

PRAŽSKÁ TECHNIKA



ČASOPIS
ČVUT V PRAZE

2/2022





Jsme s vámi, Jsme spolu

Koncert pro podporu lidem v oblasti konfliktu na Ukrajině se uskutečnil 9. března v Betlémské kapli.

[Foto: Jiří Ryszawy]

**Číslo a datum vydání:**

2/2022, duben 2022, 24. 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:

Ing. Pavla Bradáčová (FIT)
prof. PhDr. Marcela Efmertová, CSc. (FEL)
Ing. Marie Gallová (FSv)
prof. Dr. Ing. Petr Haušild (FJFI)
Mgr. Jitka Heřmanová (AS ČVUT)
Jiří Horský (FA)
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**Titulní strana:** Delta robot v CIIRC ČVUT

Foto: 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.

Byl to šok. Namísto úlevy, že koronavirus konečně ustupuje a začínáme normálně žít, potkávat se pracovně i přátelsky, přišla na konci února ještě větší pohroma než obávaný covid-19: atak ruských vojsk na Ukrajinu. Vyjádření podpory trpící zemi, odsouzení brutálního postupu vůči samostatnému státu, a především hledání dalších a dalších možností, jak pomoci nejen ukrajinským studentům, ale i těm, kteří v důsledku běsnění zbraní museli uprchnout ze země, to vše rezonovalo všemi součástmi univerzity. Vypsát všechny současné „žlutomodré“ čvutí aktivity, na to by nestačilo celé číslo časopisu. Proto se v tomto čísle zmiňujeme alespoň o některých, když vše je průběžně mapováno na speciální stránce webu ČVUT a na univerzitním facebooku.

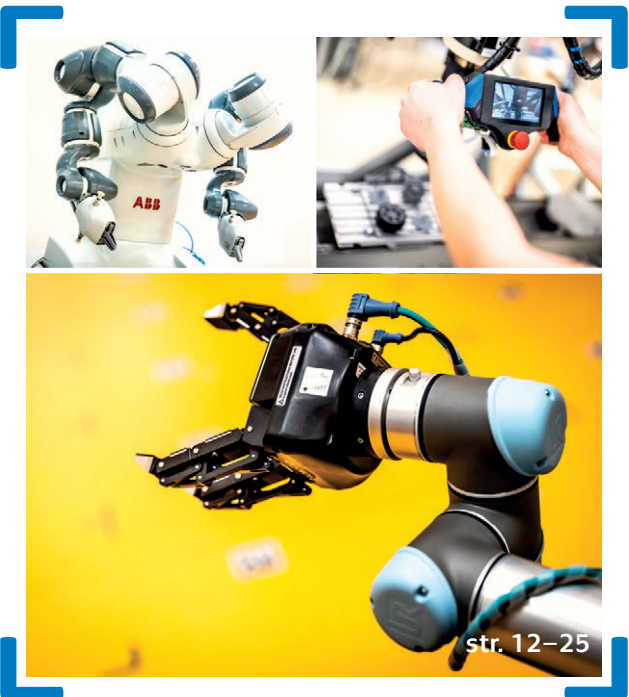
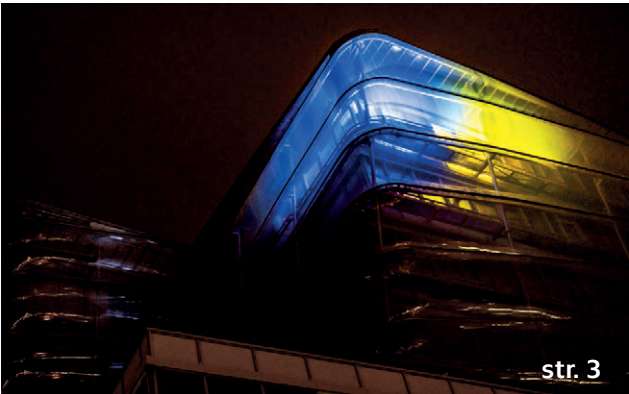
Ke smutným zprávám patří i odchod první dámy české architektury, jak bývá nazývána Alena Šrámková, uznávaná architektka, oblíbená pedagožka a emeritní profesorka Fakulty architektury ČVUT, pro kterou navrhla budovu, v níž fakulta (prý velmi spokojeně) už více než deset let sídlí. Slova jejích kolegů i studentů jsou plna obdivu a profesní úcty.

Paní profesorka není jedinou osobností, kterou představujeme v tomto vydání Pražské techniky. Doporučuji začít se do rozhovoru s novým děkanem Fakulty dopravní prof. Ondřejem Příbylem, jaké má záměry a v čem chce tuto univerzitní součást řídit jinak než jeho předchůdci. O moderních trendech hovoří nejen prof. Příbyl, jehož specializací je technická kybernetika. Obdobný drive má i ředitel Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT Mgr. Ondřej Velek, Ph.D. Začtete se do čtrnácti stran, které jsou v rámci tématu čísla věnovány aktuálním projektům tohoto excelentního pracoviště. I laici si mohou udělat představu nejen o tom, kam se ubírá využití umělé inteligence...

Přeji inspirativní počtení, a především zdraví, pevné zázemí a hlavně mír.

vladimira.kucerova@cvut.cz





AKTUÁLNĚ

ČVUT stojí za Ukrajinou	3
Catalyst vyhrál tendr	4
Druhý reaktor povolen!	4
Systém S.A.W.E.R. získal cenu na EXPO v Dubaji	4
Samořiditelná formule týmu eForce	5
Dronetag Mini	6
Soutěžní přehlídka Druhá kůže	6
Jarní koncert ČVUT	6
Staň se na den vědkyní	7
Bezpilotní helikoptéry pomáhají památkářům	7
Paní profesorka Šrámková bude chybět...	8
Podpora doktorandů je hlavní investicí do budoucnosti fakulty [rozhovor s prof. Ondřejem Přibylem]	10

TÉMA

Informatika/ robotika /kybernetika	12
CIIRC buduje AI ekosystém	12
Umělá evoluce jako možná cesta k umělé inteligenci	14
Navigace robotů i hybridní inteligence	15
Automatické dokazovače i matematika v blockchainu	16
Virtuální realita jako nástroj kognitivní stimulace	18
Odkrývání změn či poškození mozku	19
Testbed pro Průmysl 4.0	20
Robotika, flexibilní výroba a technologie	21
Příležitosti pro malé a střední projekty i pro veřejnou sféru	22
Plánování ideální trasy pro elektromobily	23
Čipy v bezpečnostně kritických aplikacích	23
Ani ti nejlepší nemohou být dnes ve vědě sóloví hráči [rozhovor s Mgr. Ondřejem Velkem, Ph.D.]	24

FAKULTY A ÚSTAVY

Laboratoř FAIR	26
Laboratoř robotických agentů	28
Evakuace pomocí umělé inteligence	29
Tisíc tun jednou rukou	30
Aerotaxi s kolmým startem	31
Vyhrála kolébka a nový Střížkov	32

OSOBNOSTI

Noví profesori	33
----------------	----

STUDENTI

Czech Rocket Society	36
----------------------	----

Z ARCHIVU

Počátky kybernetiky na ČVUT	38
-----------------------------	----

PUBLIKACE

Novinky z Nakladatelství ČVUT	40
-------------------------------	----

ČVUT stojí za Ukrajinou



➤ **22. února** vyvěsil rektor ČVUT doc. Vojtěch Petráček spolu s prof. Pavlem Ripkou v jednom z oken budovy ČVUT na Vítězném náměstí v Praze-Dejvicích ukrajinskou vlajku. Podporu Ukrajině tak vyjádřili bezprostředně před tím, než 24. února v ranních hodinách začala ruská vojenská invaze. Ve stejný den se k dění na Ukrajině a pokračujícímu vyhrocování situace ze strany Ruska vyjádřili členové České konference rektorů mj. slovy: ... „Každý nezávislý stát má právo demokratickým způsobem rozhodovat o své budoucnosti a o svém dalším směřování. Je zcela nepřijatelné, aby v tomto bylo komukoli bráněno nátlakem, výhrůžkami, anebo dokonce vojenskou silou. Takové metody a způsoby uvažování nepatří do Evropy 21. století a ČR je důrazně a radikálně odmítá.“ [Foto: ČVUT]

➤ **Informace o podpoře studentům a dalším obyvatelům Ukrajiny, možnostech studia a zapojení do univerzitních aktivit, přehled sbírek, legislativy a dalších užitečných odkazů, stejně jako zpravodajství z akcí na ČVUT jsou přehledně uvedeny na <https://www.cvut.cz/informace-cvut-k-situaci-na-ukrajine>**



➤ **Útok Ruska na Kyjev** a další svrchovaná území Ukrajiny rezonoval od prvního okamžiku celou společností. Média zajímal přístup českých univerzit k ukrajinským studentům. Na ČVUT hned 24. února natáčela jako první Česká televize. Hovořila s prorektorem prof. Ing. Zbyňkem Škvorem, CSc., v prostorách „jeho“ Fakulty elektrotechnické. Na dotazy redaktorky odpovídal i student Ruslan, jehož rodina přímo v Kyjevu žije a jeho starší bratr již ČVUT absolvoval. V současné době na ČVUT studuje okolo 450 ukrajinských studentů. Profesor Švor za vedení ČVUT vyjádřil podporu těmto studentům, která se v následujících dnech proměnila v konkrétní kroky a pomoc nejen studentům, ale i ukrajinským občanům, kteří před válkou uprchli do České republiky.

(red) [Foto: ČVUT]



➤ **2. března** si ČVUT na svém webu aktualizovalo logo – v barvách Ukrajiny

Podpora studentů zasažených válkou na Ukrajině v CIPS a ELSA

Každý čtvrtek od 17 do 19 hodin probíhala v prostorách ve Studentském domě otevřená skupina pro všechny studenty, kteří potřebovali sdílet svoje pocity a problémy spojené se situací kolem války na Ukrajině. Navýšili jsme kapacitu v psychologických poradnách. Objednání přes www.cips.cvut.cz. V Centru informačních a poradenských služeb ČVUT probíhá vstupní pohovor při přijímání uprchlíků-studentů VŠ do krátkodobých studijních programů ČVUT. Zájemci se hlásí přes formulář na webu ČVUT. (CIPS)

Sbírka pro uprchlíky

Dne 27. února byla pod vedením zástupců klubu Silicon Hill zahájena sbírka materiální pomoci uprchlíkům před válkou na Ukrajině. Sběrné místo bylo umístěno v kanceláři Studentské unie ČVUT na Bloku 1 v areálu kolejí Strahov, kde v omezeném režimu stále pokračuje. Zpočátku se soustřeďovala hlavně na humanitární pomoc, která byla pravidelně odvážena na ukrajinské hranice, příp. ve spolupráci s místními organizacemi distribuována dále na území Ukrajiny. Po přijetí bezmála 300 osob v areálu kolejí Strahov a Podolí se sbírka zaměřuje více na pokrytí jejich potřeb. (SU ČVUT)



Catalyst vyhrál tendr

Motor Catalyst z Avio Aero a GE Aviation, u jehož zrodu stála i Fakulta strojní ČVUT v Praze, zaznamenal mimořádný mezinárodní úspěch. Po výběrovém řízení a po rozsáhlé fázi technické a ekonomické analýzy si společnost Airbus Defense and Space zvolila bezpilotní vzdušný systém Eurodrone právě s řešením motoru Catalyst. Výsledek výběrového řízení byl oznámen společností Airbus Defense and Space v pátek 25. 3. 2022. Turboprvotulový motor Catalyst je prvním zcela nově navrženým turboprvotulovým motorem po 30 letech, který snížil spotřebu paliva až o 20 %, zvýšil tah o 10 % a prodloužil servisní dobu o 30 %. Nyní se ukazuje, že svými vlastnostmi, kterými jsou nejen nízká spotřeba paliva a výkon v nadmořské výšce, ale i plně digitální řízení pomocí systému FADEC s integrovaným ovládáním vrtule, je vhodný také pro pohon dronů.

(red)

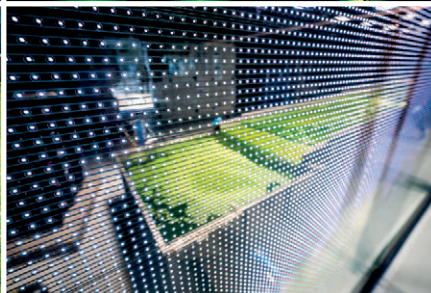
[Foto: GE Aviation]

Druhý reaktor povolen!

Ve středu 23. března oznámila Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, že od Státního úřadu pro jadernou bezpečnost získala povolení k výstavbě jaderného reaktoru VR-2. Ten bude stát ve stejné reaktorové hale, kde už od roku 1990 fakulta provozuje školní reaktor VR-1 Vrabec. Počet provozovaných jaderných reaktorů v ČR se tak v budoucnu zaokrouhlí na rovných deset (nepočítáme-li fúzní jaderný reaktor Golem). Kromě VR-1 a VR-2 se jedná také o dva výzkumné reaktory Centra výzkumu v Řeži a šest jaderných zařízení, které ve dvou elektrárnách provozuje ČEZ.

Jan Kadeřábek, FJFI

[Foto: Jiří Ryszawy]



➤ **Systém S.A.W.E.R.**, jenž vyvinuli vědci z ČVUT (UCEEB a FS) a který dokáže zcela unikátně vyrobit vodu z pouštního vzduchu, získal na světové výstavě EXPO 2020 významné ocenění. Jako nejlepší inovaci ji v závěru výstavy ocenila dubajská vládní organizace pod záštitou dubajského vládce a premiéra Spojených arabských emirátů šejka Muhammada bin Rašida Maktúma. Unikátní systém S.A.W.E.R. získal na EXPO také druhé místo v soutěži amerického časopisu Exhibitor. Česká technologie, vystavená na světové výstavě, umí vyrobit přes 1000 litrů vody denně v dubajských podmínkách. Česká inovace, na jejímž dalším vylepšení (i zmenšení rozměrů) nyní experti z UCEEB pracují, se prosadila mezi několika tisíci dalších, které v Dubaji prezentovalo na dvě stě národů, a mezi téměř pěti sty finalisty soutěže.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]



➤ **Novým děkanem Fakulty strojní ČVUT** je od 1. dubna 2022 doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc. Na fakultě prošel od roku 1991 několika pracovními pozicemi až po funkci vedoucího odboru pružnosti a pevnosti a vedoucího Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky. Mezi jeho dlouhodobé odborné zájmy patří aplikace metody konečných prvků v inženýrských výpočtech, v posledních letech se věnuje modelům degradace, poškození a porušení materiálů.

