILT spoje aplikovaného na rámu jízdního kola CDuro

Spojování kompozitních materiálů je konstruktérskou výzvou. Běžně používané metody mají své nedostatky, například v přidání hmotnosti vložky u integrovaných spojů, požadavku na čistotu a kvalitu povrchu u spojů lepených, nebo nutnosti lidské interakce při ručním laminování. Výsledkem aplikovaného výzkumu Odboru pružnosti a pevnosti z Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky Fakulty strojní ČVUT, realizovaném ve spolupráci se společností Compo Tech PLUS, spol. s r. o. v letech 2019–2021, je univerzálně použitelný spoj kompozitního materiálu – ILT, který projektový partner úspěšně využívá ke spojování různých, zejména trubkových, konstrukcí.

Na začátku byla myšlenka tvorby spoje, který bude co nejvšestranněji použitelný, opakovatelný, přesný a bude možné ho dimenzovat s ohledem na tuhost a pevnost. Díky novátorské metodě navíjení kompozitních vláken společností Compo Tech tak bylo možné vytvořit unikátní Integrated Loop Technology (ILT) spoj, který je s využitím robotů plně automatizovaně integrován v samotném kompozitu již při výrobě.

V rámci spolupráce na vývoji byly vzorky s navrhovanými ILT spoji testovány v laboratoři Odboru pružnosti a pevnosti. V prvotní fázi bylo experimentálně zkoušeno větší množství materiálů a možných geometrií ILT

spoje při zatížení tahem a tlakem. Vzorky byly během zatěžování sledovány řadou metod: odporovou tenzometrií, korelací digitálního obrazu, akustickou emisí, optickými vlákny či pomocí nově vyvíjených senzorů z uhlíkových vláken. Poslední dva zmíněné typy senzorů byly instalovány nejen na povrch, ale v průběhu vývoje byly umístěny i uvnitř kompozitní skladby vzorků. Ruku v ruce s experimentálním programem probíhala numerická analýza pomocí metody konečných prvků (MKP). Na základě výsledků počáteční experimentální kampaně a simulací MKP byly provedeny změny geometrie a byl upraven výrobní proces, s následným ověřením pomocí tahových a tlakových testů na dvou nejslibnějších návrzích ILT spoje. Konečný návrh byl pak podroben zkouškám krutem a ohybem, opět s využitím zmíněných experimentálních metod. Všechny módy laboratorního zatížení byly simulovány pomocí MKP, kdy pro možnost snazšího porovnání s experimentálními výsledky byly modelovány i odporové tenzometry a senzory z uhlíkových vláken.

V návaznosti na vývoj ILT spoje probíhala jeho aplikace pro spojování vinutých kompozitních trubek rámu jízdního kola určeného pro enduro závody. Zkušenosti z experimentální kampaně laboratorních vzorků s ILT spojem a jejich numerických výpočtů byly využity k realizaci MKP analýzy hlavního trojúhelníku rámu jízdního kola. Rám byl, stejně jako laboratorní vzorky, postupně vyroben v několika generacích, které byly v laboratořích Odboru pružnosti a pevnosti podrobeny tahovým a tlakovým statickým zkouškám s vodorovně orientovanou silou působící dle požadavků

odpovídající normy a následně byla upravená geometrie rámu zkoušena i cyklicky. Po ověření bezpečnosti vyvíjené konstrukce byl rám dokořpletován potřebnými komponenty a následovala experimentální fáze v reálném provozu. Prvotní měření proběhlo v Praze, v okolí Točného, kde jsou vhodné trati pro dosažení extrémního zatížení, kdy provozní namáhání rámu kola bylo sledováno pomocí odporových tenzometrů nainstalovaných do vybraných míst konstrukce. Pro další generaci rámu došlo na základě získaných výsledků k redukci sledovaných míst a využití rozměrově úspornějšího měřicího zařízení, které neomezovalo jezdce. V tomto režimu byly realizovány jízdy na různých tuzemských tratích, a to i v rámci enduro závodů. Takto získaná data úspěšně ověřila výhodnost dané konstrukce v reálném použití.

Výsledkem tohoto výzkumu je univerzálně použitelný spoj kompozitního materiálu – ILT. Příklady jeho aplikací, mimo rámu jízdního kola, jsou speciální žebříky, nosné konstrukce baterií nebo spojovací vzpěry. Zkušenosti získané v rámci tohoto vývoje vedly ke vzniku nového produktu v portfoliu společnosti Compo Tech, jízdního kola CDuro s aplikovaným ILT spojem. Díky němu je jedinečné poměrem výkonosti ku hmotnosti konstrukce a vzhledem k procesu výroby a unikátnosti spoje může být snadno upravené na míru a potřeby konkrétního jezdce.

Projekt Vývoj integrovaných spojů kompozitních profilů byl spolufinancován Technologickou agenturou ČR.

Ing. Bohumil Kropík a kolektiv

[Foto: Jiří Ryszawy]

ROBOPROX propojuje výzkum a vývoj robotiky napříč ČVUT

Projekt ROBOPROX: Robotika a pokročilá průmyslová výroba uspěl v ostře sledované výzvě Špičkový výzkum Operačního programu Jan Amos Komenský (OP JAK), kde je jediným se zaměřením na oblast robotiky a průmyslové informatiky. S celkovým rozpočtem 467,9 milionů korun a realizací do poloviny roku 2028 bude tento projekt přinášet řešení konkrétních problémů průmyslové praxe a unikátní teoretické výsledky. Novými přístupy bude přispívat k transformaci českého průmyslu a jeho vyšší konkurenceschopnosti na globálním trhu. Na excelentním výzkumu bude spolupracovat až 180 výzkumníků a výzkumnic ze čtyř českých univerzit. Většina z nich má jako domovské pracoviště ČVUT. Do projektu se zapojují čtyři fakulty a dva ústavy – FEL, FIT, FS, FSv, ÚTEF a CIIRC ČVUT.

Výrobní podniky jsou tlačeny k větší flexibilitě, aby uměly reagovat na individuální požadavky zákazníků nebo měnící se podmínky trhu. ROBOPROX bude průmyslu s těmito výzvami pomáhat. Rozvíjí nové metody v oblastech, jako jsou například autonomní a odolné roboty, optimalizační algoritmy pro rozvrhování výroby, spolupráce člověka s robotem a mnoho dalších. Výsledkem bude vyšší efektivita výrobních operací, snazší využití kolaborativních robotů, úspory energií nebo snížení nákladů ve výrobě. Ambicí je pomoci české a evropské ekonomice přejít na flexibilní, ekologickou a konkurenceschopnou výrobu.

Svým rozsahem a zaměřením představuje ROBOPROX komplexní výzkumnou spolupráci. Na celkem třinácti oblastech, jejichž společným jmenovatelem je flexibilita, bude pracovat osmnáct týmů z ČVUT, VUT v Brně, VŠB-TUO a ZČU v Plzni. Na základě předchozích zkušeností s velkými strategickými projekty vedl přípravu projektu tým Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC), který také koordinuje jeho realizaci.

Výzkumné oblasti je možné seskupit podle hlavního zaměření do čtyř domén. Jedna se zabývá systémy, jejich dynamikou a rozloženými parametry, jako je např. dynamika robota nebo řízení složitých systémů. Druhá navrhuje nové materiály, které mají speciální vlastnosti z hlediska toho, jak je možné řídit jejich tvarování nebo jak se mohou deformovat. Třetí doménou je robotika, zejména flexibilní a autonomní roboty pro průmysl, ale i drony a jejich budoucí využití ve výrobě. A tu čtvrtou tvoří průmyslová informatika, kde se výzkum zaměří na optimalizaci výroby a třeba i prokazatelnost toho, že daný algoritmus funguje správně.

Projekt propojí přibližně 180 výzkumníků a výzkumnic v rámci mezioborové, ale i mezigenerační spolupráce. Zhruba ze dvou třetin jsou to stávající zaměstnanci čtyř zapojených univerzit. Nejvíce se jich rekrutuje z ČVUT. Prof. Zdeněk Hanzálek z CIIRC ČVUT celý projekt koordinuje jako hlavní řešitel. Dále se na projektu v rámci ČVUT podílí Fakulta elektrotechnická, Fakulta strojní, Fakulta informačních technologií, Fakulta stavební a Ústav technické a experimentální fyziky. Třetina výzkumníků bude nová, jedná se o pozice pro mladší generaci expertů. Výhodou nových členů týmu je, že akcelerují diskusi, neboť mohou mít jiný nebo nový pohled na řešenou problematiku. Zejména zahraniční postdoktorandi budou pro výzkum obzvláště cenní, neboť již mají za sebou konkrétní výsledky a motivaci zabývat se tématy, která jim ROBOPROX nabízí pro jejich další vědeckou kariéru. Uplatnění naleznou také desítky PhD studentů. Řada výstupů projektu vznikne na základě spolupráce s renomovanými zahraničními univerzitami. Tyto vazby jsou již nastavené díky zapojení zkušených výzkumníků, vznik nových spoluprací bude také podporován, včetně výzkumných stáží a programů vědecké mobility. Výstupem budou nejen vědecké publikace, ale i prototypy, software, patenty a navazující národní a mezinárodní projekty zaměřené na konkrétní aplikace.