(red) [Foto: Josef Zima, FS]



➤ **Jedním z projektů** akademického světa na podporu svobodné občanské společnosti v Bělorusku je i studentský 11+1, jehož putování po českých univerzitách bylo v březnu zakončeno na ČVUT. Projekt odkazuje svým názvem ke dvanácti Bělorusům, kteří byli 12. 11. 2020 zatčeni a poté odsouzeni ke dvěma a půl roku v trestaneckých táborech. Jedná se o osm studentek, tři studenty a profesorku. V rámci manifestu putuje z univerzity na univerzitu prostřednictvím studentů tubus s jejich portréty. (red)

[Foto: Filip Marek, FIT, místopředseda ISC]

Autonomní mobilita

Smlouva o exkluzivní spolupráci mezi Fakultou dopravní ČVUT v Praze a přední evropskou univerzitou TU Berlín, DAI-Laboratory, v oblasti zavádění autonomní mobility byla slavnostně podepsána 1. února děkanem FD prof. Ing. Ondřejem Příbylem, PhD., a vedoucím DAI-Laboratory prof. Dr.-Ing. Habil. Dr.h.c. Sahinem Albayrakem z Technische Universität Berlin. Právě DAI-Laboratory se zaměřuje na praktickou implementaci autonomních prostředků do chytrých měst. TU Berlín se řadí mezi špičkové evropské univerzity, jedná se tedy o excelentní spolupráci v oblasti chytré a autonomní mobility. (red)

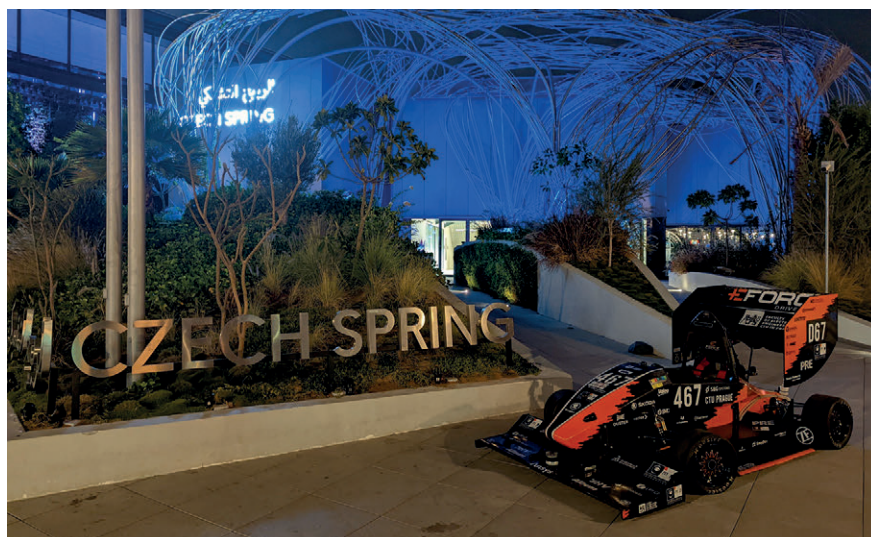


➤ **Rekordní nábor do registru dárců kostní dřeně** se uskutečnil 10. března na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT. Výzvu iniciovali studenti, kteří se obrátili na dobrovolnickou společnost Nábor hrdinů s cílem zvýšit počet dárců kostní dřeně a rozšířit tak základnu Českého národního registru dárců kostní dřeně. Za celý den se na fakultě v Kladně registrovalo rekordních 261 dobrovolníků, zejména studentů FBMI, více než tři desítky středočeských hasičů (výzvu studentů FBMI přijal také Hasičský záchranný sbor ČR) a několik obyvatel, většinou z Kladna.

Text a foto: Ing. Ida Skopalová, FBMI

➤ **Slavnostní zahájení stavby** soutěžního objektu týmu ČVUT v prestižní mezinárodní soutěži Solar Decathlon Europe se uskutečnilo 30. března v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB) v Buštěhradu. Zástupci studentského týmu ČVUT pracujícího pod vedením pedagogů z Fakulty stavební ČVUT seznámili přítomné se svým soutěžním projektem na téma „Rekonstrukce a nástavba studentských kolejí“. Návrh a nástavba budovy kladne dává důraz na prefabrikaci, nízkou energetickou náročnost, aplikovatelnost na jiné, typologicky obdobné budovy, vše podle zásad udržitelné výstavby. Jedná se o dřevostavbu, takže tradiční poklepání základního kamene bylo nahrazeno zašroubováním vrutu do podlahového panelu.

(red) [Foto: FIRSTLIFE]



➤ **Samodídelnou formuli týmu eForce**, kterou sestavili studenti Fakulty elektrotechnické ČVUT, si v rámci rotační expozice eForce Driverless DV.01 mohli prohlédnout návštěvníci světové výstavy EXPO 2020 v Dubaji v pavilonu České republiky. Formule DV.01 je prvním tuzemským vozem s autonomním řízením a jedním z prvních v celé Evropě. Konceptně po mechanické stránce vychází ze sedmé generace pilotovaného elektrického modelu. Schopnost plně autonomní jízdy pak zajišťuje sestava senzorů v čele s LiDarem a stereokamerami, jejichž signál je následně zpracováván pomocí algoritmů v pokročilé výpočetní jednotce. Tým eForce tvoří kromě studentů FEL i kolegové z Fakulty strojní. (red) [Foto: eForce FEE CTU]





☞ **Česká společnost Dronetag**, kterou založili absolventi Fakulty informačních technologií ČVUT v čele s Ing. Lukášem Brchlem, nyní uvádí na trh svůj první produkt Dronetag Mini. Jedná se o nejlehčí, nejmenší a cenově nejdostupnější zařízení, které lze přichytit na jakýkoliv dron a rázem tak zajistit jeho viditelnost pro všechny účastníky letového provozu. Zařízení se testovalo na profesionálním dronu fakulty, jenž je nejčastěji využíván se zrcadlovkou s vysokým rozlišením, a to pro tvorbu detailních 3D modelů.

Ing. Pavla Bradáčová, FIT [Foto: dronetag.cz]



☞ **Soutěžní přehlídka Druhá kůže** již deset let sleduje, jak se studentům Fakulty architektury ČVUT daří navrhovat stavby pro bydlení. Soutěž organizuje Ústav nauky o budovách FA. Vítězkou jubilejního ročníku se stala Ester Maria Dvořáková z ateliéru Redčenkov-Danda s projektem bytového domu na Drůbeží trh v Opavě. Porota ocenila promyšlený koncept a přirozenost návrhu. Vítězné práce a všechny nominované projekty byly v březnu vystaveny v přízemí fakulty.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]

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



☞ **Kvalitní spánek** hraje významnou roli pro psychický a fyzický stav. Výzkumná skupina BRAIN team z Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT se zabývá výzkumem poruch spánku ve spolupráci s Národním ústavem duševního zdraví (NUDZ). Pomocí měření elektrické aktivity mozku členové týmu analyzují spánek, jeho různá stadia a hodnotí také specifické elektrofyziologické markery související s konsolidací paměti (ukládání informací do dlouhodobé paměti). Současně se zabývají analýzou a zpracováním lidského i animálního EEG.

(red) [Foto: Jiří Ryszawy]

Na University of Cambridge

ve Velké Británii se v březnu představil tým eForce, který se na Fakultě elektrotechnické ČVUT zabývá vývojem a konstruováním elektrické formule a autonomní elektrické formule. Vedl zde rovněž sérii devíti přednášek a workshopů na konkrétní témata zabývajících se konstrukcí formule pro místní studentský tým Full Blue Racing na Oddělení technologií (Department of Engineering DoE). Studenti týmu z Cambridge ocenili předané excelentní znalosti, které jim pomohou ve vývoji vlastní elektrické formule. Elektroformule z Prahy se představila i širší veřejnosti v rámci tzv. Community Open Day. Několikadenní návštěva týmu eForce přispěla i k prohlubování spolupráce mezi ČVUT v Praze a prestižní University of Cambridge v oblasti vědy a výzkumu.

(red)

[Foto: eForce FEE CTU]



☞ **Tóny skladeb** W. A. Mozarta, S. Prokofjeva a dalších autorů rozezněly Betlémskou kapli při Jarním koncertu ČVUT, jenž se uskutečnil 22. března. Famózní přednes sólisty Romana Patočky doplnil bravurní orchestrální podání Symfonického orchestru Českého rozhlasu. Kulturní setkání si účastníci mohli vychutnat konečně i bez proticovidových opatření...

(red)

[Foto: Jiří Ryszawy]





Akce Staň se na den vědkyně přilákala na Fakultu elektrotechnickou a Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT rekordní počet středoškolaček. Uvedené dvě fakulty si touto akcí připomněly Mezinárodní den žen a dívek ve vědě, který každoročně připadá na 11. února. Na celodenní událost, simulující vědeckou konferenci, se přihlásilo osmdesát středoškolaček z celé republiky. Svoji práci jim skrze přednášky, panelovou diskusi a praktické workshopy v laboratořích představily vědkyně i studentky FEL a FJFI. Středoškolačky na podobné akce vyrážejí i kvůli ujištění, že ve studiu techniky a přírodních věd nebudou samy.

Veronika Jílková, FEL, Jan Kadeřábek, FJFI [Foto: Jiří Ryszawy]

Bezpilotní helikoptéry

s palubní inteligencí neboli robotické drony pomáhají památkářům při restaurování kostela sv. Mořice v Olomouci. Vynikla je skupina Multirobotických systémů z Fakulty elektrotechnické ČVUT v rámci světově unikátního projektu s názvem Dronument (Dron&Monument) podpořeného Ministerstvem kultury ČR a ve spolupráci s Národním památkovým ústavem. Postupy zaznamenávání vzácných historických hodnot v interiéru olomouckého kostela, který se připravuje na celkovou rekonstrukci, popisuje zajímavé video, dostupné na https://www.youtube.com/watch?v=J_6EDDwSfLw.

(red)

[Foto: Petr Neugebauer, FEL]

➤ Více na <https://dronument.cz/projekt>



Studium dýchání, výměny plynů a pravděpodobností přežití člověka zasypaného lavinovým sněhem se již řadu let zabývá tým prof. Ing. Karla Roubíka, Ph.D., z Katedry biomedicínské techniky FBMI ČVUT. Na výzkumu spolupracuje Fakulta elektrotechnická ČVUT, Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy a Armáda ČR. V březnu se uskutečnil nezbytný výzkum v terénu – na Brádlkových boudách v Krkonoších ve výšce 1 162 metrů nad mořem.

(red)

[Foto: archiv FBMI]



Národní centrum Průmyslu 4.0

(CIIRC ČVUT) každý čtvrtek publikuje nový díl Inovacastu – podcastu o Průmyslu 4.0 a inovativních lidech, kteří ho tvoří. Je určen nejen odborné veřejnosti, ale všem, kdo se zajímají o moderní technologie.

(red)

➤ Více na <https://www.ncp40.cz/podcast>



Stanovy nově vzniklého klubu s názvem zaČVUTění schválilo 17. března zasedání Studentského parlamentu konaného na Sinkuleho koleji. Tento název je ve Studentské unii ČVUT už pár let dobře známý. Jedná se o seznamovací kurz pořádaný napříč fakultami a ústavy ČVUT. V letošním roce proběhne již čtvrtý ročník této velmi oblíbené akce. Organizátoři projevili zájem o větší zapojení do Studentské unie ČVUT, takže nově vzniklý interní klub umožní rozšířit aktivity do dalších projektů mimo letní kurz. Nyní SU ČVUT sdružuje 26 klubů.

Ivana Dvořáková, SU ČVUT [Foto: Vojtěch Hýka]

Ve čtvrtek 10. března nás zastihla smutná zpráva. Ve věku 92 let opustila českou architektonickou scénu její přední představitelka, emeritní profesorka ČVUT Alena Šrámková. Od roku 1991 vedla na Fakultě architektury ateliér. Se svými spolupracovníky a kolegy Lukášem Ehlem a Tomášem Koumarem navrhla Novou budovu ČVUT, která je od roku 2011 sídlem Fakulty architektury a Fakulty informačních technologií. Svou tvorbou ovlivnila paní profesorka mnoho následovníků. Její přímočaré názory, pravdivost a pokora budou chybět.

Hledání relace Pravdy a Krásy v architektuře



Alena Šrámková absolvovala architekturu na Slovenské vysoké škole technické v Bratislavě (1952), poté absolvovala studium u Jaroslava Fragnera na Akademii výtvarných umění v Praze (1958). Pracovala v různých projektových organizacích v Bratislavě, Ústí nad Labem, Praze či v SIALu. Poté si založila samostatný ateliér. Ikonickou se stala už její budova ČKD v Praze Na Můstku z roku 1983, kterou navrhla se svým manželem Janem Šrámkem. Podílela se také na nové budově Hlavního nádraží v Praze (1977) a je autorkou Tyršova mostu v Přerově (2012). V roce 1999 získala profesuru na Akademii výtvarných umění v Praze. V období 1989 až 1992 byla předsedkyní Obce architektů ČR. Kromě mnoha jiných ocenění získala cenu Osobnost české architektury (1994), Poctu Komory českých architektů (2007), Medaili Za zásluhy (2008) a Cenu Ministerstva kultury ČR (2010). ČVUT jí v roce 2016 udělilo zlatou Felberovu medaili. V roce 2019 získala Medaili FA ČVUT.

[Foto: Tomáš Novák]

Paní profesorka očima pedagogů FA ČVUT

prof. Ing. arch. Ladislav Lábus, Hon. FAIA / emeritní děkan

Tvůrčí dráha Aleny Šrámkové je velmi dlouhá a reflektuje trendy a ikony své doby od konce padesátých let dodnes. V osmdesátých letech minulého století se pak sama stala ikonou a iniciovala specifický trend jisté obyčejnosti až „přísnosti“ v české architektuře. To vše především díky jejím tvůrčím i pedagogickým výsledkům při hledání relace Pravdy a Krásy v oblasti architektury. V první polovině devadesátých let se však zapojila velmi aktivně také do formování veřejného – společenského i politického prostoru, nejen v profesním a akademickém prostředí. Alena Šrámková velice ovlivnila nás i naši dobu v několika platformách a etapách. Pomíjím moji osobní rovinu danou naší vzájemnou spoluprací v letech 1977 až 1986, ale míním tím vše a všechny – architekturu obecně i architekty, Fakultu architektury i pedagogy a studenty. Svoji architektonickou tvorbou, svojí veřejnou angažovaností, svojí pedagogickou činností a v neposlední řadě také svým návrhem a realizací nové budovy fakulty.

Za to vše bych chtěla Aleně Šrámkové poděkovat. Nejen za to, co mě osobně naučila, ale i za to, co nám všem dávala, dává a prostřednictvím svých myšlenek a idejí převtělených do domů bude dávat.

MgA. Ondřej Císler, Ph.D. / Ústav nauky o budovách

Americký architekt Louis Kahn, velký oblíbenec prof. Aleny Šrámkové, v jedné ze svých přednášek zmiňuje malíře Giotta a říká o něm, že ukázal všem svým následovníkům výsadu malby. Jako by pro ně v určitém smyslu objevil malířství jako takové. Myslím, že podobě fungovala i Alena Šrámková, alespoň pokud mohu soudit, určitě to platí pro mé vrstevníky, jistě i pro mne. Nejprve jako učitelka, vedoucí jednoho z nejvýraznějších ateliérů na českých školách, poté jako kolegyně, jako vzor praktikujícího architekta. Jako zdroj povzbuzení a vlídného slova pro začínajícího kolegu. A nejvíce jako architektka nejkrásnější nové školy architektury ve střední Evropě. Všechno u ní do sebe dokonale zapadá. Alenino vysvětlení, že domy zásadně působí na své uživatele, její život, její práce, její škola. Děkuje!

prof. Ing. arch. Michal Kohout / Ústav nauky o budovách

Jedním z rysů, kterých si nešlo při práci s architektkou Alenou Šrámkovou nevšimnout, byla její doslovná vášeň pro navrhování. Ačkoliv se o jejích domech a domech jejích spolupracovníků občas hovoří jako o projevech „české přísnosti“, při samotném navrhování v tom nic odtažitého nebylo. Naopak, byl to proces mimořádně intenzivní, ale zároveň radostný. Ač měla schopnost návrh rychle racionálně analyzovat, stáhnout se do bezpečné ulity spekulace či užitekosti jí nebylo dostatečnou výzvou. Věděla, že dobře vyplněnou úlohou se potenciál staveb nevyčerpává. Věřila v riziko tvorby, které současně vnímala jako do určité míry spontánní proces, který nelze bezesbýtku vynutit či racionálně vymyslet. Pracovala intenzivně a rychle se rozhodovala, při projednání postupovala i mluvila přímočaře, ale současně dokázala počkat, až se myšlenka i pocit v mysli a srdci ustálí. Její práce tak byla ztělesněním toho, co o architektuře napsal britsko-americký historik architektury Colin Rowe ve slavném eseji Mannerism and Modern Architecture, že totiž sděluje pravdy a tlumočí city.

prof. Ing. arch. Matúš Dulla, DrSc. / Ústav teorie a dějin architektury

Ja sám som Alenu Šrámkovú priamo pri projektovaní ani pri vyučovaní nezažil. Ale poznal som ju pri iných príležitostiach. Raz sme boli spolu na Orave, stáli sme na začiatku Roháčskej doliny a ona smutne spomínala, ako kedysi prešla hrebeňovku Západných Tatier. Kdesi tam videla strom, čo rástol priamo na hrebeni. Sľúbil som jej, že ho aj ja skúsím nájsť. Možno sa mi to ešte podarí. No a obdivoval som jej skice, projekty a realizácie. Prekvapovalo ma, aké sú jej domy (ona im vždy hovorila „baráky“) samozrejme, a súčasne aké je zložitá písť o tejto ich samozrejmosti. Vyjadrovala sa vždy drsne a priamočiaro. Niektorí by si preto mohli myslieť, že uznáva len svoj architektonický názor. Ale nebolo to tak. Citlivo vnímala všetko, čo sa dialo v súčasnej architektúre i vo výtvarnom umení. Keď som písal knihu o bratislavskom krematóriu od Ferdinanda Milučkého, citoval som tam názory viacerých aj zahraničných významných osobností na toto pozoruhodné dielo. Spýtal som sa aj jej, čo si o tejto architektúre myslí. Keď sa so mnou rozprávala, vždy prešla na slovenčinu, veď na Slovensku prežila mladosť: „Nemám ti k tomu čo povedať. Musela by som prezradiť, odkiaľ to Ferdiš odkopíroval.“

„Nebýt profesorky Aleny Šrámkové, asi bych nebyl šťastný," říká jeden z jejích studentů

Jak na prof. Alenu Šrámkovou vzpomínají její studentky a studenti?

Paní profesorko, dovoluji Vám poděkovat za roky, kdy jsem Vám mohl být k ruce při výuce ateliérové tvorby. Musím se přiznat, že jsem se cítil více v roli studenta než Vašeho asistenta. Co jste dokázala sdělit studentům jednou – někdy jadrnou – větou, k tomu potřebuje jiný pedagog se stejným účinkem vět několik. Někdy jste nemusela říkat vůbec nic. Stačilo napřáhnout francouzskou hůl, abychom všichni v ateliéru pochopili, že máme okamžitě sundat nalepené šmíráky z betonové stěny. Děkuji Vám za těch šest krásných semestrů.

Jan Tesař

K paní Šrámkové do ateliéru jsem chodil většinu semestrů při mém studiu na FA. Zkoušel jsem i jiné učitele, ale její přístup mi seděl nejvíce. Oslovilo mě asi to, že o sobě uměla pochybovat, byla pravdivá a jednoduše popisovala složité věci. To se mně líbilo až tak moc, že jsem ji ukecal a dokončil pod ní i diplomní projekt a tím celé studium. Na babičku, jak jsme jí familiérně říkali, často vzpomínám i v praxi. Často si u baráků říkám, co by tomu asi řekla, že by byla mnohem přísnější a že bych to měl znova přeskreslit. Vzpomínám na ty prošrafované noci a výkresy odevzdané v originále. Naučil jsem se od ní architekturu doslova vysedět. S tužkou a papírem kreslit furt dokola, dokud to není ono. Naučil jsem se, že obyčejné je krásné, že architektura vychovává, a tak je potřeba ji navrhnout velkorysou a pravdivou. Přes to, jaká byla skvělá, chovala se skromně a obyčejně. Tím vším pro mě zůstává inspirací v architektuře, ale i do života. Díky za to!

Jaroslav Malina

Emeritní profesorka. První dáma české architektury. Alena Šrámková. Moje oblíbená vzpomínka je, jak se ve škole po ateliéru s námi radila, jestli si na slavnost má vzít spíš sukni, nebo kalhoty, a pak nás pozvala konzultovat k sobě domů.

Anna Blažková

Nebýt profesorky Šrámkové, architektura by mě nebavila a asi bych ji nedělal. Neseznámil bych se se svými nejlepšími přáteli. Za nejlepšího architekta na světě bych stále považoval Patrika Kotase. Nesblížil bych se se svou ženou a neměli bychom spolu tři krásné děti. Asi bych nebyl šťastný. Nikdy nezapomenu.

Jindřich Blaha

[Připravila: Mgr. Andrea Vondráková, FA]

Podpora doktorandů je hlavní investicí do budoucnosti fakulty

[Hovoříme s prof. Ondřejem Příbylem, novým děkanem Fakulty dopravní ČVUT]

Pane profesore, zaujalo mne, že jste dalším děkanem Fakulty dopravní, jenž má hluboký vztah k hudbě a aktivně se jí věnujete ve formaci Duo professores, kterou tvoříte s profesorem Svítkem, jenž stál v čele fakulty v letech 2010 až 2018. Dá se tedy dedukovat, že když k němu máte umělecky i lidsky blízko, že budete i ve vedení fakulty pokračovat spíše v jeho stylu a záměrech?

Máte pravdu, že mám hluboký vztah k hudbě, i v tom, že k sobě máme s panem profesorem Svítkem umělecky i lidsky blízko. Myslím, že podobně jako on chci vést fakultu v přátelské atmosféře a zároveň ji co nejvíce provázet s ostatními pracovišti ČVUT a dalšími v rámci České republiky i zahraničí. I proto jsem rád, že mne bude v roli proděkana pro strategii a vnější vztahy podporovat. Přesto jsem přesvědčen, že fakultu povedu jinak než on. Osobně mám jiné pracovní zkušenosti i jiný styl manažerského řízení i práce s lidmi než profesor Svítek. Své záměry jsem si formoval dlouhodobě, a to nejen díky mým zkušenostem v roli vedoucího ústavu či proděkana, ale zejména z vlastního působení v komerční sféře a ze zahraničí. Zároveň se v posledních letech celkové prostředí fakulty změnilo. V mnoha ohledech tedy budu zcela určitě vystupovat jinak než on.

V čem konkrétně?

Určitě se budu více zaměřovat na rozvoj lidských zdrojů na fakultě a na mladé kolegy a zvyšování jejich odbornosti. V posledních letech roste tlak na kvalitu našich výsledků. Proto chci podporovat naše týmy v profesním růstu i ve spolupráci se zahraničními odborníky. Jedině tak může dojít ke kvalitativnímu posunu. Jsem také přesvědčen, že kvalitu našich výsledků v budoucnu mohou a musí ovlivnit naši doktorandi. Proto připravujeme řadu opatření zejména pro zlepšení kvality školitelů. Dojde sice ke zvýšení požadavků na doktorandy, ale mou hlavní snahou je

poskytnout jim lepší zázemí, ať již v oblasti různých školení, seminářů, zahraničních přednášek, ale i například sdílením zkušeností a mentoringem zkušenějších kolegů. Právě na oblast „kvalitní“ vědy a výzkumu se i s ohledem na svou profesní historii hodlám zaměřovat více, než tomu bylo zvykem.

Když už jsem zmínila pana profesora Svítka, tak se mi automaticky vybaví oblast, kterou již několik let společně rozvíjíte, tedy Smart Cities...

Ano, toto je důležité téma, které na Fakultu dopravní jednoznačně patří. Doprava je oblast s velkým celospolečenským dopadem, a i proto je třeba ji vnímat v kontextu celého města a přistupovat k ní systémově a holisticky. Již nestačí pohled typického dopravního odborníka. Na fakultě se věnujeme nejen tradičnímu pojetí dopravy a logistiky, ale i moderním trendům, jako jsou kooperativní systémy, autonomní mobilita či nové druhy dopravních prostředků a služeb.

Pokud chceme skutečně zlepšit životní prostředí ve městě, nestačí zlepšit řídicí algoritmus na křižovatce, zvýšit kapacitu komunikace či začít využívat alternativní zdroje k pohonu vozidel. Tato opatření navíc často indukují novou dopravní poptávku. Musíme porozumět tomu, jak se lidé rozhodují a proč, a zároveň pomoci zástupcům měst připravovat taková opatření, která povedou ke skutečnému snížení počtu cest, zvýšení obsazenosti vozidel nebo například k většímu využívání chůze či cyklistiky. Je třeba změnit naše dopravní chování. K tomu je nutné se posunout z oblasti zlepšování mobility, tedy schopnosti se přemísťovat, do oblasti zvyšování dostupnosti aktivit. Pomocí lepšího uspořádání měst, digitalizací. A pak bude například možné řadu cest skutečně eliminovat, což bude mít ten největší dopad na naše prostředí.

V oblasti chytrých měst nabízíme studentům společně s partnerskou University of Texas at El Paso magisterský dual degree

program, a společně s Fakultou architektury doktorský program. Musím také zmínit naši každoroční mezinárodní IEEE konferenci – Smart Cities Symposium Prague, která dále přispívá k našemu poznání dané oblasti a k dialogu se zahraničními experty.

Hned v úvodu vašeho volebního programu uvádíte: „Mou největší motivací pro tuto kandidaturu je snaha zlepšit akademické prostředí na fakultě, ale pokud možno i na úrovni ČVUT. Mám pocit, že je tlak na to, aby vedoucí pracovníci na všech úrovních byli zejména efektivními manažery. Já ale raději z dob studií vzpomínám na osobnosti, jako je například prof. Miroslav Vlček či doc. Josef Nagy, kteří byli zejména mentory a nikdy se nesnížili k politikaření. Chci, aby si i dnešní studenti našli svůj vzor.“ Máte tedy pocit, že se vytrácí lidskost? Jak to chcete změnit?

Uvědomil jsem si, že mladý člověk dnes kolem sebe nemá příliš vzorů – lidí, kterých by si mohl vážit. Slovo „elita“ je dnes ve společnosti vnímáno velmi negativně. Ale právě akademická půda musí být tím místem, kde jsou lidé s jasným názorem a morálním kreditem. Je samozřejmě velmi těžké toto prostředí měnit. Hlavní cestou je podle mne vlastní příklad a zároveň vytvoření prostředí pro konstruktivní diskusi. Je třeba dát prostor lidem s názorem, a to i s názorem kritickým vůči mně či vedení fakulty.

Jste ve funkci od začátku února, už jste učinil nějaká zásadní rozhodnutí?

Zatímco minulé vedení muselo řešit zejména pandemii covidu, tématem mého začátku ve funkci je bohužel téma ruské vojenské agrese. Takže ano, s ohledem na tuto bezprecedentní situaci jsem taková rozhodnutí činit musel. Výhodou ale je, že v této otázce vnímám obrovskou jednotu v názorech jak na Fakultě dopravní, tak



Prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.,

od 1. února 2022 děkan Fakulty dopravní ČVUT.

Je absolventem oboru Technická kybernetika Fakulty elektrotechnické ČVUT, doktorát získal na americké PennState University. V r. 2010 obdržel na FD ČVUT docenturu v oboru Inženýrská informatika a v r. 2017 jmenován profesorem. V letech 2014 až 2020 působil jako proděkan pro zahraniční styky FD a od roku 2019 vedl Ústav aplikované matematiky. Odborně se zaměřuje především na zpracování dat a matematické modelování, umělou inteligenci a studium dopravního chování. Je členem mnoha mezinárodních profesních organizací a pravidelně přednáší na odborných konferencích v ČR i v zahraničí. Své profesní zkušenosti nesbíral jen v akademickém prostředí, ale více jak 12 let řídil českou pobočku německé firmy JENOPTIK Robot GMBH, zároveň působil na pozici systémového architekta.

i na celém ČVUT. To mi má rozhodnutí ulehčuje.

Válečná agrese Ruské federace na suverénní Ukrajinu je naprosto neakceptovatelná. Snahou není jen vyjádření podpory, ale poskytnutí konkrétní pomoci. Na webu ČVUT je přehled všech opatření a pomoci ze všech fakult. My jsme navíc nabídli ubytování zdarma v prostorách děčínské Sýpky, jazykové kurzy zdarma, odpuštění administrativních poplatků či možnost téměř všech studijních programů pro studenty z Ukrajiny. Již jsme také s potěšením na našem pracovišti zaměstnali profesora z ukrajinské univerzity. Každý z nás potom samozřejmě přispěl dle svých možností i finančně. Toto jsou konkrétní a důležité kroky, ale i přesto mám stále pocit, že to je nedostatečné a že je třeba dělat mnohem víc.

Činím i další rozhodnutí – úspěšně jsme nominovali nové členy Vědecké rady FD ČVUT. Snahou bylo větší propojení na ostatní součásti ČVUT i větší zaměření na „vědeckost“ nových členů, a to se podle mne zdařilo. Zároveň nechceme přijít o kontakt s průmyslovými partnery a zástupci měst či ministerstev, a proto připravujeme nový poradní orgán děkana, tzv. Průmyslovou radu.

Fakulta dopravní nepatří na ČVUT k největším, ale záběr má velmi široký. Na které klíčové oblasti a spolupráci se chcete zaměřit?

Fakulta dopravní je výjimečná tím, že již dnes dává skutečně ucelený pohled na širokou problematiku dopravy. Tu vnímám jako součást celého města, což je komplexní systém. Tomu odpovídají i nástroje a přístupy, které využíváme. Zároveň bych byl rád, aby na fakultě vznikala kompetenční centra kolem šikovných lidí a týmů, věnující se důležitým dílčím tématům spadajícím do této problematiky. Tyto týmy musí postupně budovat síť prestižních partnerství i své mezinárodní vědecké renomé. O jaká témata se bude jednat, to ovšem nebude rozhodnutím ze shora. Budu podporovat šikovné kolegy, aby o takový rozvoj usilovali. Již teď diskutujeme další rozvoj takových center či laboratoří zaměřených například na železniční dopravu, autonomní mobilitu, bezpečnost v dopravě, využití dronů a mnohé další. Samozřejmě tady již řada pracovišť v klíčových oblastech existuje, jde podle mne zejména o zvýšení jejich mezinárodního dopadu a prestiže.

Jako technický kybernetik vystudovaný na Fakultě elektrotechnické ČVUT a profesor v oboru inženýrské informatiky máte blízko k té – dovolím si říci – modernější části dopravy. Jaké projekty v této oblasti nyní na fakultě řešíte?

Určitě máte pravdu. Osobně mne to táhne k modernějším tématům, důležitá je pro mne ale například i otázka porozumění rozhodovacích procesů při plánování našich životů. Jedná se často o optimalizační úlohu, což je mi blízké, ovšem s využitím měkkých kritérií, jako je kvalita života či pocit spokojenosti. Proto vnímám jako klíčovou spolupráci s kolegy z architektury, sociologie i dalších oblastí.

Již nyní se podílím na řešení celé řady projektů například s ohledem na distribuované řízení dopravy využívající kooperativní vozidla, multiagentní modelování chování obyvatel měst, vývoj expertního systému pro autonomní vlak, vytváříme v Dejvicích „Living lab“ pro ověřování dopadu nových algoritmů řízení dopravy, podpory udržitelné mobility či využití virtuální reality pro vizualizaci dat z modelů a mnohé další. To vše samozřejmě se zapojením partnerů z jiných výzkumných institucí i průmyslu, což je velmi důležité pro další rozvoj a aplikovatelnost výsledků.

Co vám po usednutí do děkanské židle udělalo největší radost?

Největší radostí pro mne je, že na mne v tuto chvíli fakulta působí velmi jednotně. Je mi jasné, že to může být jen můj pocit, neboť děkan je do jisté míry izolován od ostatních. I proto se snažím hodně diskutovat s ostatními a mám dojem, že opravdu všichni mají chuť fakultu někam posouvat. Kolegyně a kolegové „trpí“ i mé snahy o zavedení různých změn – odborných prezentací jednotlivých ústavů, změny způsobu vedení grémia děkana a podobně. Doufám, že se v tomto nepletu, protože tato soudržnost je naprosto klíčová pro to, abychom se mohli jako fakulta zlepšovat.

Vladimíra Kučerová

[Foto: Jiří Ryszawy]



Informatika / robotika / kybernetika

CIIRC buduje AI ekosystém

Od moderních vědeckých pracovišť se vyžaduje nejen výzkumná excelence, ale též schopnost přenášet výsledky do praxe i finanční efektivita při jejich dosahování.

Tyto požadavky mohou splňovat jen pracoviště budovaná na nových principech: na propojování základního a aplikovaného výzkumu až do stadia praktických aplikací, na mnohočetném prosíťování takovýchto pracovišť s těmi nejlepšími v mezinárodním výzkumném prostoru, na provázání úzké specializace s interdisciplinárními pohledy a na schopnosti synergicky využívat různé zdroje financování.

Kybernetika a její moderní větev, umělá inteligence, vyžadují využívání uvedených principů ještě naléhavěji: kybernetika je vlastně obecná věda o systémech a umělá inteligence poskytuje obecné algoritmy pro efektivní reprezentaci a využívání znalostí, včetně nástrojů strojového učení. Bez propojení těchto obecných vědeckých disciplín s konkrétními aplikačními doménami nedává výzkum v kybernetice a umělé inteligenci příliš smysl a může vést až k neuchopitelným a nevyužitelným výsledkům.