Konkrétní zapojení jednotlivých součástí ČVUT

Týmy Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky se zaměřují zejména na robotický výzkum, s čímž koresponduje i to, že prof. Robert Babuška vede jeden z celkem dvou výzkumných záměrů, a sice Robotika a výpočetní metody pro výrobu

(WP2). V rámci výzkumu spolupráce člověka se strojem se odborníci zaměří na celou šíři aspektů, jak udělat z robotů plnohodnotné spolupracovníky člověka. V současné době nejsou roboty dostatečně flexibilní, efektivní, ani opakovatelně použitelné. K překonání těchto problémů přispějí vědci vytvořením modulární architektury a znalostní báze a dále vývojem nových metod pro reprezentaci demonstrovaných dovedností či rozvržení úloh mezi člověka a roboty s využitím různých stupňů autonomního chování. Právě pokročilá autonomie robotů a jejich schopnost zvládat situace s vysokou mírou nejistoty je v centru výzkumu týmu vedeného dr. Liborem Přeucilem. Na kombinatorickou optimalizaci, automatizované plánování a rozvrhování se specializuje tým prof. Zdeňka Hanzálka. V popředí bude oblast plánování výroby, optimalizace umístění, minimalizace spotřeby energie, rozvrhování průmyslové komunikace a dlouhodobé autonomní rozhodování. Zlepšováním softwaru používaného v robotice a výrobě obecně se bude zabývat výzkum formálních metod pro škálovatelnou analýzu pod vedením dr. Mikoláše Janoty. Silný aplikační potenciál se očekává ve výzkumu komplexních systémů pro flexibilní výrobu, který vede prof. Vladimír Mařík. Nově vyvíjené metody umožní pružně reagovat na měnící se požadavky na výrobu prostřednictvím snadné rekonfigurace.

Týmy Fakulty elektrotechnické, které vedou dr. Milan Korda, prof. Didier Henrion, prof. Michael Šebek, prof. Tomáš Polcar, prof. Tomáš Svoboda, doc. Martin Saska a prof. Jan Faigl, se zaměřují na více oblastí. Silné zastoupení mají v tématech spadajících do výzkumného záměru Řízení a optimalizace systémů, materiálů a výroby (WP1), který vede přímo dr. Milan Korda na pozici



Junior Work Package Leader. Týmy přispívají významně i k Robotice a výpočetním metodám pro výrobu (WP2). Budou se zabývat vývojem systémů, datovou analýzou, predikcí a řízením nelineárních dynamických systémů, konvexní optimalizací, numerickým řešením obtížných optimalizačních úloh, propojenými a modulárními systémy nebo modelováním, řízením a optimalizací digitálních materiálů s cílem uspořít energii a snížit náklady v materiálovém inženýrství. Týmy budou zkoumat metody strojového učení pro dlouhodobě odolné systémy, vyvíjet scénáře s využitím kooperativních vzdušných robotů včetně plánování agilního letu v neznámém prostředí a také řešit robotické úlohy plánování s důrazem na kombinatorické sekvenční úlohy společně se spojitou optimalizací zohledňující pohybová omezení robotů pro vyšší efektivitu a produktivitu vnitropodnikové logistiky.

Tým Fakulty strojní, jenž vede prof. Tomáš Vyhliďal, bude vyvíjet nástroje pro návrh řízení komplexních systémů s časově proměnnými parametry a implementovat je do průmyslově použitelných regulátorů a estimátorů s nízkým řádem. Teoretické poznatky se využijí pro řízení systémů s dis-

tribuovanými parametry, například při řízení složitých robotických struktur. Další aplikací bude potlačení vibrací robotických struktur. V oblasti výrobních strojů a procesů se tým zabývá aditivní výrobou s využitím laserů (LMD-w) a velkorozměrovým 3D tiskem.

Odborníci z Fakulty informačních technologií pod vedením doc. Dušana Knopa a prof. Christopa Kirsche budou v rámci projektu v teoretické rovině zkoumat složitost konkrétních problémů z výroby, aby výsledné navržené řešení bylo možné efektivně a bezproblémově aplikovat v praxi. Konkrétní průmyslové problémy budou formalizovány a řešeny za použití metod

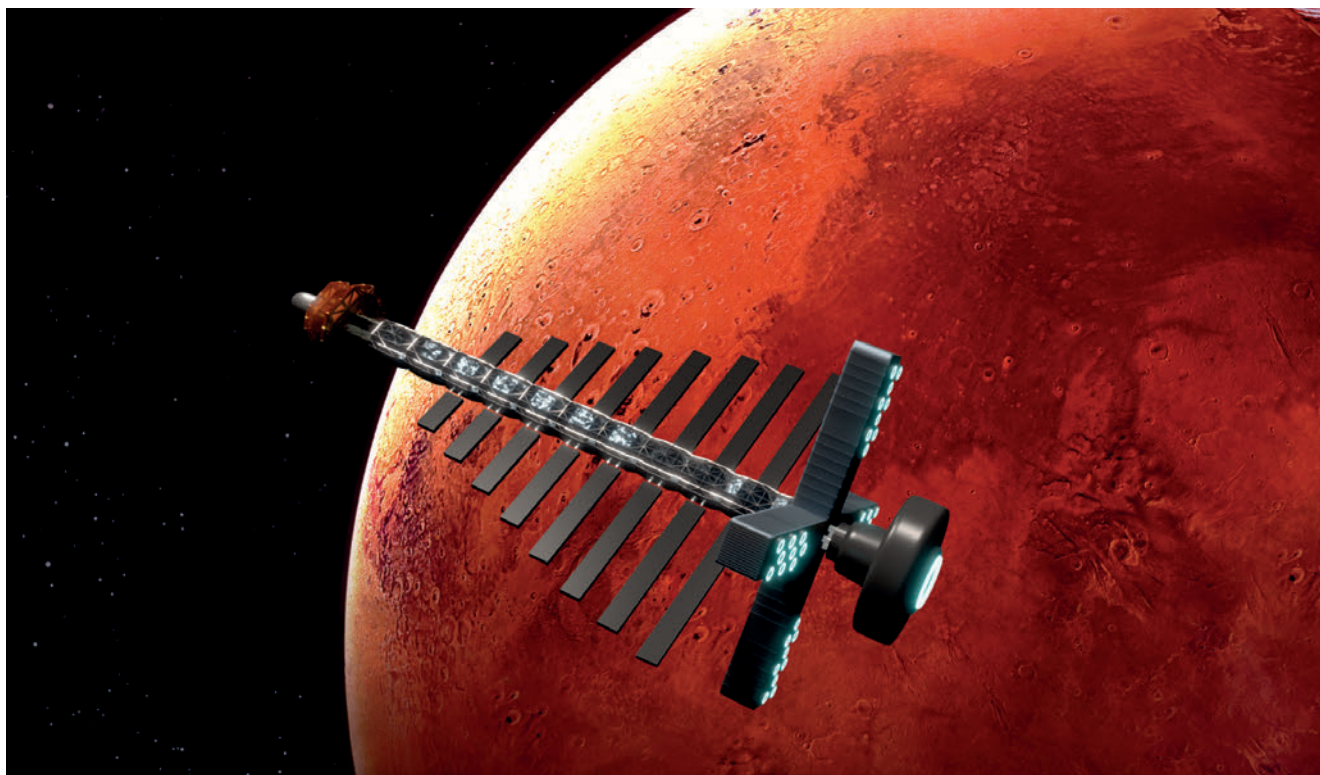
z oboru parametrizované složitosti nebo pomocí teorie grafů.

Fakulta stavební je v projektu zastoupena experty pod vedením prof. Jana Zemana, kteří se budou věnovat počítačovým simulacím a optimalizaci materiálů, mechanismů a konstrukcí s modulární funkční architekturou. V oblasti simulací budou vyvíjet efektivní modely a rychlé iterační řešiče pro předpověď statického a dynamického chování modulárních systémů. Optimalizační část bude zaměřena na rozvoj algoritmů pro simultánní návrh rozmístění modulů a jejich vnitřní struktury nebo metod pro využití konvexní optimalizace při optimálním návrhu mechanických systémů. Tyto dvě výpočetní oblasti doplňuje experimentální část, ve které se bude provádět výroba modulárních struktur a validace jejich odezvy.

Tým Ústavu technické a experimentální fyziky pod vedením dr. Roberta Filgase se zapojuje zejména do výzkumu spolupráce člověka se strojem a přispívá vývojem aplikací pro robotický systém zaměřený na detekci radiace.

Ing. Mgr. Eva Doležalová, CIIRC
a tým ROBOPROX [Foto: Jiří Ryszawy]

➤ **ROBOPROX rozvíjí nové metody v oblastech, jako jsou například autonomní a odolné roboty, optimalizační algoritmy pro rozvrhování výroby, spolupráce člověka s robotem a mnoho dalších. Výsledkem bude vyšší efektivita výrobních operací, snazší využití kolaborativních robotů, úspory energií nebo snížení nákladů ve výrobě.**



Návrh vesmírného plavidla s jaderným pohonem

Současné technologie pohonu vesmírných plavidel se z velké části opírají o chemické a iontové motory. Chemické motory, které jsou nejběžnějším typem používaným pro start z povrchu Země a pro některé orbitální manévry, poskytují vysoký tah, ale mají omezenou účinnost a dobu provozu kvůli limitovanému množství paliva, které mohou nést. Iontové motory na druhou stranu nabízejí vysokou účinnost díky použití elektrické energie k urychlení nabitých částic, ale generují relativně nízký tah, což činí jejich použití ideálním pro jemné úpravy trajektorie a dlouhodobé mise bez nutnosti rychlých manévru.

Iontové motory jsou nejčastěji využívány v kombinaci se solárním napájením. Ty jsou efektivní volbou v okolí Země, kde je intenzita slunečního záření dostatečně vysoká. V blízkosti Marsu ale tato varianta naráží již na své limity. Navíc je nutné pamatovat i na záložní napájení pro případ zastínění solárních panelů.

Jaderný pohon nabízí řešení některých z těchto omezení tím, že poskytuje vyšší účinnost a delší dobu provozu bez nutnosti nést velké množství tradičního paliva. Je možné využívat jadernou energii buď k přímému generování tahu (jaderný tepelný pohon), nebo k výrobě elektrické energie, která pak pohání iontový motor (jaderný elektrický pohon).

Evropská vesmírná agentura (ESA) v současnosti hledá cesty, jak nahradit technologie dodávané dříve z Ruska. Jedná se zejména o radioizotopové zdroje elektrické energie a vývoj jaderných reaktorů pro budoucí mise k Marsu a dále do Sluneční soustavy. Z tohoto důvodu vypsala

ESA v roce 2023 několik výzkumných výzev, které mají za cíl přinést dostatek podkladů k rozhodnutí o nasměrování budoucího výzkumu technologií pro jaderné pohony vesmírných plavidel.