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC) si uvědomoval zvláštní postavení kybernetiky a umělé inteligence v systému vědních disciplín od chvíle svého vzniku. Byl budován jako pracoviště otevřené spolupráci s kýmkoliv, pokud slibovala přínos pro poznání či pro

Jaké projekty se řeší v prosklené budově na Jugoslávských partyzánů, kde sídlí nejmladší vysokoškolský ústav ČVUT, jímž je Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC)? V tématu čísla představujeme alespoň některé z mnoha aktivit pracoviště, které bylo založeno v roce 2013 tehdejším rektorem prof. Václavem Havlíčkem a za krátký čas si získalo domácí i mezinárodní renomé. Příklady aktuálních projektů dokládají naplňování záměrů, s nimiž CIIRC vznikl: spojit excelentní výzkumné týmy, mladé talenty a unikátní know-how s cílem posouvat technologické hranice...



praxi. Snaží se spojit excelenci s užitečností, zapojuje do projektů nejrůznější pracoviště ČVUT, propojuje se též s výzkumnými organizacemi v rámci ČR a je napojen na mezinárodní síť výzkumných pracovišť v Evropě. Vytvořil si specifické nástroje pro spolupráci s průmyslovou praxí. Postupně je CIIRC budován jako sofistikovaný AI ekosystém, tedy komplexně propojený systém vědeckých spoluprací, projektů, finančních zdrojů a transferů know-how do praxe, utvářejících z CIIRC špičkové, pružné, efektivní a užitečné pracoviště ve smyslu výše uvedených požadavků. Ostatně, mezinárodní hodnotící komise ho v důsledku efektivně budovaného AI ekosystému v loňském roce označila za jednu z excelentních součástí ČVUT.

I EU si je vědoma specifického postavení umělé inteligence a v posledních dvou letech založila šest virtuálních evropských center excelence v této odborné oblasti. CIIRC se stal – díky svým výsledkům – součástí čtyř z nich – ELISE, TAILOR, VISION a euROBIN.

K mezinárodní prestiži se díky svým výsledkům dopracoval CIIRC i na základě provozování rozsáhlého testbedu pro inteligentní výrobu, který ve spolupráci s Fakultou strojní vybudoval v rámci evropského projektu RICAIP. Jedná se o investici ve výši téměř 50 milionů EUR, kterou s CIIRC a FS sdílí CEITEC VUT v Brně, DFKI a ZEMA (oba v Saarbruckenu).

Kromě těchto síťových aktivit se CIIRC intenzivně podílí jako sídlo středoevropské kanceláře na činnosti organizací CLAIRE a ELLIS, tedy dvou nejvýznamnějších odborných organizací v oblasti umělé inteligence a strojového učení v Evropě. Dále zastupujeme ČR v mezinárodních sdruženích IDSA a Gaia-X.

Za hlavní páteř provázanosti českých výzkumných pracovišť lze považovat Národní centrum kompetence Kybernetika

a umělá inteligence (NCK KUI), do něhož jsou již čtvrtým rokem zapojeny čtyři univerzity a tři instituty Akademie věd a dvacet dva průmyslových podniků. Jsou zapojeni i pracovníci dalších součástí ČVUT: FS, FA a FD. Centrum prokázalo vysokou flexibilitu a podílelo se v průběhu pandemie na dvou řešeních pro praxi: na vývoji polomasky a robotického pipetovacího zařízení. Nyní dokončujeme podání rozšířeného návrhu na dalších šest let fungování NCK KUI II.

Hlavním nástrojem pro efektivní spolupráci s praxí se stalo Národní centrum Průmyslu 4.0 (NCP 4.0), které sdružuje téměř 60 organizací výzkumu i průmyslové praxe. Našlo si již svoji pozici a renomé v průmyslové sféře, zabezpečuje konzultace a zprostředkovává řešení na bázi umělé inteligence do průmyslové praxe. Přípravuje pravidelná setkání zástupců vědy, průmyslu a státu v podobě Barometru českého průmyslu a Národního průmyslového summitu, úzce spolupracuje se Svazem průmyslu a dopravy ČR. Součástí NCP 4.0 se v lednu 2022 stalo i Národní centrum Stavebnictví 4.0.

Jinou osvědčenou formou spolupráce jsou společné výzkumné laboratoře, a to jak s globálními společnostmi, jakými jsou např. Siemens, Škoda Auto, Rockwell, Eaton, tak i společnostmi českými, např. Českou zbrojovkou či Pocket Virtuality.

Považuji za velice významné, že se dosaďadní zkušenosti z činnosti NCP 4.0 využily při přípravě návrhu evropského digitálního hubu pro umělou inteligenci (eDIH), do které se aktivně zapojily i další součásti ČVUT, zejména FIT, FS a FD, je zde prostor i pro FEL. Bude se jednat na jedné straně o maximální propojení velké části ČVUT s praxí, ale zejména o silné prosířování se systémem eDIH v celé Evropě. Tedy o silně integrující prvek.

V CIIRC se nyní řeší 62 národních grantových projektů a 41 evropských, byl dokončen prestižní projekt ERC AI4RE-

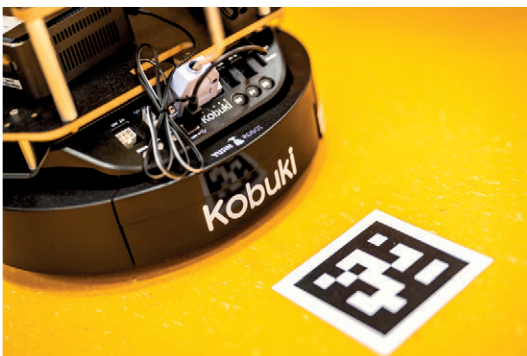
ASON Dr. Josefa Urbana a řeší se jeden ERC CZ grant Dr. Mikoláše Janoty. K dosaňování excelence přispěly tři projekty excelentních týmů OP VVV – Robotika pro Průmysl 4.0 prof. Roberta Babušky, IMPACT Dr. Josefa Šivice a AI & Reasoning Dr. Josefa Urbana.

CIIRC je jedním z hlavních partnerů pro vybudování interdisciplinární výzkumné organizace nového typu – INDRC (International Neurodegenerative Diseases Research Center), které by mělo významně přispět při detekci a léčení Alzheimerovy choroby. Iniciátorem INDRC je start-up Trix Connections, který na CIIRC vznikl v době pandemie, dalšími partnery INDRC jsou například firma Alzheon (americký a zatím jediný vlastník patentů na diagnostiku Alzheimerovy choroby), DFKI, University of Amsterdam a VŠB – Technická univerzita Ostrava. Chceme pomoci zpracovávat obrovská data, se kterými si lékaři a biochemici nevědí příliš rady.

Institut dosahuje kvalitních výzkumných výsledků, což mu umožnilo získat takovou odbornou reputaci, že je již mezinárodně silně prosířován. Spolupracuje intenzivně s průmyslovou praxí. Je viditelný na výzkumné mapě Evropy. Je jednou z prvních institucí, která vybudovala ekosystém, realizující flexibilní vytváření týmů a zabezpečující tok výsledků, nápadů a odpovídajících finančních zdrojů pro efektivní dosahování prakticky využitelných výsledků i pro svoji dlouhodobou udržitelnost.

AI ekosystém CIIRC je velmi otevřený, může poskytovat služby, participaci na projektech i výsledky všem ostatním týmům na ČVUT i v ČR. Hlavním cílem je posilovat efektivitu českého výzkumu jako celku a zvyšovat jeho užitečnost v době, kdy společnost prochází velmi složitou transformací.

prof. Ing. Vladimír Mařík, DrSc., dr. h. c.



Umělá evoluce jako možná cesta k umělé inteligenci

Zrod termínu „umělá inteligence“ se typicky připisuje workshopu na univerzitě v Dartmouthu v létě 1956. Očekávání byla tehdy obrovská – mezi účastníky, k nimž patřili slavní vědci jako Claude Shannon či Marvin Minsky, panoval velký optimismus. Očekávalo se, že v brzké době bude možné algoritmizovat inteligenci, tedy popsat, jak lidé myslí, a vytvořit tak inteligentní stroje. Tím by se skokově urychlil pokrok v mnoha oblastech vědy, od vývoje nových léků po například mnohem efektivnější výuku. Největší optimisté pak doufali v posun v oblastech, které jsou pro současnou vědu zatím neřešitelné – mezihvězdné cestování, vyléčení všech nemocí včetně stárnutí a celkový posun lidstva na další evoluční stupeň.

Problém se nicméně ukázal jako složitější, než se původně zdálo, a z optimistů se postupně stávali pragmatici. Místo pokusů o vytvoření myslících počítačů se tak velká část vědecké komunity začala zabývat řešením složitých problémů, pro jejichž řešení inteligenci potřebujeme. Takto v následujících desetiletích vznikly komunity vědců zabývajících se rozpoznáváním řeči, strojovým překladem, hraním her, jako jsou šachy či piškvorky, rozpoznáváním objektů v obraze a dalšími. Nadějí některých vědců bylo, že po vyřešení dostatečného množství úloh bude možné vytvořit umělou inteligenci propojením jednotlivých komponent – podobně jako například android Data ze Star Treku pak umělá inteligence měla mít moduly pro vykonávání všemožných činností.

Během desetiletí výzkumu se opravdu ukázalo, že mnoho úloh, které zdánlivě vyžadují inteligenci, je strojově řešitelných. Nicméně syntéza jednotlivých komponent není zdaleka tak snadná, jak se původně předpokládalo. Navíc, ačkoliv nejnovější typy umělých neuronových sítí dokáží překonat člověka v řadě úloh, stačí malá změna problému a neuronové sítě mnohdy přestávají fungovat. Někteří vědci proto věří, že je třeba dále prozkoumávat nové směry a dále se věnovat základnímu výzkumu. A právě tím se zabýváme na CIIRC ve skupině Foundational AI.

Komplexní systémy jako modely umělé evoluce

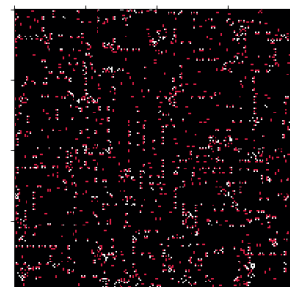
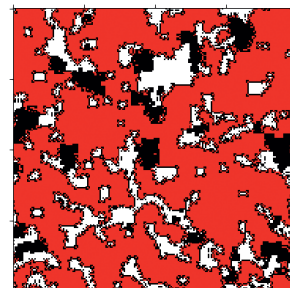
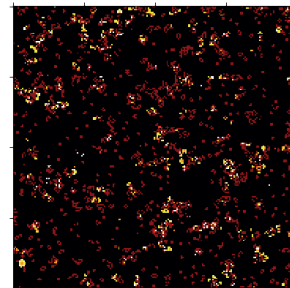
Pokud budeme hledat inspiraci pro vytvoření inteligence v přírodě, můžeme se vydat dvěma hlavními směry. Můžeme se pokusit popsat co nejlépe funkci lidského mozku, od jednotlivých neuronů a synapsí až po slo-

žitě struktury neokortexu a hippocampu. Pokud bychom to dokázali, mohli bychom celý mozek simulovat na počítači. Druhou možnou cestou je popsat proces, který strukturu mozku vytvořil, a který má potenciál vytvořit i něco více. Tím procesem je evoluce, která dala vzniknout všemu okolo nás.

Zatímco první směr je v současné době intenzivně studovaný – vědeckých center kombinujících umělou inteligenci a neurovědy je dnes celá řada, tématu umělé evoluce a umělé inteligence se v současné době mnoho vědeckých skupin nevěnuje. I zde je však bohatá historie předchozího výzkumu.

V naší vědecké skupině se snažíme prozkoumat modely evoluce s minimem ad hoc předpokladů. Na rozdíl od evolučních algoritmů, kde evoluce je pevně definovaná jako iterativní proces střídající náhodné změny a výběr nejlepších jedinců, se snažíme popsat matematické struktury, ve kterých se evoluční prvky objeví zdánlivě samy od sebe – někdy se pro to používá označení emergence. Je to fascinující fenomén, kdy začneme s velmi jednoduchým systémem, který se deterministicky rozvíjí v čase na základě jednoduchých pravidel – podobně jako se rozvíjí vesmír na základě několika málo fyzikálních zákonů. Po určité době v našich simulacích můžeme sledovat samovolný rozvoj struktur se zvyšující se složitostí. Je možné, že některé z našich systémů mají potenciál rozvinout se do libovolné složitosti, pokud by k tomu měly dostatečný výpočetní výkon. Tak by mohla vzniknout umělá inteligence pomocí umělé evoluce, která by měla potenciál vyřešit problémy, které jsou pro lidstvo v současnosti výzvou.

Ing. Tomáš Mikolov, Ph.D.



Samovolně vznikající struktury ve třech různých komplexních systémech

Během desetiletí výzkumu se ukázalo, že mnoho úloh, které zdánlivě vyžadují inteligenci, je strojově řešitelných. Nicméně syntéza jednotlivých komponent není zdaleka tak snadná, jak se původně předpokládalo. Navíc, ačkoliv nejnovější typy umělých neuronových sítí dokáží překonat člověka v řadě úloh, stačí malá změna problému a neuronové sítě mnohdy přestávají fungovat. Někteří vědci proto věří, že je třeba dále prozkoumávat nové směry a dále se věnovat základnímu výzkumu. A právě tím se zabýváme na CIIRC ve skupině Foundational AI.

Navigace robotů i hybridní inteligence

Výzkum ve skupině strojového učení CIIRC sleduje tři hlavní témata – využití symbolické regrese pro modelování dynamických systémů, metody počítačového vidění pro lokalizaci a navigaci robotů a hybridní inteligence.

Vizuální navigace robotů

Kamery se stávají stále dostupnějšími, což podpořilo rozvoj metod počítačového vidění v robotice. V našem výzkumu se zabýváme jak efektivními metodami využívajícími klasické lokální příznaky pro lokalizaci v proměnném prostředí, tak metodami pro navigaci robotů založenými na hlubokém posilovaném učení. Navrhli jsme metodu pro zpřesnění lokalizace, která detekuje změny v prostředí robota během jeho pohybu. Na základě toho lze rozlišit užitečné informace ve stabilních částech scény od nespolehlivých informací v částech, které se mění. Pro úlohu navigace robotů jsme navrhli metodu, která umožňuje efektivní trénování na velkém množství veřejně dostupných dat a následnou adaptaci na reálné cílové prostředí jen s použitím několika málo snímků.

Symbióza přirozené a umělé inteligence

Umělou a lidskou inteligenci kombinuje disciplína zvaná hybridní inteligence. Člověk v ní není umělou inteligencí nahrazen, ale

podporován v řešení úloh. V naší skupině se zaměřujeme na hybridní inteligenci pro analýzu dat a podporu rozhodovacích procesů. V mnoha vědních i komerčních oblastech máme k dispozici obrovské množství dat, ale kvůli jejich objemu a mnohdy i neuspořádanosti je často obtížné využít umělou inteligenci pro podporu rozhodovacích procesů. Zkoumané metody tento problém řeší interaktivně, formou dialogu s uživatelem, jenž na několika příkladech označí data, která pro něj jsou relevantní a která naopak ne. Algoritmus hybridní inteligence se během sekund na těchto interakcích naučí a ihned prezentuje relevantní data pro další kolo dialogu. Tyto systémy nevyžadují ruční anotaci dat předem a díky efektivnímu zpracování jsou vhodné i pro velká data. Naše algoritmy fungují na multimodálních datech, tedy nejen na tabulkách, ale také na obrázcích, videích či textu.