Projekt Rocketroll

Odborníci z Českého vysokého učení technického se zapojili do výzvy Rocketroll (pReliminary eurOpean reCKon on nucLEar elecTric pROpuLsion for space appLications) v rámci konsorcia vedeného společností OHB Czechspace. V konsorciu jsou dále vědci Ústavu vesmírných systémů Univerzity ve Stuttgartu a inženýři z OHB System v Brémách. ČVUT v Praze zastupují Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, kde se odborníci soustředí na návrh jaderného reaktoru a jeho bezpečnostní hodnocení, a Fakulta strojní, kde pracují na návrhu konverzního systému pro generování elektrické energie, systému pro odvod odpadního tepla a zhodnocení provozních parametrů navrženého plavidla.

Základní část projektu končí v březnu 2024 a následně se bude konat ESA Nuclear Propulsion Workshop v sídle výzkumného centra ESA ESTEC v Nizozemsku, kde budou prezentovány závěry dalších týmů v rámci výzvy Rocketroll a také posouzeny možnosti jaderného tepelného pohonu.

Jak funguje jaderný pohon?

Jaderný reaktor představuje zdroj energie s velmi vysokou hustotou výkonu. Pomocí štěpení jaderného paliva se uvolňuje energie držíci pohromadě jádra atomů. Tato energie o mnoho řádů převyšuje vazebnou energii molekul využívanou při spalování konvenčního paliva. Existují dva směry, jak jadernou energii využít pro pohon vesmírných plavidel: jaderný tepelný pohon, nebo elektrický pohon.

Jaderný tepelný pohon je založen na zahřívání reaktantu, jako je vodík, pomocí jaderného reaktoru, což vede k expanzi a vystřelení tohoto plynu skrze trysky a vytvoření tahu. Tato technologie nabízí výrazně vyšší účinnost ve srovnání s chemickými motory a je vhodná pro rychlé manévry a mise v hlubokém vesmíru. Tato technologie vyžaduje zajištění stálého odvodu vznikajícího tepla, aby se předešlo poškození reaktoru, a stále se potýká s výzvami týkajícími se bezpečnosti a možností regulace.

Jaderný elektrický pohon využívá reaktor k výrobě elektrické energie, která je poté použita k napájení iontového motoru. Tento přístup kombinuje vysokou účinnost iontových motorů s dlouhodobým a stabilním zdrojem energie, což umožňuje plavidlům provádět delší mise a efektivněji cestovat ve vesmíru. Přestože je tah generovaný tímto systémem menší než u chemických motorů, jeho schopnost udržet dlouhodobě pohon bez potřeby doplňování paliva je neocenitelná pro průzkum hlubokého vesmíru.

Výhodou jaderného elektrického pohonu oproti tepelnému pohonu je jeho flexibilita a bezpečnost, protože výroba elektrické energie a její použití k pohonu motoru může být efektivně kontrolována a regulována. Tento přístup přináší slibnou cestu k překonání současných limitů vesmírného cestování a otevírá dveře k novým možnostem průzkumu a osídlení vesmíru.

Základní parametry navrženého plavidla

V současné fázi vývoje není možné prezentovat všechny detaily navrženého plavidla, lze však představit základní východiska celého

návrhu. Jaderný reaktor je dimenzovaný tak, aby poskytoval tepelný výkon dostatečně velký ke generování několika MW elektrické energie v konverzním systému. Tento výkon navíc musí dodávat stabilně po několik let. Dřívější koncepty reaktorů pro vesmírné aplikace pracovaly s vysoko obohaceným uranem, ale vývoj posledních let nabízí vhodnou alternativu v podobě paliv s obohacením uranu do 20 procent, ale se zvýšenou hustotou. Aktivní zóna reaktoru je navržena tak, aby maximalizovala využití paliva, omezovala úniky neutronů, a to vše při zachování kompaktních rozměrů, které jsou pro dopravu na oběžnou dráhu Země klíčové.

Pro odvod tepla z reaktoru je využit kapalný kov. Přes výměník tepla je připojen konverzní systém postavený na Rankinově cyklu. Důležitou součástí celého návrhu je správné dimenzování radiátorů pro odvod tepla, které zaujímají zdaleka největší plochu celého plavidla. Pro efektivní a flexibilní provoz plavidla je plánováno nasazení více druhů elektrických pohonů. Cílem je nalézt co nejširší spektrum možných aplikací pro navržený jaderný elektrický pohon.

Dosavadní znalosti v této oblasti

Ačkoliv se myšlenka nasazení jaderných reaktorů ve vesmíru může zdát nová, na oběžné dráze Země již působil jeden americký reaktor vyslaný v roce 1965 a 33 reaktorů Sovětského svazu v letech 1970 až 1988. Sloužily pro napájení sledovacích družic a vědecké účely a nebyly určeny k cestám do vesmíru.

Na základě uvedených jaderných aktivit ve vesmíru bylo zformulováno několik bezpečnostních zásad pro využívání jaderné energie ve vesmíru. Ty jsou shrnuty v rozhodnutí valného shromáždění OSN z roku 1992. Mezi tyto zásady patří využívání pouze obohaceného uranu jako paliva a možnost zahájit štěpnou řetězovou reakci v aktivní zóně reaktoru až po dosažení dostatečně vysoké orbity. Na oběžnou dráhu musí být reaktor vnesen konvenčním chemickým pohonem. Brání se tak jaderným a radiačním nehodám při případném selhání rakety nesoucí jaderný reaktor. Dále je nutné zajistit, aby v případě neplánovaného sestupu reaktoru na zem došlo buď k bezpečnému rozptýlení radioaktivních materiálů, nebo k dopadu na zem v jednom kuse, který umožní bezpečné shromáždění jaderných a radioaktivních materiálů.

Evropa má dlouhou historii výzkumu a vývoje v oblasti vesmírného jaderného

pohonu. Mezi klíčové projekty v této oblasti patří DiPoP (Disruptive technologies for space Power and Propulsion) a MEGAHIT (Megawatt Highly Efficient Technologies for Space Power and Propulsion Systems for Long-duration Exploration Missions). Tyto projekty představují evropské úsilí o rozvoj technologií, které by mohly umožnit budoucí mise v hlubokém vesmíru a zároveň zvýšit efektivitu a snížit závislost na konvenčních palivech.

Projekt DiPoP byl zaměřen na zavedení přelomových technologií do oblastí generování elektrické energie a pohonů vesmírných plavidel. DiPoP se nezabýval pouze technologiemi, ale snažil se také zvážit hlavní technologické úsilí v rámci sociálních a politických scénářů, a to jak uvnitř Evropy, tak s ohledem na mimoevropské partnery.

Projekt MEGAHIT byl financovaný Evropskou komisí jako podpůrná akce zaměřená na vytvoření evropského plánu pro jaderný elektrický pohon s výkonem v řádu megawattů v rámci přípravy programu Horizont 2020. V rámci projektu bylo vytvořeno mezinárodní konsorcium a připraven referenční návrh vesmírného plavidla s celkovou hmotností převyšující 40 tun, délkou přes 30 metrů a plochou radiátorů přibližně 1000 m². Tepelný výkon jaderného reaktoru pro generování elektrické energie byl uvažován vyšší než 1 MW.

Oba projekty, DiPoP a MEGAHIT, představují významné kroky v evropském výzkumu a vývoji v oblasti vesmírného jaderného pohonu. Přestože čelily výzvám, včetně technických obtíží a otázek regulace a bezpečnosti, jejich přínosy pro výzkum vesmírného jaderného pohonu jsou neocenitelné. Tyto projekty poskytly nejen cenné poznatky a technologie, ale také položily základy pro budoucí inovace a možnou budoucí realizaci vesmírných misí s jaderným pohonem.

V projektu Rocketroll je tak na co navažovat. Díky úsilí zúčastněných odborníků vznikl promyšlený koncept vesmírného plavidla s mnoha originálními aspekty využívající progresivní technologie. Cesta k funkčnímu jadernému pohonu bude ještě dlouhá a nákladná, ale pro průzkum Sluneční soustavy nemá alternativu. Ovládnutí této technologie otevře lidstvu nové obzory a netušené možnosti.

Ing. Jan Frýbort, Ph.D.,
Katedra jaderných reaktorů FJFI
[Vizualizace: OHB Czechspace]

Štvanická lávka – vývoj převedený do reality

Výzkumem cementem pojených materiálů se Kloknerův ústav zabývá po celou dobu své existence, tedy již 103 let. Proto se nemohl ve své vědecko-výzkumné a vývojové práci vyhnout unikátnímu milníku, kterým se stal cementový kompozit dnes celosvětově označovaný UHPC nebo také UHPFRC. V Čechách lze nalézt již ke třicítce aplikací různého druhu. Unikátní realizací je vloni v létě otevřená Štvanická lávka.

Vývoji UHPC (Ultra High Performance Concrete) – ultra vysokohodnotného betonu, či chcete-li UHPFRC (Ultra High Performance Fibre Reinforced Concrete) – vláknobetonu, a konstrukcím z něj vytvořených se v Kloknerově ústavu (KÚ) intenzivně věnujeme více jak jednu dekádu. Výsledkem projektů základního, ale zejména aplikovaného výzkumu s průmyslovými partnery, je kompozit a technická řešení, která si dnes razí díky zdatným a odvážným partnerům cestu do konkrétních aplikací.

Slovo beton naznačuje, že pojivem je klasický portlandský cement. Svým složením, ale hlavně vlastnostmi se však UHPC od běžného betonu zásadně liší a zcela se vymyká představám o křehké cementové hmotě s omezenou životností a trvanlivostí.

Nosnou kostru běžného betonu tvoří tzv. hrubé kamenivo velikosti běžně 16 nebo 22 mm. Pro složení UHPC je naopak typické, že plnivo tvoří drobné kamenivo se zrnitostí zpravidla pouze do 2 mm s pečlivě navrženým podílem mikropřímiv (struska, popílek, mikrosilika apod.). Pro zajištění zpracovatelnosti čerstvé směsi je používán kvalitní superplastifikátor. Proto je pro UHPC typické, že v čerstvém stavu je jeho konzistence značně tekutá. Je tomu tak i přes to, že vodní součinitel (poměr dávky vody k obsahu pojiva) bývá v intervalu 0,2–0,25 a je tedy zásadně nižší při srovnání s klasickými betony. U nich bývá vodní součinitel v intervalu 0,4–0,5. Výsledkem pečlivě sestaveného složení UHPC je tedy unikátní vysoce pevný cementový kompozit, který je však typicky pro cementové

hmoty křehký. Proto je neodmyslitelnou složkou UHPC dávkování kovových vláken průměru 0,1–0,2 mm délky do cca 20 mm v množství 1,5–3 procenta objemu směsi. U některých méně náročných aplikací jsou dávkována i vlákna polymerní (např. PVA či PP). Po vytvrzení se pevnost v tlaku běžně pohybuje v rozmezí 110–180 MPa, tedy cca 3–5krát výše než normální betony. Zcela ojedinělou vlastností UHPC je velmi vysoká pevnost v tahu na úrovni cca 7–15 MPa, kterou lze zahrnout na rozdíl od klasického betonu do statických výpočtů k přenášení tahových namáhání. UHPC je materiál duktilní, neboli vykazuje vysokou „tažnost“ při porušování. Z hlediska duktility se nápadně podobá tažnosti „kovů“. Zvýšený obsah pojiva a mikropřímiv v konečném důsledku eliminuje kapilární pórovitost. Vzniká tak vysoce hutná struktura, která zajišťuje extrémně vysokou odolnost UHPC proti vnikání kapalných i plyných korozních médií jako jsou voda, chloridy, CO_2 . S tím souvisí vysoká trvanlivost UHPC, které dle výsledků zkoušek mnohonásobně převyšuje běžný beton. Výše uvedené vlastnosti otevírají zcela nové možnosti a směry v navrhování konstrukcí.



První realizací UHPC v České republice, u které měl KÚ příležitost asistovat při vývoji složení UHPC, návrhu prvku a jeho experimentálním ověření, byla oprava mostu v Benátkách nad Jizerou, kterou uskutečnila společnost SKANSKA v roce 2012. Jednalo se o drobnou aplikaci UHPC na desky ztraceného bednění při rekonstrukci spráženého ocelobetonového mostní konstrukce. Dodnes bez problémů slouží, a můžete si ji prohlédnout cestou po dálnici na Liberec. V Čechách už lze nalézt ke třicítce aplikací různého druhu: fasádní element, lávky pro pěší malých rozpětí, velké zavěšené lávky, opravy a zesílení konstrukcí vrstvami UHPFRC.

Unikátní v mnoha ohledech a nepřehlédnutelnou realizací je bílá lávka Holešovice–Karlín neboli Štvanická lávka, otevřená v červenci roku 2023. Díky spolupráci všech subjektů se podařila stavba architektonicky atraktivní konstrukce z moderního a odolného UHPC. Na vzniku pěší lávky délky cca 300 m s rampou na Štvanický ostrov s průchozí šířkou v hlavním směru 4 m a v místě rampy 3 m se pracovníci KÚ podíleli velmi zásadně. Autoři architektonického a konstrukčního návrhu, architekti Petr Tej a Marek Blank a statik Jan Mourek se v tomto vysokoškolském ústavu ČVUT dlouhodobě zabývali problematikou UHPC jak z hlediska architektonického, tak praktické technické využitelnosti. Samotný unikátní návrh vzešel z mezinárodní architektonické soutěže pořádané Institutem plánování a rozvoje hlavního města Prahy.

Osa mostu je navržena jako plynulá křivka vedená směrovými a výškovými oblouky. Hlavní nosná konstrukce mostu je tvořena šestipólovým spojitým železobetonovým nosníkem příčným řezem tvaru H, konstrukčním materiálem je bílé UHPC povrchem odpovídajícím lesklému bílému mramoru. Jedná se o dva plnostěnné boční parapetní nosníky s mezilehlou deskou mostovky, která je podporována příčnými žebry. Výrobně a montážně jde o segmentovou mostní konstrukci tvořenou 57 prefabrikáty, které vyrobila společnost KŠ Prefa s. r. o. (zaštitěno Lukáš Smrť, Jan Marek) za intenzivní vývojové (optimalizace

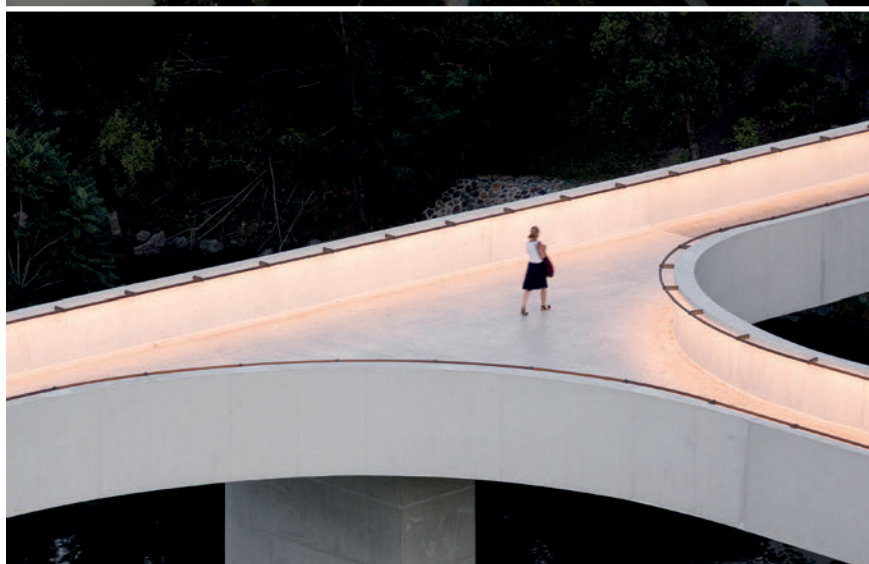
směsi UHPC z hlediska barevnosti) a technologické (kontrolní testy během stavby) spolupráce pracovníků KÚ (Jiří Kolísko, David Čítek, Karel Hurtig). KŠ Prefa s. r. o. je dlouholetý partner KÚ v oblasti aplikovaného výzkumu. Segmenty nosné konstrukce jsou podélně předepnuty a vzájemně spojeny lany se soudržností, které jsou vedeny uvnitř průřezu lávky. Celý systém předpětí je navržen ve stupni ochrany PL3. Realizační dokumentaci stavby zpracovala společnost TOP CON Servis s. r. o. (Vít Najvárek), celou stavbu realizovala Skanska a.s. (hlavní stavbyvedoucí Michal Kunz). Součástí výroby segmentů byl i unikátní monitorovací systém navržený v KÚ Miroslavem Vokáčem. Po dokončení stavby byl systém oživen, je funkční a poskytuje informace o konstrukci. Krajní pole na holešovickém břehu je s ohledem na nutnost dodržení podmínky umístění konstrukce nad hladinou vody Q2002+1,0 m v případě povodně navrženo jako zdvižné. Součástí konstrukce je ornamentální bronzové madlo s figurálními motivy zvířecích hlav na koncích od sochaře Aleše Hvízdala. V madle je integrováno osvětlení lávky. Na ostrově Štvanice u vstupu na lávku je umístěna figurální socha s názvem Řeka od sochaře Jana Hendrycha. Po dokončení stavby prováděl Kloknerův ústav statické a dynamické zatěžovací zkoušky (Petr Bouška, Miroslav Vokáč).

Štvanická lávka je Stavbou roku 2023 v soutěži Nadace pro rozvoj architektury a stavitelství. Výherce porota vybírala z 38 nominací, porotci mj. ocenili trvanlivost konstrukce, která je až dvojnásobná oproti standardu.

Těší nás, že jsme s kolegy z Kloknerova ústavu a průmyslové sféry měli možnost se aktivně podílet nejen na grantových projektech, ale hlavně na realizacích. Je radost být účasten vzniku něčeho nového, být při tom, když se výzkum a laboratorní poznatky přenášejí do života. Od roku 2010 jsme urazili velký kus cesty. A v oblasti UHPC držíme krok s celosvětovým vývojem.

**prof. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.,
Ing. MgA. Ing. arch. Petr Tej, Ph.D. et Ph.D.,
MgA. Zuzana Auská, Kloknerův ústav**

[Foto: Alex Shoots Buildings]



Malé světy pro radost z bydlení

[Druhá kůže vybrala nejlepší studentské projekty bytových staveb]

Vítězným projektem dvanáctého ročníku soutěžní přehlídky Druhá kůže se stalo Bydlení Libeň od Michaela Albrechta z ateliéru Kuzemenský. Porota ocenila práci s kontextem, dotažené dispozice a detaily nabízející uživatelsky přívětivé obytné prostředí. Vyhlášení výsledků proběhlo 29. února na Fakultě architektury ČVUT.

Druhá kůže každoročně prezentuje rozdílné přístupy k navrhování staveb pro bydlení, reflektuje ateliérovou výuku na fakultě a otevírá debatu o metodice navrhování bytových staveb. Do letošního ročníku nominovali vyučující Ateliéru bytová stavba rekordních 60 projektů z 22 ateliérů.

O vítězných pracích rozhodovala porota ve složení: Jaroslav Šafer, Karel Janda, Magdalena Hlaváčková, Marek Blank a Ján Stempel. Hodnotila urbanistický kontext, splnění technických požadavků na bytové stavby, dispozice a celkový výraz. „Oceňujeme zejména vysokou úroveň zpracování jednotlivých projektů i rozsah zpracování některých zadání,“ uvádí porotci a porotkyně. Zároveň studijním doporučili klást větší důraz na kvalitu a čitelnost půdorysů. Kromě hlavních cen byla udělena také čtyři čestná uznání za originální a odvážná řešení.

Ocenění spolu se zástupci poroty, předsedou Jaroslavem Šaferem a Karlem Jandou, předával děkan FA ČVUT Dalibor Hlaváček. Ten pogratuloval všem nominovaným a připomněl také emeritního děkana Zdeňka Zavřela, který stál u zrodu soutěže. Autoři vítězných prací získali finanční odměnu v celkové výši 23 000 Kč.