Analytické nelineární modely z dat

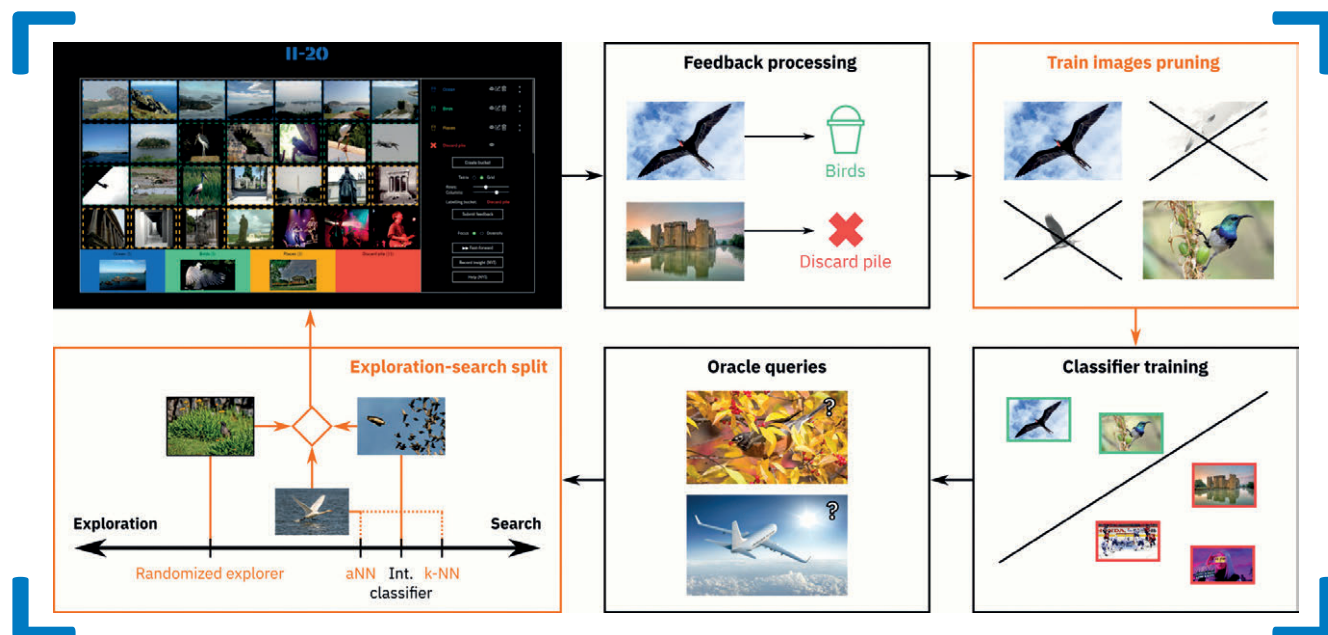
Symbolická regrese je metoda regresní analýzy, která generuje kompaktní a přesné modely ve formě analytických rovnic i z malých souborů trénovacích dat. Na rozdíl od konvenčních regresních technik nevyžaduje žádnou apriorní znalost nebo předpoklad o struktuře hledané funkce. Tato metoda tedy pouze nelaď parametry známého modelu, ale hledá i jeho vhodnou strukturu. Donedávna byly dominantní metody symbolické regrese založené na evolučních algoritmech, kon-

krétně na genetickém programování, které navrhuje vhodné nelineární příznaky a ty jsou pomocí lineární regrese optimálně zkombinovány ve výsledný model funkce.

My jsme vyvinuli několik variant hybridních evolučních metod, které kombinují genetické programování s klasickými metodami lineární regrese. V poslední době se zaměřujeme také na přístupy využívající heterogenní neuronové sítě, tj. sítě s uzly s různými typy aktivačních funkcí, učené pomocí gradientních algoritmů.

Naše metody umí pro učení využívat kromě vlastní množiny trénovacích dat také jiné známé vlastnosti hledaného modelu, jako jsou fyzikální zákony a omezení popisující modelovaný systém. Toho využíváme například při učení dynamických modelů robotických systémů, které respektují fyzikální omezení daného robota (např. mobilní robot nebo dron). Druhou oblastí je využití symbolické regrese v algoritmech posilovaného učení (RL – Reinforcement learning). To umí optimálně řešit problémy dynamického rozhodování a řízení na základě naučené užitkové funkce (tzv. V funkce), resp. řídicí strategie. Ani nejnovější metody však dosud spolehlivě nevyřešily přechod z prostorů diskretních stavů do spojitých stavových prostorů. Naším cílem je přizpůsobit symbolickou regresi tak, aby byla schopna automaticky hledat analytické funkce reprezentující řídicí strategii a užitkovou funkci u úloh se spojitým stavovým prostorem.

prof. Dr. Ing. Robert Babuška



Automatické dokazovače i matematika v blockchainu

Vývoj systémů s využitím umělé inteligence se mj. zabývají dvě pracoviště CIIRC: prvním je Skupina automatického uvažování, druhým pak Skupina formálních metod.

ENIGMA se učí z vlastních úspěchů

Moderní exaktní vědy, softwarové knihovny, hardware a další technologie si lze představit jako pyramidu idejí, postavenou na komplikovaných matematických a logických argumentech a větách. Automatické dokazování vět je proto jedním z nejvíce ambiciózních oborů umělé inteligence. Cílem dokazovačů je určit, zda daná věta logicky vyplývá z určité množiny axiomů, a pokud ano, předložit její důkaz, což je posloupnost jednoduchých logických kroků. To lze použít i ke konstrukci matematických objektů (např. algoritmů) s požadovanými vlastnostmi, ověřování jejich vlastností atd. Dostatečně silné dokazovače by tak mohly v principu nahradit nebo usnadnit práci matematiků, logiků, vědců, programátorů, designérů systémů (může jít o software, hardware či komunikační protokol) a ověřovatelů jejich vlastností.

Náš systém ENIGMA, vyvíjený Janem Jakubův, Zarem Goertzlem, Karlem Chvalovským, Martinem Sudou a Josefem Urbanem, obohacuje jeden z nejlepších současných dokazovačů – E – o schopnost učit se z vlastních úspěchů a tím dále výrazně zlepšovat svůj výkon. To lze použít například při dokazování vět nad formálními matematickými knihovnami, což jsou obdoby velkých matematických učebnic, které jsou plně srozumitelné počítačům. ENIGMA využívá moderních technik strojového učení, jako

jsou hluboké grafové neuronové sítě a boostované rozhodovací stromy. Z jednodušších důkazů se učí předpovídat, které logické kroky (inference) povedou k odvození těžších matematických tvrzení. Během několika iterací, kdy se střídá stále inteligentnější dokazování s učením z nově dokázaných tvrzení, tak ENIGMA dnes umí zvýšit množství dokázaných vět až o 70 procent. Podobné systémy také mohou samy navrhovat matematická tvrzení (domněnky) a snažit se je dokázat nebo vyvrátit. Jejich cílem je simulace matematika, který si „hraje“ s různými nápady, a zároveň se tak sám učí řešit stále těžší a zajímavější problémy.

Objevování matematických vzorců bez učitele

Co následuje v posloupnosti 1, 2, 4, 8, 16...? Logická odpověď je 32. Důvodem je, že další číslo získáme vynásobením předchozího čísla dvojkou. Jinými slovy, vzorec 2^n je pro tuto posloupnost nejvhodnější. Krátký vzorec často poskytuje nové matematické poznatky o povaze určité posloupnosti. Ve vědě platí, že hledání krátkého vysvětlení určitého jevu obvykle vede k lepšímu vysvětlení (tzv. Occamova břitva). V matematice jsou častým objektem studia celočíselné posloupnosti. Databáze Online Encyclopedia of Integer Sequences (OEIS) dnes obsahuje více než 350 000 posloupností a jejich matematických popisů (např. Fibonacciho posloupnost či posloupnost prvočísel).

Náš systém QSynt, který vyvíjí Thibault Gauthier, je vybavený pouze několika málo konstruktory vzorců (+, x, -, /, modulo, for-smyčka, atd.) a učí se od nuly, tedy pouze ze vzorců, které postupně sám objevuje. Po třech

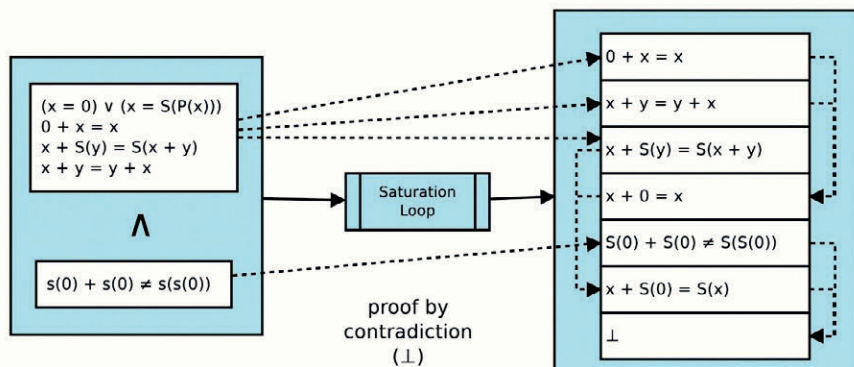
týdnech takového objevování a učení QSynt umí automaticky syntetizovat vzorce pro 50 000 posloupností z OEIS. Jako příklad lze uvést vzorec syntetizovaný pro posloupnost prvočísel (její charakteristickou funkci), který se opírá o Wilsonovu větu. QSynt znovu objevil mnoho vzorců pro známé posloupnosti a pro některé posloupnosti OEIS již možná vytvořil zcela nové vzorce. Každý si může QSynt otestovat a hrát si se systémem na <http://grid01.ciirc.cvut.cz/~thibault/synt.html>.

Neuronová architektura GNN2RNN

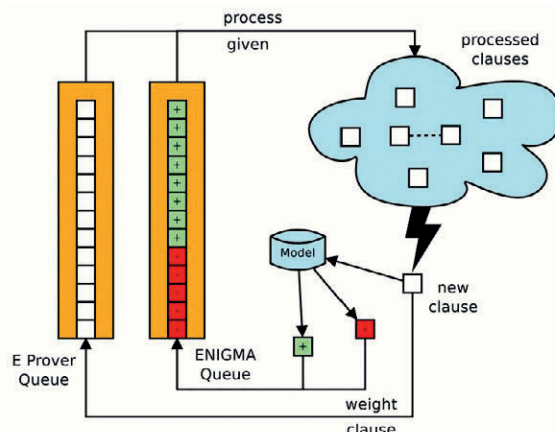
Jednou z nejdůležitějších úloh v oboru formálních metod a SMT je syntéza potřebných matematických objektů. Tzv. Herbrandova věta totiž zaručuje, že pokud správně vytvoříme potřebné objekty, řešení obecně velmi těžkých (nerozhodnutelných) problémů se výrazně usnadní. Moderní SMT systémy a dokazovače používané pro formální verifikaci proto obsahují řadu expertních heuristik pro syntézu vhodných objektů (termů).

Námi navržená neuronová architektura GNN2RNN, vyvinutá Jellem Piepenbrockem a Mirkem Olšákem, se snaží tyto heuristiky nahradit strojovým učením z mnoha příkladů. Její grafová část (GNN) se učí charakterizovat problémy s ohledem na řadu logických symetrií (např. přejmenování symbolů, ekvivalentní přepsání formulí atd.), které se v jejich formulaci mohou vyskytovat. Na základě takové charakterizace pak rekurentní neuronová část (RNN) syntetizuje vhodné objekty v konkrétním jazyce daného problému. Návrh objektů je tak založen pouze na samotné matematické struktuře, nikoli na pojmenovávacích konvencích. Tím

Saturační důkaz



ENIGMA řídí dokazovač E



se tato neuronová architektura výrazně liší od velké většiny současných populárních lingvistických modelů (transformerů), které typicky mnohem více spoléhají na jednotnou terminologii. Architektury jako GNN2RNN také zajímavě ilustrují rozdíly mezi volnými texty v přirozeném jazyce a abstraktními a silně strukturovanými matematickými argumenty a důkazy.

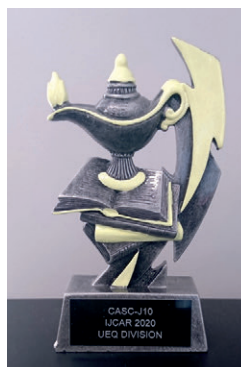
Leibnizův sen...

Jedním z nejstarších snů vědy je učinit libovolné argumenty mechanicky ověřitelnými. Díky tomuto snu vznikly ve 20. století formální ověřovače důkazů (formal proof assistants), které dnes umožňují verifikovat pokročilé matematické a logické argumenty, stejně jako složité hardwarové a softwarové konstrukce. Klíčovým pojmem v matematice jsou čísla, např. přirozená, racionální, ordinální a reálná. Pozoruhodným objevem slavného britského matematika Johna Conwaye jsou tzv. nadreálná (surreal) čísla, která všechny tyto druhy čísel zobecňují. Chad Brown nedávno dokončil projekt, ve kterém formálně definoval Conwayova nadreálná čísla a dokázal věty o nich. Použil k tomu svůj formální ověřovač Megalodon, který přirozeně kombinuje několik klasických přístupů k výstavbě matematiky. Formalizace matematických pojmů, jako jsou nadreálná čísla, zahrnuje více než jen vytváření definic a hledání důkazů tvrzení. Definice a dokázané věty je třeba začlenit do matematické knihovny, na které mohou stavět ostatní.

Blockchain spojený s kryptoměnou a sítí peer-to-peer je digitální obdobou knihy, do které může kdokoli publikovat novou kapitolu, pokud je v souladu s pravidly

této sítě. Zajímavý nový druh blockchainu zahrnuje i formální verifikaci důkazů. To je podobné blockchainům, na kterých běží chytré (smart) kontrakty. Hlavním projektem v tomto směru je blockchain Proofgold, jehož pravidla umožňují komukoli publikovat definice a věty s důkazy, pokud jsou nové a správné. Tím se vytváří otevřený a decentralizovaný způsob publikování a budování formální matematiky, kde je mj. možné vypsát odměny na otevřené domněnky. Brownova konstrukce nadreálných čísel byla nedávno publikována v blockchainu Proofgold, což znamená, že nyní lze publikovat důkazy vět používajících reálná a nadreálná čísla. To mj. znamená, že řada slavných matematických domněnek (např. Riemannova hypotéza) může být teď umístěna do blockchainu s odměnami, které budou automaticky vyplaceny tomu, kdo přijde první se strojově ověřitelným důkazem. Tímto způsobem poskytují blockchainy, jako je Proofgold, základ pro rozsáhlé decentralizované ověřování pokročilých argumentů v 21. století.

Mgr. Josef Urban, Ph.D.,
Mgr. Mikoš Janota, Ph.D.,
a RNDr. Martin Suda, Ph.D.



Skupina automatického uvažování,

vedená Martinem Sudou, vyvíjí systémy, které samostatně dokazují matematická tvrzení, asistují při tvorbě a formalizaci matematiky a při verifikaci řady systémů. Zaměřujeme se na AI systémy propojující logickou dedukci a prohledávání s učením se z předchozích řešení, tj. věrnější emulaci metod, které při studiu a řešení těžkých problémů úspěšně používají lidští experti, např. matematici a vědci.

Skupina formálních metod,

vedená Mikošem Janotou, se zabývá systémy pro řešení logických problémů vznikajících dnes zejména při praktické verifikaci a testování softwaru. Jde hlavně o tzv. SMT (splnitelnost modulo teorie) systémy, které efektivně implementují aritmetiku, datové struktury atd. Ty dále kombinujeme s metodami strojového učení.

> Více na

<https://github.com/ai4reason>

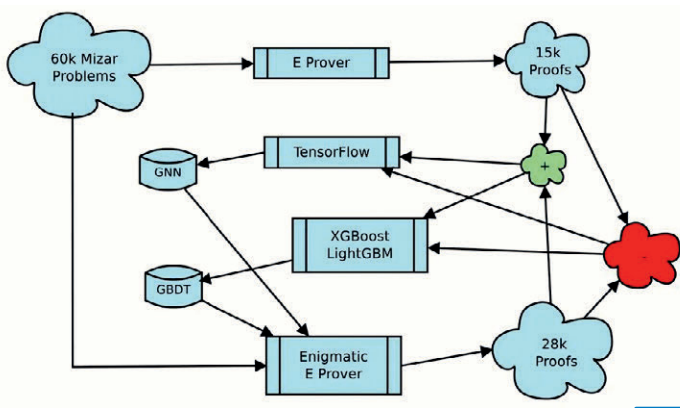
<http://ai4reason.org/demos>

<http://grid01.ciirc.cvut.cz>

<https://www.ciirc.cvut.cz/cs/teams-labs/ai>

✓ Trofej ze šampionátu v automatickém uvažování, kde byl oceněn i dokazovač ENIGMA, vyvinutý na CIIRC ČVUT

Dokazovací a trénovací smyčka



➤ Během několika iterací, kdy se střídá stále inteligentnější dokazování s učením z nově dokázaných tvrzení, dnes ENIGMA umí zvýšit množství dokázaných vět až o 70 procent. Podobné systémy také mohou samy navrhovat matematická tvrzení (domněnky) a snažit se je dokázat nebo vyvrátit. Jejich cílem je simulace matematika, který si „hraje“ s různými nápady, a zároveň se tak sám učí řešit stále těžší a zajímavější problémy.