MgA. Ondřej Šmída, FA

[Foto: Jiří Ryszawy]

➤ Více na <https://www.fa.cvut.cz/cs/galerie/souteze/25717-druha-kuze>





„Libeň je místem mnoha tváří a osobností. Jakoby snad každé zákoutí této čtvrti mělo vlastní kulturu. Nejzajímavější jsou však místa, kde se tyto kultury protínají. Naše parcela je jedním z nich. Řídké osídlení prudkého kopce nouzovými příbytky z dob První Republiky přechází plynule do přísné a důstojné blokové zástavby. Celá kompozice je po obloze rámována železobetonovým železničním viaduktem. Beru si od každého něco. Důstojnost a střídmost blokové zástavby, funkčnost a jednoduchost mostní konstrukce a hlavně radost z bydlení a lidskou tvořivost z osady Hájek,“ popisuje svůj projekt vítěz soutěže Michael Albrecht.

1. cena **Michael Albrecht** –
Bydlení Libeň / Ateliér Kuzemenský
2. cena **Marek Krbec** – Bezručů /
Ateliér Valouch–Stibral
2. cena **Štěpán Musil** – V tandemu /
Ateliér Valouch–Stibral
3. cena **Lukáš Lipka** – Ostrava tower /
Ateliér Koucký
- Čestná uznání**
- Lukáš Fořt** – Bydlení nad Vozovnou
Žižkov / Ateliér Seho–Poláček
- Filip Kiršbaum** – Bytový dům po půl
v proluce / Ateliér Mádr
- Eliška Medřická** – Metabolix /
Ateliér Sosna–Filsak
- Simona Suchá** – Jenga /
Ateliér Zmek–Krýzl–Novotný

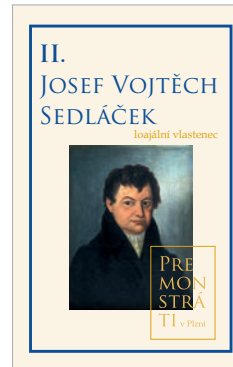
Knižní novinky



➤ **29. února** se na Fakultě architektury ČVUT uskutečnil křest několika zajímavých knižních novinek, jejichž autory jsou osobnosti této univerzitní součásti. Do života byl slavnostně uveden další díl oblíbeného cyklu odborných knih „do kapsy“ – Škola: prostor otevřený 3. tisíciletí doc. Ing. arch. Zbyška Stýblo či monografie Architektura nemocnic v 21. století autorského týmu Ing. arch. Michal Juha a doc. Ing. arch. Karel Fořtl.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]

➤ Čím méně očekáváte, tím zajímavější může být výsledek. Z jednotlivých kousků skládáte mozaiku, obarvujete bílá místa a zaplňujete mezery. Velikou radost máte i z naprosté drobnosti, kterou několik měsíců hledáte, a která nakonec zapadne do skládky, potvrdí vaši teorii, nebo naopak všechny dřívější hypotézy rozmetá a posune úvahy zcela jiným směrem. Rozmanitost dochovaných materiálů byla u tohoto projektu snad tím největším překvapením.



Premonstráti rozvíjeli (nejen) výuku matematiky

Pětidílný knižní komplet **Premonstráti v Plzni**, jenž přináší výsledky výzkumu, které dokreslují vývoj výuky matematiky a přírodovědy ve středoevropském kontextu, byl slavnostně pokřtěn **22. března v Plzni** v rámci konference **Západočeské pobočky České astronomické společnosti**. O práci na tomto unikátním díle hovoříme s prof. Martinou Bečvářovou a doc. Jindřichem Bečvářem z Katedry aplikované matematiky FD ČVUT, kteří se systematicky věnují dějinám české matematiky a jejich evropskému kontextu.



Čím vás profesoři matematiky a dalších oborů, členové tepelské kanonie premonstrátů, kteří působili v 19. století v Plzni, zaujali natolik, že jste jim věnovali tříletý výzkum, jehož výsledkem je unikátní pětidílný publikační počín?

Prof. Bečvářová: Plzeňské premonstrátské školy byly téměř celé 19. století hodnoceny jako „výkladní skříň“ školství českých zemí. Zaujalo nás několik opatů kláštera v Teplé, kteří usilovně podporovali vědu, vzdělanost, kulturu a umění, vybudovali krásné a dobře řízené školy, obsadili je kvalitními a vzdělanými pedagogy s moderním přístupem k výuce a dobrým vztahem ke studentům. Neváhali vybavit školy nejnovějšími pomůckami, přírodovědnými sbírkami, laboratořemi a knihovnou. Před více než dvěma sty lety jim bylo jasné, že kvalitní školství vyžaduje dostatek financí a vynikající učitele, kteří jsou po všech stránkách osobnostmi. Plzeňští profesoři matematiky

a přírodních věd nás oslovili všestrannými odbornými znalostmi, rozsáhlými mimoškolními aktivitami, snahou pozvednout vzdělanost a kulturu v západních Čechách, podpořit rozvoj českého jazyka, odborné, osvětové i krásné literatury. Fascinovaly nás jejich názory na politiku, historický vývoj, stát, národ a vlast, ale také loajalita k panovnickému domu na jedné straně, resp. otevřená kritika poměrů a odvaha k rebelii na straně druhé. Přestože plzeňští obrozenci v mnohém předčili své pražské kolegy, nebyli jimi řádně oceňováni, často dokonce přehlíženi.

Kde vidíte hlavní přínos jejich snah o zkvalitnění výuky a vědy i širšího obrozeneckého úsilí z pohledu současnosti, například v souvislosti s jejich tvorbou českých učebnic matematiky, fyziky či astronomie?

Doc. Bečvář: Profesoři matematiky a přírodních věd – Josef Vojtěch Sedláček a Josef František Smetana – se v rámci vlasteneckého úsilí pustili do výuky českého jazyka, do sepisování



III. JOSEF FRANTIŠEK SMETANA

vlastenec a rebel

PRE
MON
STRÁ
TI v Plzni

IV. OBRAZOVÉ PŘÍLOHY

PRE
MON
STRÁ
TI v Plzni

V. BIBLIOGRAFIE

prameny, rejstřík

PRE
MON
STRÁ
TI v Plzni

PRE MON STRÁ TI v Plzni

prof. RNDr. Martina Bečvářová, Ph.D., a doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc.

Premonstráti v Plzni

První vydání, pětisvazková monografie má celkově 1576 stran, formát 156 x 232 mm, ISBN celého kompletu 978-80-01-07200-4

Studium role premonstrátů působících v Plzni zejména ve vývoji matematiky a přírodních věd v českých zemích v 19. století stálo dosud poměrně stranou zájmů historiků vědy, stejně tak jejich aktivity vzdělávací a buditelské. Pětisvazková monografie Premonstráti v Plzni, která vznikala v letech 2021 až 2023 na Ústavu aplikované matematiky Fakulty dopravní ČVUT s podporou Grantové agentury ČR (projekt Nedoceněná role plzeňských premonstrátů v matematice a přírodovědě č. 21-088355), ukazuje zásadní přínos osvědčených, vzdělaných a mimořádně schopných profesorů plzeňského Filozofického ústavu a gymnázia. Podrobuje pečlivému zkoumání jejich odborné práce, snahy o modernizaci výuky, jejich úsilí směřující k sepsání českých učebnic matematiky, fyziky, astronomie a světové historie, tvorbu české odborné terminologie, jejich vzdělávací, osvětové, kulturní a obrozenecké aktivity, a to vše v širokých historických souvislostech. Zvláštní pozornost zaměřuje i na vývoj jejich názorů na politické, celospolečenské a kulturní dění, na jejich literární a uměleckou tvorbu. Výzkum přinesl originální poznatky dokreslující vývoj výuky matematiky a přírodovědy ve středoevropském kontextu. Na vydání knižního kompletu se podílelo i Nakladatelství ČVUT.



českých učebnic geometrie, fyziky, astronomie a světové občanské historie. Potýkali se s neuvěřitelně mnoha problémy, o kterých se nám ani nezdá, jakými byl nedostatek kvalitních vzorů, absence české terminologie, nechuť nakladatelů vydávat neziskovou českou odbornou literaturu, tisk na vlastní náklady, problémy s prodejem, cenzura, policejní dozor, zdraví aj. České učebnice sepisovali pro dosud neexistující české školy, v jejichž vznik doufali. Na vyšších školách se na počátku 19. století vyučovalo latinsky, později německy, čeština byla nepovinným, trpěným a na řadě škol nechtěným předmětem. Nevěděli, zda výsledky jejich náročné práce naleznou uplatnění, čtenáře a zájem společnosti. Přesto se na tuto nelehkou cestu pustili a vytrvale po ní kráčeli, jen někdy s úspěchem, ale vždy se vztyčenou hlavou a se ctí. Podíváme-li se například na Sedláčkův návod ke studiu geometrie z roku 1822, můžeme jej po malých jazykových úpravách doporučit dnešním učitelům i žákům. Při četbě Sedláčkovy geometrie oceníme příklady z běžného života, jemný humor i vtipná řešení netradičních úloh. Začteme-li se podrobněji do Sme-

tanovy astronomie nebo jeho učebnic fyziky, uvědomíme si, jak hbitě reagoval na aktuální objevy, jak neváhal zmínit i problémové oblasti, v nichž ještě věda tápala, jak se snažil inspirovat studenty. Literárně zaměřený čtenář ocení květnatý, místy až poetický jazyk, s nímž se dnes takřka nesetkáváme ani v krásné literatuře. Exaktně orientovaný čtenář si uvědomí, jak obtížné se vyjadřovaly myšlenky v matematice a fyzice bez kvalitní jednotné terminologie, bez matematického aparátu a s minimem symboliky. O to víc pak ocení stručnost a výstižnost současných textů.

Zažili jste při bádání v archivech nějaké překvapení?

Prof. Bečvářová: Každé archivní bádání je velké dobrodružství spojené s různými překvapeními. Na počátku projektu není jasné, co zajímavého se v tom kterém fondu či v pouhé složce nalézá a zda tam vůbec pro nás něco použitelného je. Nevíte, kde přesně hledat, neboť materiály byly během doby různě přemísťovány a nebylo s nimi vždy nakládáno zrovna v rukavičkách. Čím méně očekáváte, tím zajímavější může být výsledek. Z jednot-

livých kousků skládáte mozaiku, obarvujete bílá místa a zaplňujete mezery. Velikou radost máte i z naprosté drobnosti, kterou několik měsíců hledáte, a která nakonec zapadne do skládanky, potvrdí vaši teorii, nebo naopak všechny dřívější hypotézy rozmetá a posune úvahy zcela jiným směrem. Rozmanitost dochovaných materiálů byla u tohoto projektu snad tím největším překvapením. Potěšila nás neuvěřitelná ochota pracovníků knihoven, archivů, muzeí a dalších institucí, snaha pomáhat, poradit, vybavit naše objednávky, poskytnout kontakt na odborníky specializované na dílčí problémy apod. Tato pomoc byla o to cennější, neboť část našeho tříletého bádání spadala do covidového období. Bez takové ochoty, pochopení a porozumění by naše pětidílná monografie nemohla vzniknout.

Vladimíra Kučerová
[Foto: Jiří Ryszawy]

➤ Ukázky (a později i celé dílo v elektronické podobě) jsou k dispozici na <https://www.fd.cvut.cz/personal/bevcamar/Edice/Edice.htm>



Za hranice učeben s týmem strojařů

Od propojení technologických znalostí až po hudební vlny! Studentská organizace Engineering Student Club (ESC) je klíčovým hráčem pro osobní rozvoj na poli techniky, ale i v oblasti utváření přátelské komunity strojařek a strojařů na Fakultě strojní ČVUT. Nejenže do školních lavic přináší nejnovější trendy a inovace z průmyslové praxe, ale také nabízí studentům příležitost pro seznámení, zábavu a chvilku odpočinku při náročném studiu. Engineering Student Club je součástí Studentské unie ČVUT, díky jejíž podpoře a skvělému rozmanitému týmu úspěšně propojuje technické know-how s kreativitou.

Klub založený téměř před deseti lety skupinou nadšených studentů strojírenských oborů se stal nepostradatelnou součástí života na naší univerzitě. Jeho cílem je poskytnout studentům prostor, kde mohou sdílet své znalosti a zkušenosti, rozvíjet se v odborných oblastech a zároveň si užít různorodé společenské a kulturní akce.

Každý semestr ESC připravuje širokou škálu aktivit, mezi něž patří odborné přednášky, které prezentují přední experti z průmyslových podniků, výzkumných organizací a firem, a představují praktické aplikace a nejnovější trendy v oblastech automobilového průmyslu, letectví, automatizace, energetiky, konstrukce, potravinářského i procesního inženýrství a spoustě dalších. V uplynulých

semestrech navštívily strojáru nejen velké průmyslové podniky, jako je Škoda Auto, Akkodis nebo ČEZ, a velká jména včetně Dany Drábové nebo Martina Hrdličky, ale přednášeli i nadšenci do letectví anebo bývalí studenti, kteří mají za sebou skvělé kariéry.

Nedílnou součástí nabízených aktivit jsou workshopy, díky kterým mohou mladší studenti získat bezprostřední zkušenosti a odpovědi na otázky od těch starších, kteří již mají nějaké studijní milníky za sebou. Prvákům pomáhají již od samého počátku. S těmi, s nimiž se nepotkají na Seznamovák, se představí na workshopu Strojárna Starter Pack v první den semestru. Pro ty, koho čekají první státnice a rozhodují se, jaký obor bude jejich vyvolený v dalším

navazujícím studiu, jsou hned dvě akce – Jak zvládnout státnice a Poznej svého magistra.

A protože vysoká škola připravuje na příští povolání, pořádá ESC i exkurze do provozu – v předchozích letech mohli studenti navštívit Škodu Auto, Valeo nebo VZLÚ. Díky těmto zkušenostem, mohou studenti nahlédnout pod pokličku výroby, výzkumu i vývoje a navázat kontakty pro budoucí kariéru.

Setkávání a společenské akce jsou nedílnou součástí života vysokoškoláka, proto ESC pořádá různé teambuildingy a soutěže, které pomáhají ke zlepšování kolektivu a k tvorbě kooperativního studijního prostředí. Nejoblíbenější akcí tohoto typu jsou strojařské kvízy a běhy.



Exkurze do společnosti Škoda Auto. Studenti si prohlédli laboratoře, vývoj i část výroby v největší tuzemské automobilce v Mladé Boleslavi.



Exkurze na letiště Vysoké Mýto (Aeroklub VM). Účastníci této jedinečné akce měli možnost vyzkoušet si různá letadla na vlastní kůži. Za doprovodu instruktora usedli do kluzáku, motorového letadla, ale i do legendárního Blaníku L-1.

Strojárna žije

Začíná nová éra! S velkou radostí vás tým ESC zve na nejnovější kulturní akci – první ročník hudebního festivalu Strojárna žije!

Celodenní festival není jen o poslechu skvělé hudby, ale i o zábavě a oslavě rozmanitosti technických oborů, jež jsou důležité pro naši společnost. O hlavní program se postarají hudební kapely, jako jsou Foggy Dude, I love you Honey Bunny a další, ale také DJ. V doprovodném programu, kde inovace a kreativita jdou ruku v ruce, se můžete těšit na představení studentských soutěžních týmů, které se umísťují na předních příčkách mezinárodních soutěží v Evropě i za mořem. Dále si můžete prohlédnout simulátory, zajímavé projekty a práce, které se rodí za zdmi strojárny. Akce je příležitostí k setkávání, sdílení svých vášní a objevování nové inspirace.

Připravte se na nezapomenutelný zážitek, který překročí hranice techniky a propojí nás skrze hudbu.



➤ Přednáška ze Strojárny do ESA. Filip Soukup je absolventem FS ČVUT, a za poměrně krátkou dobu si vybudoval úspěšnou kariéru. Co mu k tomu pomohlo a jaká byla jeho cesta? To si vyslechli posluchači jeho skvělé přednášky.



➤ Interaktivní přednáška jihlavské firmy Bosch o využití virtuální reality v údržbě a výrobě. Účastníci si mohli vyzkoušet tuto technologii na vlastní oči.



➤ Tým ESC (současní i minulí členové) na povedené Mikulášské besídce. Společenská akce, jejíž hlavním cílem bylo představení studentských klubů FS ČVUT a milé setkání v předvánočním čase.



Za vším hledej ženu!

Každému nápadu předchází vizionář, a každému úspěšnému projektu vynikající manažer a šéf. V ESC se to vše spojilo do jedné osoby, kterou je Kačka Kobrlová. Pod jejím vedením se ESC rozrostlo nejen o skvělé a šikovné členy, ale i o množství dalších akcí, které zlepšují a zpřijemňují strojařům studijní život.

A jaká je vize do budoucna? Kačka o tom má jasno. „V následujících měsících chceme nadále posilovat propojení mezi studenty a průmyslem, a poskytnout tak našim studentům možnosti k získání praktických zkušeností a ukázek, které nelze získat jen v univerzitních lavicích.“ Program akcí byl od počátku jejího vedení rozšířen, a to tak, že k prvotním přednáškám a exkurzím přibýly i studentské soutěže, sportovní a společenské akce. Nyní se chce více soustředit na posílení partnerství s firmami a výzkumnými institucemi. „Jedním z důležitých bodů je také snaha podpořit inovativní projekty studentů, například tím, že plánujeme do budoucna pořádat hackathon v engineeringu. Úsilí našeho týmu má za cíl přinést pozitivní změny, obohatit studentský život a překročit tak hranice výuky,“ dodává Kačka.

Připravily: Kristýna Kubášová a Kateřina Kobrlová, ESC [Foto: archiv ESC]

Výuka mechaniky v minulosti

ČVUT a její předchůdci působí v Praze již přes 300 let. Přestože se formální ukotvení této vzdělávací instituce, její samospráva, organizace, význam i odborné zaměření v průběhu staletí několikrát proměnily, snaha zajistit studentům odpovídající laboratoře a modely strojů se nemění.

Výuka mechaniky a nauky o strojích měla na pražské technice tradici již od 18. století. Zvláštní pozornost jí věnoval už Franz Leonard Herget, který vybudoval mechanické sbírky, tzv. Maschinensaal. Pověstný soubor mechanických strojů a modelů soustředil do domu bývalého Svatováclavského semináře v dnešní Husově ulici, kde sám bydlel. Později budova připadla přímo technické škole, a proto dnes bývá označována jako Stará technika. Objekt využívá ČVUT dodnes. Herget sbírky doplňoval z nejrůznějších zdrojů, například z kontroverzní dražby majetku Pražského hradu z roku 1778 nebo z matematického muzea v Klementinu zrušeného v roce 1785.

Na výuku mechaniky se zaměřil i František Josef Gerstner, který na přelomu 18. a 19. století přišel s novou koncepcí výuky techniky, a nakonec prosadil přeměnu dosavadní Stavovské inženýrské školy na tehdy moderní polytechniku, kterou vedl v letech 1806–1832. Na sklonku svého života vydal monumentální třísvazkové dílo *Handbuch der Mechanik*, které se brzy po svém vydání stalo základní učebnicí pro strojní, stavební a důlní mechaniku. Podklady k němu, zejména nákresy některých strojů, jsou dodnes uloženy v Archivu ČVUT.