➤ Projekt TLO2000344 – Virtuální realita v aktivizaci seniorů (VIREAS) za finanční podpory TA ČR realizuje Teologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích společně s Českým institutem informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT a Asociací virtuální a rozšířené reality s. r. o.

Virtuální realita jako nástroj kognitivní stimulace

Aplikace virtuální reality se v posledním desetiletí rozšířily a staly se téměř standardním nástrojem v mnoha oblastech. Z herního odvětví se přesunuly do reálných aplikací v průmyslu, zdravotnictví a vzdělávání, abychom zmínili jen ty nejdůležitější.

Zejména ve zdravotnictví a zařízeních pobytové péče bychom mohli s výhodou využít základní vlastnosti virtuální reality, a to generování podnětů pro smysly (především zrakových a akustických) a imerzivitu (tedy něco jako vnoření se). Tyto vlastnosti slouží jako základ pro vývoj různých aplikací pro trénink paměti, orientaci v prostoru, reminiscenční terapii (terapie vzpomínkou) starších osob. Dalšími oblastmi jsou výzkum kognitivních schopností, rehabilitace, vzdělávání a trénování dovedností. Některé studie se věnují neurorehabilitaci a z nich je patrné, že VR kladně působí na stimulaci mozkových funkcí, zejména paměti a poznávacích schopností. Často tato témata najdeme pod názvy „mozkový jogging“ nebo „kognitivní trénink“.

Nedávný výzkum ukázal, že virtuální realita má pozitivní vliv na reminiscenční terapii, zejména u klientů, kteří jsou apatičtí, a může přispívat k prodloužení doby, kdy si klienti udržují své kognitivní schopnosti v dobré kondici. Vytvářejí se vhodné aplikace, využívající například 360stupňová videa/fotografie z míst, která jsou pro klienty zajímavá. Realizované studie prokazují, že tyto metody jsou klienty velmi dobře přijímány a zvyšují účinek reminiscenční terapie.

Náš společný výzkum s Dr. Věrou Suchomelovou (hlavní řešitelkou) z Teologické fakulty Jihočeské univerzity a kolegy z Asociace virtuální a rozšířené reality s. r. o. je zaměřen na vývoj sady zážitků virtuální reality, respektujících potenciál i potřeby uživatelů v domovech pro seniory. V současnosti se jejich klienti mohou projít lesem, centrem reálného města, nebo si vybrat z řady tematických výletů. Nedílnou součástí projektu je vytvoření metodiky pro aktivizační pracovníky, protože záměrem je právě aktivní zapojení seniora do celého procesu. Starší lidé si neprohlíží jen pasivně jednotlivé vybrané zážitky. Jsou přitom doprovázeni aktivizačním pracovníkem, který se seniorem komunikuje během „pobyту“ ve virtuální realitě a zejména následně (ihned, ale i další dny) o obsahu zážitků a také o dalších souvisejících tématech. Zážitky lze také využít pro trénování paměti či postřehu. Naší ambicí je vytvořit aplikaci v takové podobě, aby ji mohli pracovníci v domovech pro seniory používat pokud možno bez asistence lidí z technické podpory. Tím by se mohla snadněji rozšířit do většího počtu zařízení.

Řadu nových postřehů a nápadů pro rozvíjení nových témat pro zážitky jsme si přinesli i z ověřování prvků virtuální reality přímo se seniory. Jsme moc rádi, že jsme našli skvělé partnery v pracovnících Domova důchodců Dobrá Voda u Českých Budějovic, kde se odehrávalo pilotní testování. Seniori byli také velmi vstřícní a byla to pro ně i zajímavá zábava. Zjistili jsme, že jsou velmi pozorní

a vnímaví a všimnou si neobvyklých věcí. Procházka lesem je vytvořená pomocí počítačové grafiky, a tak se tam snadněji vkládají i nezvyklé objekty. Do typicky českého lesa byla „vysazena“ exotická rostlina. Byli jsme zvědaví, zda si jí někdo všimne. Musíme přiznat, že jsme nikoho nenachytali. To nás přivedlo na myšlenku realizovat podobné scénáře již cíleně právě na trénink paměti a postřehu. Rozhodně pozitivní přijetí technologie seniory nás povzbudilo do další tvůrčí činnosti.

Trochu neplánovaně se testování v Domově důchodců Dobrá Voda zúčastnila i klientka, která již měla neurodegenerativní onemocnění diagnostikované. Sama si chtěla virtuální realitu vyzkoušet. I aktivizační pracovníce byly překvapené, že po absolvování zážitků se více rozmluvila, když předtím delší dobu hovořila velmi málo. Navíc celkově ožila. Sice si další den už nic nepamatovala, nicméně i to krátkodobé pozitivní působení je potvrzením výsledků zahraničních studií, že virtuální realita může fungovat jako nástroj pro kognitivní stimulaci.

V souvislosti s izolací seniorů během pandemie nemoci covid-19 došlo ke skokovému nárůstu významu tzv. chytrých technologií v životě nejstarší generace, a to nejen jako prostředku komunikace s rodinou a přáteli, ale také jako zdroje nových impulzů, zábavy i možnosti úniku z jednotvárného prostředí. Ve virtuální realitě může člověk prožít i to, co je pro něj v běžném životě nedostupné.

doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.

Difúzní sekvence magnetické rezonance mozku a pokročilé modely mozkových drah jsou schopné odhalit počínající Alzheimerovu chorobu o dekádu dříve než standardní diagnostické nástroje.

Odkrývání změn či poškození mozku

Alzheimerova choroba (Alzheimer's disease, AD) představuje nejčastější formu kognitivního úpadku v populaci západního světa, zodpovídá za 60–70 procent všech případů stařecké demence. Z klinického pohledu jde o nemoc charakterizovanou především progresivním kognitivním úbytkem spojeným s klesající schopností provádět aktivity běžného denního života, neuropsychiatrickými poruchami a změnami chování. Oproti tomu mírná kognitivní porucha (mild cognitive impairment, MCI) představuje klinický mezystupeň mezi normálním stárnutím a Alzheimerovou chorobou. V tomto stádiu má pacient zachované rozpoznávání, ale může pociťovat problémy s pamětí a sníženou autonomií při zajišťování aktivit denního života. Přibližně 10–15 procent pacientů s mírnou kognitivní poruchou s potíží s pamětí přejde ročně do stadia plně rozvinuté Alzheimerovy choroby.

Při výzkumu Alzheimerovy choroby se uplatňují především patologické a neurovizuální studie. Oba přístupy ukazují, že neurodegenerativní procesy spojené s touto nemocí vyúsťují v rozsáhlou mozkovou atrofii, tedy úbytek mozkové tkáně. Hlavními pato-

logickými znaky je mimobuněčné ukládání beta-amyloidových plaků a vnitrobuněčná akumulace neurofibrilárních klubek. Bez ohledu na příčinu jejich vzniku, přítomnost těchto mikroskopických abnormalit vede od buněčného poškození až k buněčné smrti. Kromě dobře zdokumentovaných škod v šedé hmotě, jako je např. korová atrofie nebo atrofie hipokampu, se ukazuje, že v patogenezi choroby hrají důležitou roli i změny v tzv. bílé hmotě, která je tvořena axony – energeticky náročnými, dlouhými výběžky nervových buněk, jejichž svazky se označují jako mozkové dráhy.

Právě pro hodnocení zdraví mozkových drah tvořených bílou hmotou využívá naše vědecká skupina techniku difúzní magnetické rezonance – zobrazovací metodu vytvářející obraz na základě měření šíření vodních molekul, které jsou všudypřítomné v živé tkáni. Brzké patologické změny zpravidla mění mikrostrukturu tkáně (membrány, buněčné struktury, velikost a tvar buněk) s následnou změnou jejich parametrů, které ale často nejsou pozorovatelné pomocí konvenčních sekvencí. Difúzní metoda však dokáže tyto změny zachytit, a tak například zprostředko-

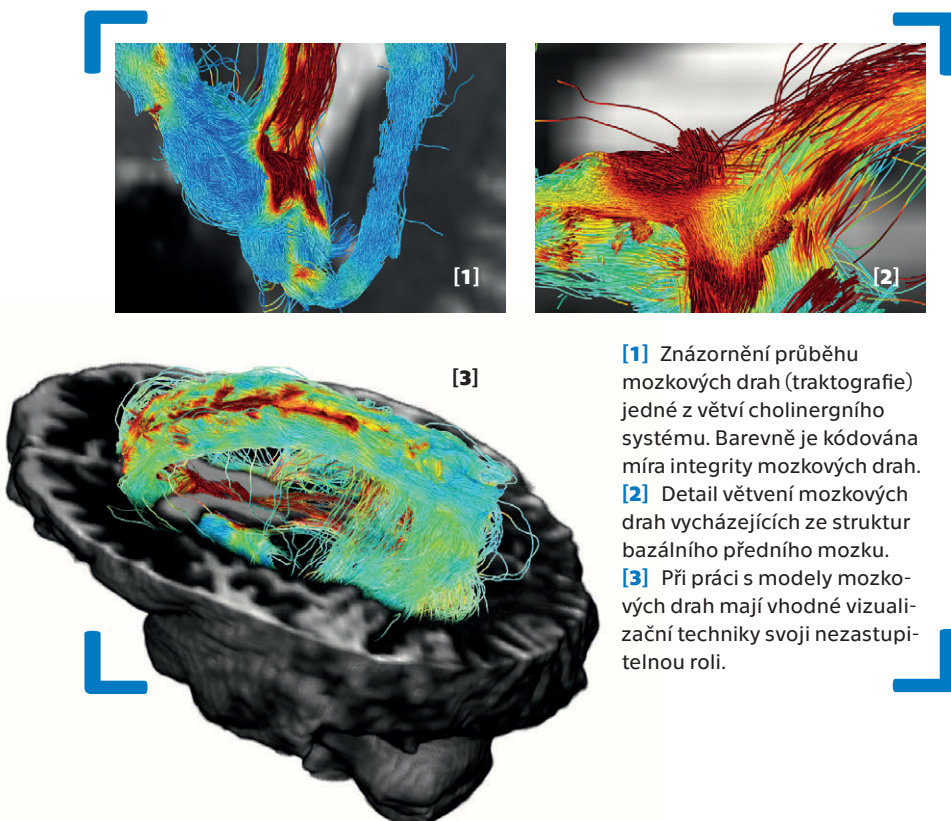
vat in vivo informaci o mikrostrukturálním poškození bílé (ale i šedé) mozkové hmoty u pacientů s Alzheimerovou chorobou či mírnou kognitivní poruchou.

V naší vědecké skupině oddělení BEAT na CIIRC se zabýváme zejména modelováním konkrétních mozkových drah postižených při neurodegenerativních onemocněních. Pomocí obrazových dat od zpravidla několika set pacientů jsme schopni poměrně přesně lokalizovat hledané mozkové dráhy a vytvořit jejich anatomickou mapu. To nám následně slouží k vyhodnocení integrity mozkových drah u konkrétních pacientů. Jako první pracoviště jsme takto dokázali popsat dráhy cholinergního systému u živých subjektů. Jejich poloha se velmi přesně shodovala s dříve vytvořenou mapou (popisem) získanou z post mortem studií. Dále jsme ukázali, že tyto a žádné jiné mozkové dráhy nepopisují tak dobře variabilitu kognice ve zdravé populaci. Objemové změny viditelné na běžných snímcích difúzní magnetické rezonance oproti tomu tyto drobné změny nedokázaly téměř vůbec zachytit.

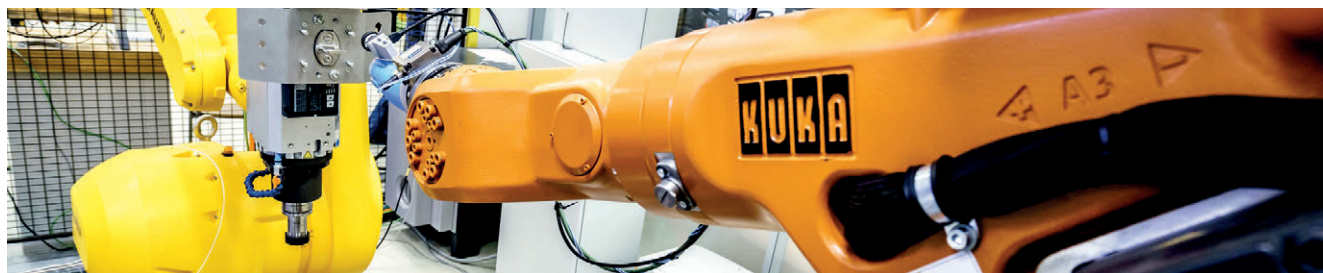
Naše nejnovější poznatky směřují od zdravé populace k pacientům ze spektra Alzheimerovy choroby. Pozdní fáze jsou skutečně velmi dobře viditelné na standardních anatomických sekvencích magnetické rezonance. Brzké fáze, které těmto pokročilým fázím často předcházejí o 10–20 let, jsou však tímto způsobem nepostihnutelné. Ani klinické testy totiž nejsou schopny odhalit změny mozku, které již v tomto období probíhají. Pacienti často přicházejí do ordinací s nespecifickými, subjektivními potížemi, které standardní testy vyhodnocující změny kognitivních funkcí, paměti a chování, neumí odhalit. Zde právě nastupují nejmodernější citlivé biomedicínské postupy, aby použily předem naučený model k vyhodnocení míry a lokalizace mikroskopického poškození mozku. Uplatnění validovaných modelů předem vytipoovaných mozkových drah nám umožňuje výrazně zvýšit citlivost a specifickou takových predikcí.

Výzkum na různých klinických skupinách pacientů probíhá ve spolupráci s našimi partnery z Karolinska Institute (Švédsko), German Center for Neurodegenerative Diseases (Německo), University of La Laguna (Španělsko), Mayo Clinic (USA) a Fakultní nemocnice v Motole.

Ing. Milan Němý, CIIRC, FEL,
Ing. Lenka Vysloužilová, Ph.D., CIIRC,
a prof. RNDr. Olga Štěpánková, CSc., CIIRC



- [1]** Znáznornění průběhu mozkových drah (traktografie) jedné z větví cholinergního systému. Barevně je kódována míra integrity mozkových drah.
- [2]** Detail větvení mozkových drah vycházejících ze struktur bazálního předního mozku.
- [3]** Při práci s modely mozkových drah mají vhodné vizualizační techniky svoji nezastupitelnou roli.



Testbed pro Průmysl 4.0

[Unikátní experimentální laboratoř pro pokročilou průmyslovou výrobu]

V letošním roce se završuje zásadní fáze rozvoje Testbedu pro Průmysl 4.0, jehož dvě podlaží o rozloze 1 640 m² jsou dovybavována nejmodernějšími technologiemi. Společně vytváří zcela unikátní prostředí pro testování, simulaci a vývoj různých scénářů pro moderní továrny 21. století – od automatizované intralogistiky po sofistikované autonomní výrobní systémy. Pojmy jako digitální dvojče, umělá inteligence, automatizace a robotizace se v prostředí testbedu CIIRC propojují do konkrétních projektů, a to jak výzkumných či vzdělávacích, tak ve spolupráci s firmami i s přímou aplikací do průmyslové praxe.

Spodní podlaží testbedu v suterénu budovy CIIRC ČVUT je zaměřené zejména na výrobní technologie a výrobní stroje, zatímco o patro výše se nalézají moduly určené pro oblast flexibilní výroby. Uni-verzální robotické a výrobní buňky, včetně kolaborativních robotů a obráběcích strojů, jsou intralogisticky propojovány flotilou mobilních robotů a vozítek, softwarově a datově také na úrovni tzv. edge zařízení, serverových i cloudových aplikací s využitím algoritmů umělé inteligence (AI – artificial intelligence). Testbed umožňuje experimentovat s dostupnými zařízeními nebo připojovat zařízení nová. Díky univerzálnosti výrobních prvků a řídicímu systému je možné stejné zdroje použít a optimalizovat k provádění různých operací.