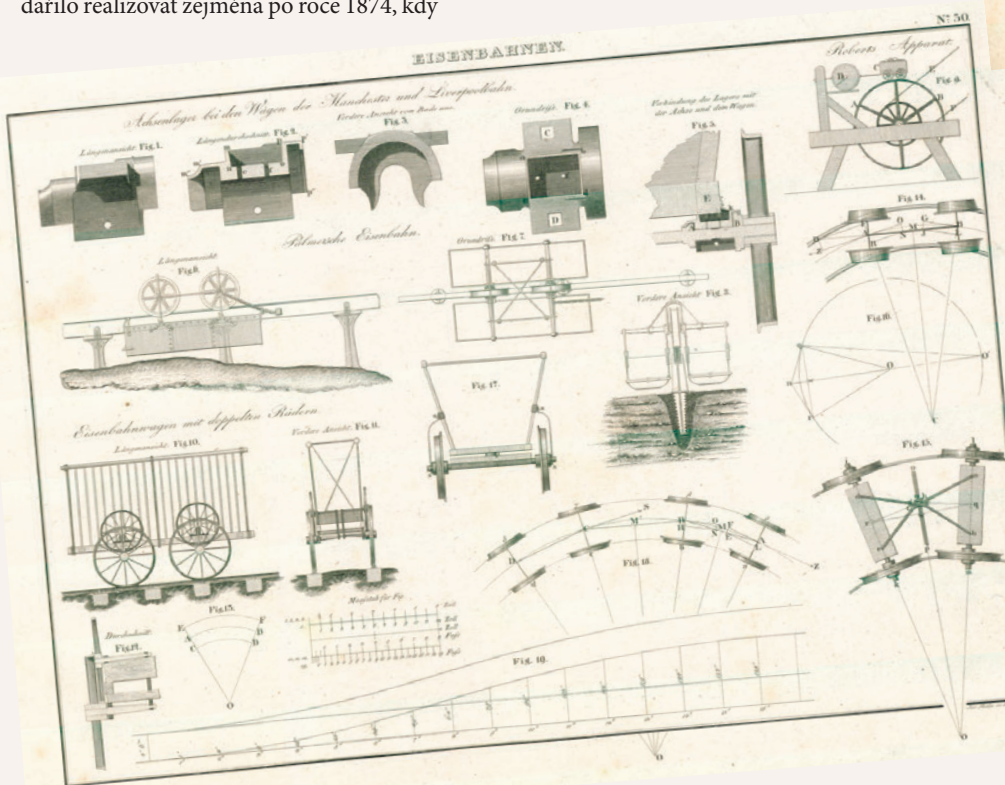
Výuka mechaniky pokračovala i po odchodu F. J. Gerstnera, přičemž vyučující se snažili více či méně vyrovnávat s aktuálními trendy v mechanice a stavbě strojů, tedy předměty, které v průběhu 19. století procházely mimořádně dynamickým vývojem. Počátkem 60. let 19. století již bylo zřejmé, že tehdejší polytechnika nebyla schopna zajistit odpovídající přípravu budoucím technikům. Několik profesorů proto připravilo

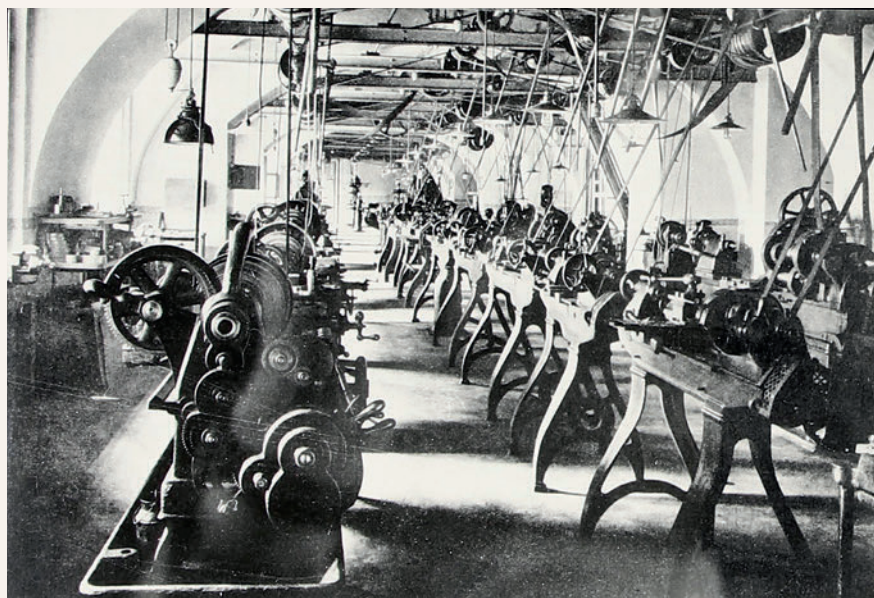
Organický statut Polytechnického ústavu, který měl zásadně změnit poměry na škole. Když byl organický statut v listopadu 1863 podepsán císařem a vstoupil v platnost, přinesl zcela zásadní změny. Znamenal proměnu tehdejšího polytechnického ústavu ve vysokou školu, zpříšňoval požadavky na studenty, zlepšoval ohodnocení profesorů, a kromě toho zajišťoval rovnoprávnost obou zemských jazyků, češtiny a němčiny. Rozděloval výuku do čtyř samostatných studijních oborů, na jejichž základě se začaly formovat první fakulty. Jedním ze čtyř studijních oborů vytvořených hned v roce 1864 bylo i strojnictví, za jehož nástupce se dnes považuje Fakulta strojní ČVUT.

Organický statut značně posílil pozici českých profesorů, kteří se proto čím dál více dostávali do sporů s německými kolegy. Ty nakonec již po pár letech, v roce 1869, vedly k rozdělení školy na Český polytechnický ústav (později ČVUT) a Deutsches polytechnisches Institut (později Deutsche technische Hochschule in Prag). Na české technice se obor strojírenství vyučoval v rámci Odboru stavby strojů (dobový pojem pro fakultu), jehož profesori se snažili zajistit studentům odpovídající prostory k praktickému studiu i nové modely strojů. Už Organický statut z roku 1863 ostatně explicitně zmiňoval, že k výuce náleží také praktická cvičení v laboratořích, v terénu, exkurze atd. Cvičení ve vyšší kvalitě se dařilo realizovat zejména po roce 1874, kdy

se pražská technika přestěhovala do nové budovy na Karlově náměstí. Kvalitu výuky zvyšovaly i finanční nebo hmotné dary od tehdejších průmyslových závodů, například firma továrníka Daňka darovala několik strojů a přístrojů, mimo jiné i vůbec první parní stroj, který pracoval v Čechách. Tehdy byly mechanické sbírky obohaceny o řadu modelů, které se pro výuku mechanických principů užívají dodnes.

V poslední třetině 19. století se pražské technice dařilo získávat pravidelnou dotaci od státu na pořádání exkurzí do závodů. Přesto se mnohým studentům na konci století zdála praktická stránka studia nedostačující, a proto v roce 1897 student Vladimír List zorganizoval v rámci Spolku studentů strojírenství mimořádně úspěšnou sérii exkurzí. Studenti tehdy navštívili řadu českých strojíren, elektráren, plynáren, zavítali také do papíren, textilních továren nebo pivovaru, a mohli tak konfrontovat své teoretické poznatky s realitou provozu. Bohužel se jim jen potvrdilo, jak moc pozadu byla tehdejší výuka za aktuálními trendy průmyslové výroby. Profesorům se však nedala upřít snaha o modernizaci výuky, v rámci Odboru stavby strojů se postupně etablovala celá řada nových směrů, jimž věnovali značnou péči. Teprve po vzniku republiky se jim podařilo vybudovat samostatnou Strojní a technologickou laboratoř, v níž nashromáždili několik skupin strojů, a to Parní

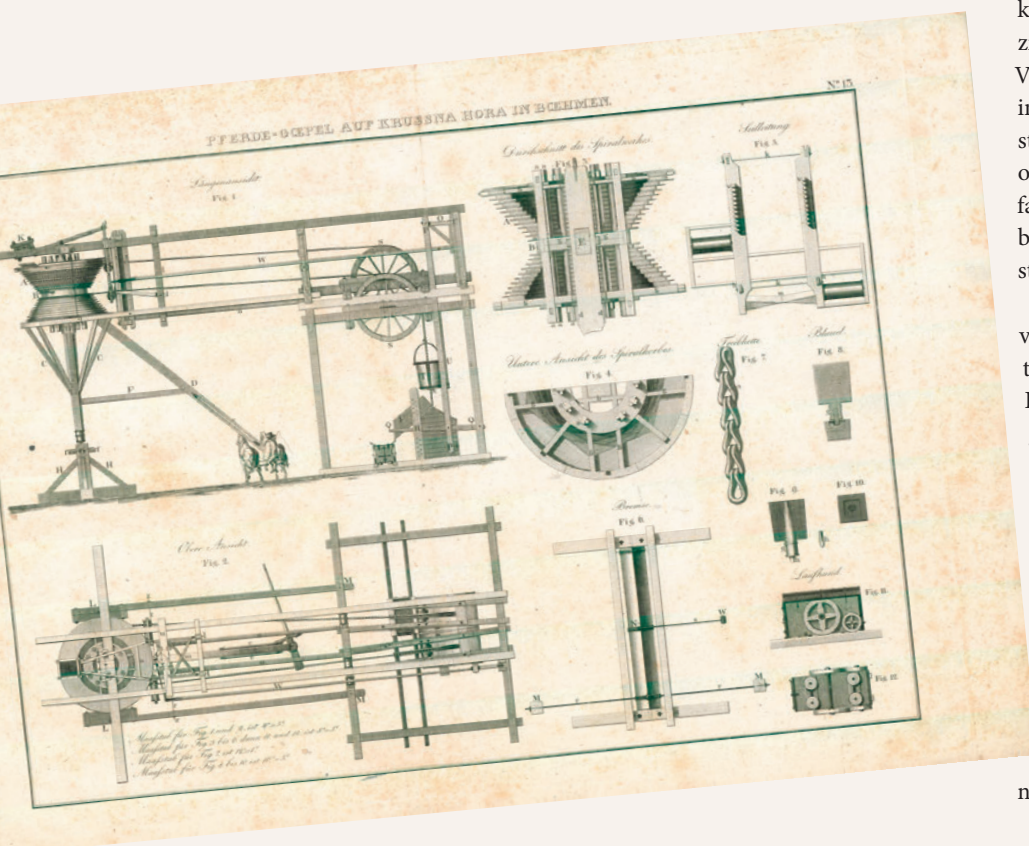




➤ Mechanická dílna v budově pražské techniky v Resslově ulici, foto z roku 1910

motory, kotle a vzdušní kompresory, Stroje vodní a chladicí, Spalovací motory a Přístroje a pomocná zařízení. Od roku 1926, kdy byla Strojní a technologická laboratoř na Karlově náměstí otevřena, se do výuky strojů promítla i nestálá politická situace v českých zemích. Za 2. světové války byly české vysoké školy zavřeny, po roce 1945 a zejména po roce 1948 pak procházela vysokoškolská výuka v Československu mnoha změnami, mimo jiné došlo i k transformaci Vysoké školy strojního a elektrotechnického inženýrství na Fakultu strojního inženýrství ČVUT. Nutnost poskytnout studentům odpovídající praxi však nezmizela, a proto fakulta v 60. letech v rámci výstavby nových budov v Dejvicích vystavěla moderní prostory pro dílny a laboratoře.

I po roce 1989 si je vedení Fakulty strojní vědomo nutnosti inovovat dílny a laboratoře a pravidelně usiluje o jejich vylepšení. Rozvoj v tomto směru umožňují četné programy ministerstva školství nebo projekty financované z evropských strukturálních a investičních fondů. V posledních letech proběhla například Modernizace laboratoří FS ČVUT. Tyto projekty sledují totožný cíl jako profesori české techniky před 100, 150 i 200 lety. Chtějí modernizovat zázemí školy tak, aby odpovídalo nejnovějším trendům vědy, techniky i průmyslové praxe, zvýšilo úroveň znalostí a dovedností absolventů a umožnilo konkurenceschopnost českých techniků.



➤ Handbuch der Mechanik, 1831
Pferde-Göpel – žentour v minulosti sloužil k převádění síly zvířat na točivý moment. Často se užíval v zemědělství, na obrázku jeho užití pro těžbu v dolech v Krušných horách.

➤ Handbuch der Mechanik, 1831
Eisenbahnen – V první třetině 19. století se železnice rozvíjela především ve Velké Británii. Proto měla inspirace tamní železnicí neobyčejný význam. Na obrázku jsou různá mechanická zařízení užitá v Manchesteru nebo Liverpoolu, např. kuličková ložiska, vagóny, kola apod.

➤ **Cvičení ve vyšší kvalitě se dařilo realizovat zejména po roce 1874, kdy se pražská technika přestěhovala do nové budovy na Karlově náměstí. Kvalitu výuky zvyšovaly i finanční nebo hmotné dary od tehdejších průmyslových závodů, například firma továrníka Daňka darovala několik strojů a přístrojů, mimo jiné i vůbec první parní stroj, který pracoval v Čechách. Tehdy byly mechanické sbírky obohaceny o řadu modelů, které se pro výuku mechanických principů užívají dodnes.**

Mgr. Jiří Šoukal, Ph.D.,
Archiv ČVUT

Prameny a literatura:

- Strojní a technologické laboratoře Vysoké školy strojního a elektrotechnického inženýrství při Českém vysokém učení technickém. Praha 1926
- Lomič, Václav – Horská, Pavla: Dějiny Českého vysokého učení technického v Praze. 1. díl, svazek 2. SNTL, Praha 1979
- Jílek, František – Lomič, Václav: Dějiny Českého vysokého učení technického. 1. díl, svazek 1. SNTL, Praha 1973
- List, Vladimír: Paměti. Pobočka ESČ v Ostravě, Ostrava-Poruba, 1992

Výuková videa, didaktické hry i prototyp vozidla...

Prezentace čtrnácti vybraných projektů, realizovaných akademickými pracovníky ČVUT v rámci celoškolské Vnitřní soutěže, se uskutečnila ve čtvrtek 22. února. Byly zaměřené na praktickou část výuky, zavádění zážitkových forem výuky, na týmovou spolupráci studentů a pedagogů, ale i na tvorbu výukových pomůcek. Navíc mají potenciál pro sdílení dobré praxe či inspiraci a využití výsledků i ostatními fakultami.

Tyto projekty byly z 90 procent financovány díky příspěvku MŠMT, o který ČVUT opět požádalo z Programu na podporu strategického řízení VVŠ pro roky 2022–2025. V tomto období je možné na realizaci celoškolských projektů zaměřených na oblast internacionalizace, zkvalitnění doktorského studia, rozvoj flexibilních forem vzdělávání či kompetencí studentů a pedagogů, ale i na snižování administrativní zátěže a strategické řízení získat až 427 milionů Kč, a to včetně příspěvku na nákup potřebného přístrojového a strojního vybavení fakult/ústavů.

Vnitřní soutěž ČVUT je vyhlašovaná již řadu let. Od roku 2022 je jejím cílem podporovat inovace, digitalizaci a dvojjazyčnost ve výuce. Loni bylo podpořeno 51 projektů celkovou částkou 10,65 mil. Kč.

Fakulta stavební představila projekt, ve kterém byla aplikována metoda učení formou didaktické hry. Pedagogové se studentům snažili přiblížit poměrně složitou a hůře srozumitelnou problematiku územního a krajinného plánování a dovést je k porozumění a získání praktických dovedností v rámci konkrétních rolí ve hře. A tak se ze studentů a vyučujících stali starostové, členové městských rad, architekti, zástupci zájmových a občanských spolků, podnikatelé, ale i úředníci krajského úřadu. V této roli se seznamovali s problematikou regulačních plánů, prověřovali konkrétní pozemek určený pro bydlení nebo zjišťovali územní limity.

Na výuková videa pro cvičení urgentní medicíny se zaměřili na Fakultě biomedicínského inženýrství. Uvádí studenty nejen do konkrétních modelových situací, ale pomáhají jim v tréninku získaných znalostí, praktických dovedností a ověřování správných postupů, a to zábavnou formou. Video jsou zveřejňována prostřednictvím Youtube kanálu Dr. ABC již od doby pandemie a jejich názvy (Nebojte se trpaslíků aneb děti v urgentní medicíně, Neleje někdo? aneb vývoj vnitřního krvácení, Cukrovkáři cukr aneb úvod do diabetu) přitahují pozornost a zájem (nejen) studentů.

I v dalších projektech byly vytvořeny nové výukové pomůcky – na Fakultě strojní to byl zmenšený model nápravy automobilu, sloužící k výuce problematiky zavěšení kol. FBMI pro seznámení s metodami testování biofyzikálních vlastností živých tkání a buněk představila několik názorných pomůcek jako např. hemodynamický simulátor, díky kterému může být simulována ateroskleróza.

Na Fakultě architektury zpracovali nejen tutoriály a příkladové studie k předmětu „Stavební fyzika“, ve kterém se studenti učí správně pracovat se softwarem počítajícím energetickou náročnost budov dle nové legislativy, ale zprostředkovali i „návštěvu“ slavného architekta Le Corbusiera, a to nejen prostřednictvím modelů jeho staveb (i těch nerealizovaných), ale i fotografií, skic, náčrtů a poznámek.

Fakulta elektrotechnická prezentovala projekt zaměřený na vytvoření webového rozhraní 3D tisku, které umožňuje upload požadovaného 3D modelu a jeho bezplatné vytištění pro studijní účely. Zájem o využití této služby byl enormní, přidanou hodnotou projektu je i evidence témat a konkrétních úloh zájemců, kteří službu využili.

Fakulta informačních technologií představila projekt „SOS portál týmových předmětů“ (<https://sos.fit.cvut.cz>). Jde o platformu napojenou na informační systém KOS, kterou mohou využívat jak pedagogové, tak studenti, a díky které je možné přehledně a jednoduše vést a kontrolovat výsledky týmové spolupráce ve vybraných předmětech. Pro předměty „Struktura architektury počítačů“ byly vytvořeny nové vývojové kity pro praktické řešení laboratorních úloh.

Fakulta dopravní prezentovala nejen vývoj elektrického městského vozidla EVgen, ale také projekt, ve kterém se tým studentů podílí na stavbě elektrického prototypu silničního závodního motocyklu.

Jelikož výuka některých předmětů na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské je vysoce specifická a na trhu nejsou dostupné vhodné výukové materiály, připravili pedagogové z Katedry humanitních věd a jazyků pro studenty vlastní skripta, prezentace, odborné texty, příručky i gramatické cvičebnice, a to nejen v angličtině, ale i ve španělštině, francouzštině, němčině a ruštině.

Mgr. Martina Lindovská, Odbor rozvoje Rektorátu ČVUT



➤ Projekt EVgen – vývoj elektrického městského vozidla – se realizuje na Fakultě dopravní. Je zaměřen na stavbu modulární výzkumné platformy pro testování systémů HMI, jízdní dynamiky a alternativních pohonů.

[Vizualizace: Ing. Michal Cenkner]



➤ Na Fakultě architektury v rámci projektu zprostředkovali „návštěvu“ slavného architekta Le Corbusiera, a to nejen prostřednictvím modelů jeho staveb (i těch nerealizovaných), ale i fotografií, skic, náčrtů a poznámek.

[Foto: Jiří Ryszawy]

BOSCH POWERTRAIN JIHLAVA

NASTARTUJ SVOJI KARIÉRU

Hledáme nové kolegy na oddělení technických funkcí,
technického nákupu, kvality a vývoje

Nabídky spolupráce:

- praktikantská místa
- závěrečné práce
- trainee program
- přímý nástup do firmy

Podrobné informace se dozvíte
po nasazení QR kódu nebo na webových stránkách



BOSCH

Stvořeno pro život



Studentská unie
ČVUT

Všechny srdečně zveme na jarní studentské festivaly!

SHOW Strahov
24. 4. 2024

Koleje Strahov
[@showstrahov](#)

**Kladenský
majáles**
25. 4. 2024

Město Kladno
[@kladenskymajales](#)

Lesamáj
30. 4. 2024

Kampus Dejvice
[@lesamaj](#)

MEZI BLOKY
14. 5. 2024

Koleje Podolí
[@mezibloky](#)

Napiš nám a můžeš se
zapojit do příprav
(nejen) skvělých
hudebních akcí.