Prostory doplňuje špičkově vybavené centrum 3D tisku s průmyslovými 3D tiskárnami různých technologií (MJE, FDM, PolyJet, laserové spékání) pro tisk z plastů

a kovů, ve kterém vznikla na začátku koronavirové pandemie na jaře roku 2019 již legendární ochranná polomaska. Funkčně a výzkumně je s testbedem propojené také pracoviště tzv. Smart Grid Lab pro vývoj pokročilých energetických systémů, včetně napojení na fotovoltaický systém. Laboratoř je vybavena i přesnými měřicími přístroji, které umožňují detailně analyzovat průběh signálu napětí a proudu na přírodních vodičích k připojeným výrobním zařízením. Díky této možnosti můžeme sledovat energetické nároky na jednotlivé výrobní operace a následně optimalizovat výrobní postupy s ohledem na dostupné zdroje energie. Dále získáváme možnost vyhodnocovat vliv jednotlivých výrobních zařízení na kvalitu elektrického signálu v lokální elektrické síti. V kombinaci se simulačními nástroji můžeme ještě ve fázi návrhu nového výrobního systému odhalit možné budoucí problémy se zajištěním stability napájení všech připojených komponent.

Takto koncipovaný dejvický testbed tvoří součást páteřní sítě evropského centra excelence RICAIP financovaného z evropských a národních zdrojů programů Horizont 2020 a OP VVV v celkové výši téměř 48,5 mil EUR na období let 2019 až 2026. Centrum RICAIP propojuje funkčně i institucionálně testbedy v Praze, v Brně na CEITEC VUT a v německém Saarbrückenu, který na ploše více než 4 000 m² společně spravují dva přední výzkumné instituty DFKI a ZeMA. První distribu-

vaný testbed v Evropě tak v rámci RICAIP vytváří robustní výzkumnou infrastrukturu pro průmyslovou umělou inteligenci a robotiku a CIIRC ČVUT i Česká republika se dostávají do mezinárodních partnerství, často i mimo tradiční výrobní obory, a otevírají je široké inovační komunitě.

RICAIP též rozvíjí koncept tzv. distribuované výroby, která umožňuje, aby byly výrobní kapacity flexibilně poskytovány a sdíleny bez ohledu na geografickou polohu. Výrobci produktů nutně nemusejí továrny ani výrobní prostředky vlastnit. Sdílení výrobních prostředků a dat o výrobních zdrojích nabízí celou řadu pozitivních efektů – výroba i produkt se lépe přizpůsobují, dodavatelé mohou flexibilně reagovat na poptávku a v konečném důsledku vyrábět efektivněji či generovat úspory. To otevírá prostor pro posilování konkurenceschopnosti i vyšší ziskovost, nemluvě o dlouhodobé udržitelnosti takových řešení. Flexibilní výroba také umožní kompenzovat případné výpadky výroby v období krizí či v tzv. offshore zemích a přivést produkci blíže do Evropy.

V polovině loňského roku byla ve spolupráci s T-Mobile v testbedu zprovozněna také první privátní kampusová 5G SA síť v Česku, která umožňuje vědcům i firmám rozvíjet digitální řešení využitelná v aplikacích, jako je například logistika, přiblížení principů tzv. „edge computing“ k samotným výrobním strojům či lokalizace mobilních robotů v provozu.

Výzkumné zaměření Testbedu pro Průmysl 4.0:

- Flexibilní továrna s různými úrovněmi modularity
- Multiagentní systémy pro plánování výroby na různých úrovních hierarchie
- Systémy digitálních dvojčat pro strojové učení, zpracování výrobních dat a prediktivní údržbu
- Výrobní procesy a výrobní technologie, včetně laserových technologií, hybridní a aditivní výroby
- Distribuovaná výroba a logistika a výroba jako služba

Robotika, flexibilní výroba a technologie

Testbed tvoří dvě hlavní laboratoře s unikátními technologiemi.

Jedna je zaměřena na robotiku a flexibilní výrobu, druhá na robotiku a výrobní technologie.

Laboratoř pro robotiku a flexibilní výrobu zahrnuje:

- Technologie pro automatickou montáž, plánování a virtualizaci výroby včetně vybavení pro rozšířenou a virtuální realitu (AR/ VR)
- Víceosý pohybový systém – delta robot s dopravníkem s vizuálním naváděním a navzájem synchronizovanými osami robota a dopravníku, včetně momentových senzorů na všech osách delta robota
- Automatizovaný sklad s flotilou autonomních mobilních robotů, které zajišťují intralogistické operace pro ostatní stacionární výrobní a montážní buňky
- Robotickou buňku s několika roboty (umožňuje realizovat operace s díly přímo na pohybujícím se dopravníku)
- Robotické pracoviště vybavené laser trackerem pro přesné absolutní odměřování polohy, které se využívá k měření větších součástí (například motorového bloku spalovacího motoru) a k výzkumu v oblasti robotického 3D tisku
- Řadu kolaborativních a průmyslových robotů vybavených různými gripy, senzory síly, kamerovými systémy a vizualizačními nástroji pro výzkum inovativních řešení pro automatizovanou montáž robotů.

Laboratoř pro robotiku a výrobní technologie má v souladu s výzkumným a výukovým zaměřením na elementární interakce nástroje s materiálem ve svém vybavení:

- Průmyslové a kolaborativní roboty několika předních průmyslových značek včetně senzorů a pracovních hlavic pro realizaci případových studií
- Technologie obrábění a technologie aditivní
- Robotickou laserovou buňku pro tepelné, aditivní a spojovací operace laserovým paprskem o výkonu až 6 kW
- Laserovou stanici s nano- a femto-sekundovým laserovým zdrojem
- Pětiosý stroj pro hybridní výrobu technologiemi aditivní a subtraktivní výroby
- Horizontální frézovací centrum s kryogenním chlazením řezného procesu pomocí kapalného CO₂ pro výzkum zejména v oblasti obrábění těžkoobrobitelných materiálů
- Diagnostickou laboratoř s dynamometri pro měření řezných sil, s vybavením pro vibrační analýzu strojů a nejmodernějšími mikroskopy.

Laserová mikroobráběcí stanice

Instalovaná laserová mikroobráběcí stanice využívající unikátní kombinaci nano-, piko- a femtosekundového laseru umožňuje pokročilé strukturování povrchů např. řezných nástrojů pro zlepšení chlazení nástroje a sekundárně i pro snížení spotřeby energie při obrábění. Stroj navíc disponuje pětiosým polohováním, proto není problémem zpracovávat i velice komplikované tvary, jako jsou například osově řezné nástroje. Jinou aplikací je strukturování kloubních implantátů. Laser je plně vybaven nejmodernější optikou s mikroskopickým objektivem. Na stroji je tedy možné tvořit funkční povrchy s rozlišením tvaru v jednotkách mikrometrů.

Experiment Delta robot

Ve spolupráci se společností Siemens se v testbedu zprovoznil delta robot, který umožňuje synchronizovat své pohyby

s pohybem palet na dopravníku. Výzkumníci na něm navíc navrhli a odladili kinematický a dynamický model, díky němuž lze porovnávat chování skutečného robota a prostřednictvím algoritmů strojového učení identifikovat odlišnosti. Toto slouží jako základ pro diagnostiku provozu stroje, tzv. condition monitoring. Speciálním případem, kdy se také využívá dynamický model robota, je ruční ovládání s využitím kamery instalované přímo v madle pro ruční navádění. Vzhledem k nízkému výpočetnímu výkonu dostupnému přímo v madle robota se využívá 5G SA komunikace pro přenos obrazu z kamery na server (edge zařízení) a předání potřebných polohových údajů zpět do robota v reálném čase. Na delta robota byl rovněž připraven experiment s využitím rozšířené reality pro prediktivní údržbu pomocí soupravy HoloLens pro rozšířenou realitu připojené prostřednictvím kampusové 5G SA sítě ve spolupráci se společností Pocket Virtuality.

Spolupráce člověka a robota

Poloautonomní roboti občas potřebují pomoc od lidských supervizorů. V testbedu byl ve spolupráci s DFKI připraven demonstrátor jako ukázka toho, jak lidé a roboty komunikují o předávání řízení. Demonstrátor zahrnoval vzdálenou podporu poloautonomního robota v naší partnerské laboratoři v DFKI – včetně podpory v podobě autonomně vypuštěného dronu v Saarbrückenu k získání lepšího přehledu o situaci na tamním pracovišti. Jednalo se o třístrannou komunikaci mezi roboty, odborníkem v Praze a pomocným pracovníkem v Saarbrückenu. První verze demonstrátoru byla k vidění na Hannover Messe v dubnu 2021, pokračovala pak při příležitosti návštěvy německého spolkového prezidenta Frank-Waltera Steinmeiera v CIIRC ČVUT v srpnu 2021.



Příležitosti pro malé a střední projekty i pro veřejnou sféru

Výrobní podniky mohou v rámci testbedu využívat celou škálu služeb, které jim pomohou v jejich digitální transformaci. Cílem je propojovat výzkumnou a soukromou sféru a poskytovat inovativní digitalizační služby zejména malým a středním podnikům, díky plánovanému zapojení do projektu EDIH (European Digital Innovation Hub) i veřejné správě. Služby tohoto typu již byly poskytnuty celé řadě společností. Kromě toho pracovníci testbedu vstupují do řady projektů smluvního i kolaborativního výzkumu. Pokročilá infrastruktura vytváří unikátní prostředí pro ověřování nových postupů před tím, než začne nasazování prototypu nebo již hotové technologie v samotné výrobní firmě.

Modulární a flexibilní výroba

Testbed umožňuje vyvíjet a ověřovat integraci fyzických strojů i systémů pro monitorování a nadřazené řízení výroby. Díky využití standardních a široce akceptovaných rozhraní jako například OPC UA nebo MQTT lze provádět sběr dat i řízení výrobních operací ze systémů typu MES/MOM (Manufacturing Execution System / Manufacturing Operations Management).

Příkladem konkrétní spolupráce je nasazení systému Opcenter společnosti Siemens pro řízení montáže na robotické lince, přičemž nad rámec běžného použití tohoto systému byl integrován plánovač výrobních operací vyvinutý na CIIRC ČVUT, který umí přepočítat výrobní sekvenci podle skutečného stavu linky (např. dostupnost materiálu, porucha některého stroje atd.) a tím způsobit výrobu aktuální situaci. Jednotlivé stroje jsou dostupné právě přes rozhraní OPC UA a jakákoliv změna nejen ve výrobní sekvenci, ale i v počtu nebo rozložení strojů je díky tomu snadno realizovatelná.

Samostatným přístupem k řízení výroby je multiagentní přístup, kterým se CIIRC ČVUT zabývá v rámci projektů Cluster 4.0 a BRAINE. Každý stroj nebo výrobní buňka se chová jako autonomní systém, který vstupuje do vztahu s ostatními systémy neboli agenty a domlouvá se, jaké své schopnosti může nabídnout nebo naopak jaké schopnosti ostatních agentů využije. Výhodou tohoto přístupu je samostatné chování agentů, kteří se automaticky přizpůsobují tomu, jaké stroje jsou k dispozici, a dokážou sami reagovat na skutečnou situaci. Tímto způsobem se automaticky zpracuje jakákoliv změna ve fyzickém rozložení linky, počtu dostupných výrobních modulů nebo změně výrobní sekvence. Multiagentní systémy tedy představují vhodnou platformu pro řízení flexibilní a rekonfigurovatelné výroby, postavené na chápání jednotlivých strojů a skupin strojů jako samostatných modulů.

Na výzkumném projektu BRAINE: Big data pRocessing and Artificial Intelligence at the Network Edge pracuje testbed CIIRC ČVUT spolu s firmou Factorio Solutions. Výkonná zařízení edge mohou zpracovávat data z různých míst, například z několika výrobních linek v průmyslové výrobě, a výsledky výpočtů předávat jako zpětnou vazbu do výrobního procesu. Tento přístup navíc podporuje i privátní kampusová síť 5G SA, která podle potřeby umožňuje flexibilně připojovat zařízení nebo senzory a nastavovat pro ně potřebné komunikační parametry jako například garantovaná latence nebo přenášený objem dat.

Propojení na vzdělávání

V rámci evropského programu EIT Manufacturing se testbed podílí na několika projektech, které podporují vzdělávání primárně určené pro výrobní firmy. Důležitá je i účast na bakalářských i magisterských vzdělávacích programech ČVUT, a to především spolu s Fakultou strojní a Fakultou elektrotechnickou.

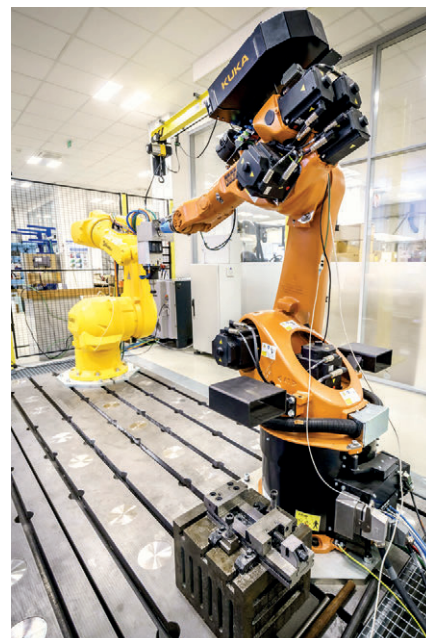
Moderní vybavení přispívá k výchově mladých inženýrů pro český průmysl. Pod hlavičkou EIT Manufacturing je v testbedu vytvářen vzdělávací obsah o moderních výrobních technologiích určený pro doplňkové vzdělání odborných pracovníků z praxe.

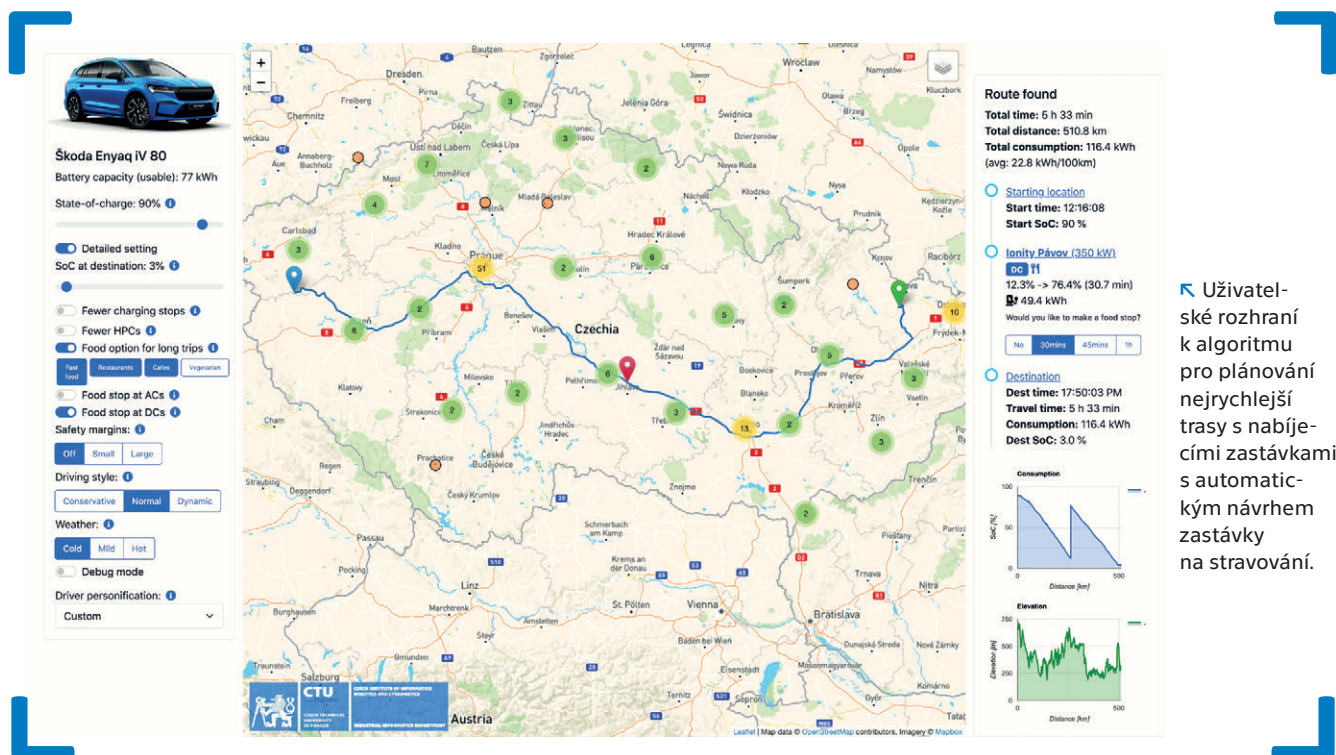
**Ing. Pavel Burget, Ph.D.,
Ing. Mgr. Eva Doležalová,
doc. Ing. Petr Kolář, Ph.D.**

Typy služeb, na kterých se pracovníci i infrastruktura testbedu podílejí, lze shrnout do následujících kategorií:

- Testování technologií před vlastní investicí (testování, ověřování a demonstrace technologií a procesů), prototypování, senzorové a komunikační sítě IoT a pronájem vybavení a infrastruktury včetně odborných prohlídek
- Pokročilá digitální dovednosti a školení (vzdělávací aktivity v oblasti digitalizace a AI technik a technologií, technologické kurzy a konzultace v oblasti digitalizace a technologií využívajících umělou inteligenci a strojové učení)
- Investiční podpora a služby související s financemi (informace, poradenství a podpora při hledání finančních zdrojů, zejména grantových schémat, k realizaci projektů digitálních inovací)
- Networking a rozvoj inovačního ekosystému (propojení s organizacemi a partnery v oblasti AI v ČR i EU, sdílení best practice a tech transfer, propojení s akcelerátory a technologickými integrátory)

➤ V rámci evropského programu EIT Manufacturing se testbed podílí na několika projektech, které podporují vzdělávání primárně určené pro výrobní firmy.





Plánování ideální trasy pro elektromobily

Optimalizační algoritmus vyvinutý v oddělení průmyslové informatiky CIIRC pro elektromobily Škoda vznikl pod vedením Ing. Antonína Nováka a prof. Zdeňka Hanzálka ve spolupráci se studentem Martinem Vybíralíkem z předmětu Kombinatorická optimalizace. Spolu s aplikací je určen pro plánování tras bateriových elektrických vozů.

Zatímco algoritmy pro plánování tras klasických spalovacích vozidel jsou dnes již velmi dobře známy a široce používány, jejich použití pro elektromobily není možné, protože ignorují omezenou kapacitu baterie a nutnost jejího nabíjení na delších cestách.

Právě modelování realistické spotřeby vozu a chování baterie včetně jejího nabíjení vede na komplexní úlohu nelineární optimalizace, pro kterou je potřeba vyvíjet nové optimalizační metody, které jsou složitější než běžně známé algoritmy pro nejkratší cesty v grafu. Nástroj, který jsme vyvinuli speciálně pro tento účel, je schopen zpracovat nasbíraná data o realistických nabíjecích křivkách a modelovat spotřebu vozu pro vytvoření optimálního plánu jízdy včetně dob nabíjení na dostupných „čerpacích“ bodech.

Spotřeba vozu je závislá na počasí, rychlosti, převýšení terénu a dalších fyzikálních

parametrech vozidla, které jsme nakalibrovali z uživatelských měření.

Výhodou našeho algoritmu oproti existujícím řešením dnes dodávaných v infotainmentech aut či aplikacím dostupných na internetu je kromě kvality a přesnosti jízdního plánu také možnost široké personalizace dostupné z uživatelského rozhraní.

Volby, jako je styl jízdy, automatické plánování nabíjecích zastávek v okolí restaurací či preference sítě nabíjecích stanic ovlivňují stavbu celého plánu a umožní přizpůsobit se individuálním preferencím cestujících.

Ing. Antonín Novák

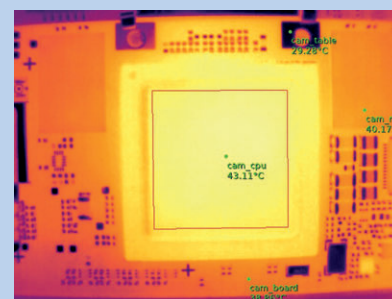
Čipy v bezpečnostně kritických aplikacích

Moderní počítačové čipy nabízí úctyhodný výkon, ale jeho využití v bezpečnostně kritických leteckých aplikacích naráží na řadu problémů. Jedním z nich je nutnost udržovat teplotu čipu pod maximální dovolenou hodnotou, a to i bez použití masivních chladičů a nespolehlivých větráků.

V rámci projektu THERMAC vyvíjelo oddělení průmyslové informatiky CIIRC ve spolupráci s firmou Honeywell a univerzitou v portugalském Portu softwarové nástroje a rozvrhovací algoritmy do avionických operačních systémů pro snížení provozní teploty čipů. Pracovali jsme s moderní platformou NXP i.MX8 obsahující šestijádrový procesor ARM (Cortex-A53 a A72) a dvě GPU. Tyto dostupné výpočetní jednotky mají rozdílný výkon a teplotní vlastnosti a jejich vhodným rozvrhováním lze dosáhnout zajímavých teplotních úspor.

Jedním z našich výsledků je metoda MultiPAWS, která na základě profilování jednotlivých výpočetních úloh najde optimální rozvrh (konfiguraci avionického OS), který dodržuje časové požadavky jednotlivých úloh a zároveň snižuje teplotu čipu o sedm až dvanáct procent. Metoda byla popsána ve stati Thermal-Aware Scheduling for MPSoC in the Avionics Domain: Tooling and Initial Results (autoři O. Benedikt, M. Sojka, Z. Hanzálek a kol.), jenž získal ocenění za nejlepší článek na konferenci RTCSA 2021.

Ing. Ondřej Benedikt



Snímek z termokamery



Zpracovaná data z termokamery – zdroje tepla na čipu i.MX8 v závislosti na aktivní výpočetní jednotce.

Ani ti nejlepší nemohou být dnes ve vědě sóloví hráči

Jak si vede Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC), jenž od svého vzniku, ba spíše ještě před jeho zřízením, budil velký zájem a u některých i otázka, zda má na ČVUT takto koncipovaný ústav smysl, když věda se „dělá“ na fakultách a dalších univerzitních součástech? Nejen o současných projektech, z nichž některé představujeme v tématu tohoto vydání, hovoříme s jeho ředitelem Mgr. Ondřejem Velkem, Ph.D., jenž v čele CIIRC stojí od listopadu 2018.

Při vypuknutí covidové pandemie se vámi řízený institut – a s ním i celé ČVUT – výrazně zviditelnil, a to nejen v naší zemi, ale i v zahraničí, bleskovým vývojem a výrobou ochranné polomasky. Tisková data, volně sdílená s majiteli speciálních 3D tiskáren, se dostala do třiceti zemí a více než sta institucí. Ukázali jste, že vaši vědci jsou velmi operativní a dokáží obratem propojit vědu a potřeby praxe. Máte i další příklad toho, že v CIIRC dokážete aktivně řešit problémy, které nám přináší život? Za méně než týden vytvořit masku, která certifikovaně chránila před covid-19, byl příklad, který by nikdo nevymyslel, takové věci píše jen život. Ten běžný je obecnější... Ukázalo to ale na naši „akceschopnost“: flexibilně se vytvořil tým, pomohlo naše aktivní propojení s průmyslovými firmami, na nic se nečekalo. A takto fungujeme běžně. Teď za námi třeba hodně přichází firmy, které hledají, jak snížit energetickou náročnost ve výrobě, a udělat ji flexibilnější, odolnější změnám. Naše síla je v řešení nerutinních problémů, které požadují neotřelý pohled.

Jaký je současný výzkumný potenciál ústavu? Je v souladu se záměry, které jeho zakladatelé měli před více než deseti lety, kdy se začal budovat jeho tým a postupně si získával i mezinárodní prestiž?

Tak na to by měli správně odpovědět jeho duchovní rodičové! Ale ano, já upřímně věřím, že CIIRC je povedené dítě, na které jeho zakladatelé mohou být právem hrdi. Letos v květnu to bude teprve pět let, co jsme se přestěhovali do nové budovy. Již v roce 2019 jsme dosáhli plánované kapacity přibližně 250 výzkumných pracovníků. Dnes už zde dávno nenajdete žádné nevyužité prostory. Určitě chceme ještě trochu růst, ale to už se jedná řádově o menší čísla, a hlavně o přirozenou rotaci. Je důležité, aby naši mladší kolegové odcházeli do zahraničí za zkušenostmi, a nás zase obohacovali lidé z celého světa. Mezinárodní prestiž CIIRC roste, navštěvují nás špičkoví odborníci z celého světa a jsme pro ně zajímavý partner. A od roku 2018 hospodaříme v černých číslech.

Dokladem uznání výsledků na mezinárodní úrovni jsou mnohamilionové projekty, které jste získali – ať už jde o centrum RICAIP či další velké výzkumy...

Snažíme se zachovat si rozumný mix. Pro existenci ústavu jsou tyto velké strategické projekty zásadní, protože ty nám umožní plánovat alespoň ve středním horizontu cca pěti let. Máme velmi dobrý projektový tým. Důležité také je, že jsme již pevně zakotveni v národní, a možná ještě více v celoevropské vědecké komunitě, protože zde platí více než jinde, že jedna plus jedna je více než dvě. Ani ti nejlepší nemohou být dnes ve vědě sóloví hráči. Ty opravdu velké projekty musí propojovat špičkové odborníky v daném oboru a hledat i mezioborové spolupráce. Mnohá špičková pracoviště si již vyzkoušela, že CIIRC je spolehlivý partner, takže naši spolupráci rádi vyhledávají.

Na druhé straně jsou ale také důležité menší národní projekty typu TA ČR, GA ČR, protože tam si mohou výzkumníci zkusit samostatně vést projekt, a tak růst.

V institutu pracují mezinárodně uznávané osobnosti – vědecký ředitel a zakladatel CIIRC profesor Vladimír Mařík, dlouholetý vedoucí Katedry kybernetiky Fakulty elektrotechnické,

jenž byl mimo jiné oceněn i jako nejlepší manažer v České republice za rok 2018. Působí zde profesor Vladimír Kučera, renomovaný vědec v oblasti automatického řízení, jenž získal cenu Česká hlava. Na skvělé výsledky mají našlápnuto i další vědci, kteří už v nízkém věku získávají různá ocenění. Můžete jmenovat další osobnosti spjaté s CIIRC?

První skupinu tvoří špičkoví výzkumníci, kteří uspěli v zahraničí, a nám se je podařilo přitáhnout zpět do Čech, tedy prof. Babušku z TU DELFT a Dr. Šivice z INRIA. Dr. Urban k nám přišel s prvním ERC grantem. Tato generace úspěšně vybudovala týmy, které již na CIIRC žijí vlastním životem. V roce 2021 tak vzniklo na CIIRC nové vědecké oddělení Umělé inteligence, které již má čtyři výzkumné skupiny, ve kterých se věnujeme nejenom aplikacím strojového učení, ale i rozvoji obecné umělé inteligence. Zavedli jsme systém „tenure track“, tedy pozic, které nejsou navázány na konkrétní projektové financování, což je potřebné pro stabilitu. Dnes tak působí na CIIRC další skupina výzkumníků jako Dr. Tomáš Mikolov, který je velmi známý mezi širokou veřejností jako popularizátor umělé inteligence, nebo Dr. Mikoláš Janota, Dr. Torsten Sattler a Dr. Martin Suda. Doba, kdy CIIRC byl tvořen lidmi převážně z FEL je tak již minulost. Máme zde i řadu velmi slibných mladých vědců ze zahraničí, což napomáhá otevřenému a inovativnímu prostředí.

Jaké to je vést takto kvalitní profesorní tým?

Je nádherné být obklopen chytřejšími lidmi, než jsem já! Mám radost z každého jejich úspěchu a ocenění, který pro CIIRC získali. Moc si vážím, že mohu sledovat, co v CIIRC vzniká za zajímavé nápady a jaké projekty mí lidé řeší, a svým snažením napomáhat tomu, aby vše fungovalo i po manažerské stránce. Protože excelentní výzkum mohou produkovat jen excelentní lidé, ale potřebují k tomu také kvalitní a fungující zázemí: od vybavení laboratoří po profesionální a flexibilní servisní týmy – od účtárny po PR.



Daří se vám získávat hotové profesionály, nebo spíše sázíte na výchovu vlastních vědecko-výzkumných pracovníků? Mířím na doktorandy a postdoky...

Naši špičkoví vědci přirozeně přitahují do svých týmů nadějně doktorandy a postdoky z celého světa. Naším strategickým cílem je také zavést i samostatný doktorský studijní program.

Záměrem při vzniku CIIRC bylo vytvořit mezinárodní excelentní tým. Nyní je však druhým rokem situace vzhledem ke covidu a protipandemickým opatřením, neumožňujících příliš prezenční mezinárodní aktivity, v tomto směru složitá. Jaké úspěšné počiny se vám i přesto podařilo realizovat?

Máte pravdu, že mobilitě jako takové covid úplně nepřál. Jako jiní jsme se naučili pracovat na dálku. Naším stabilním dlouholetým partnerem je německá DFKI, jsme zapojeni do evropských výzkumných struktur, jako je ELLIS a CLAIRE, velké mezinárodní projekty samozřejmě pokračují. V září 2021 jsme v Praze uspořádali prestižní robotickou konferenci IEEE IROS. Bohužel, těch několik tisíc účastníků se setkávalo pouze virtuálně. Loni jsme uzavřeli partnerství např. s korejskou testovací laboratoří nebo s německým inkubátorem Deutsche Telekomu Hubraumem. Takže i v této době lze fungovat mezinárodně.

Nosnou částí je výzkum ve spolupráci s průmyslem, především v oblasti Průmyslu 4.0. I v dřívějších vydáních Pražské techniky jsme některé tyto projekty

prezentovali, například s automobilkou Škoda, se společností Lego a dalšími. Která spolupráce je z pohledu vedení ústavu nejúspěšnější?

Škoda Auto je naším velkým partnerem, má na CIIRC sdílené laboratoře a spolupracujeme v mnoha oblastech. Jako největší česká firma je i výkladní skříň technologií, které mohou malé a střední firmy přebírat. Společnost LEGO je nejen love brand, ale také má v Česku své vývojové centrum, ze kterého se dostávají inovace do továren LEGO v dalších zemích. Takže taková spolupráce pro nás má také svůj strategický význam. Pro společnost Porsche pracujeme na technologiích autonomního řízení, společné laboratoře tu má např. také Eaton či inovativní český startup Pocket Virtuality. Těch firem, velkých nadnárodních korporací nebo naopak malých českých startupů je celá řada, ale naše spolupráce má podobný základ: musí přinášet vědcům zajímavé výzkumné příležitosti. Třeba i proto byla naše spolupráce s firmou Blumenbecker Prag oceněna cenou za Průmysl 4.0 SP ČR.

Pracujete nejen na čistě průmyslových tématech, například v oblasti energetiky či strojírenské a další výroby, ale i na projektech pro města i pro zdraví. Počítáte s dalším rozšířením spektra, jemuž se vaši vědci věnují?

V CIIRC to nejsou nová témata, ale myslím, že poslední dobou roste na významu Energetika 4.0. Uvědomujeme si, že pokročilá průmyslová výroba nebude moci se plně prosadit bez zahrnutí inovativních myšlenek i do energetiky.

A to, co se poslední dobou děje s cenami

energií, je motorem nadcházejících změn v tomto oboru. Letos také v CIIRC začíná působit Národní centrum Stavebnictví 4.0, navazující na naše existující propojení s Fakultou stavební. I stavebnictví se musí radikálně změnit. Symbolem oboru už nebude zedník, kladoucí ručně jednu cihlu vedle druhé, ale budoucí mosty a budovy si vytiskneme.

Kromě průmyslu a energetiky jsou pilíři našeho výzkumu i chytrá města a zdravá společnost. A právě zdraví a jeho napojení třeba na umělou inteligenci narůstá aktuálně na významu. Věnujeme se výzkumu detekce, předcházení a léčby neurodegenerativních onemocnění, jako například Alzheimerovy choroby, nebo využití virtuální reality a chatbotů v sociální oblasti.

Máte rád sci-fi knížky? Roboti a umělá inteligence už dnes pracují v továrnách, řídí vybavení domácnosti či auta. Robotika je však pro některé lidi důvodem k obavám, aby nás roboti a umělá inteligence takříkajíc jednou nepřevládali... Jak to odhadujete vy, který není vystrašeným laikem, ale pohybujete se v tomto prostředí každý den?

Ano, sci-fi mám moc rád, ačkoliv už není tolik času se do těchto světů ponořit. Umělá inteligence udělala za posledních deset let obrovský pokrok a začíná nám být opravdu užitečná. Strojový překlad mezi cizími jazyky je již v mnoha případech perfektně použitelný. Chatboti umí odpovědět na velkou část dotazů zákazníků nebo zastoupit recepčního, aplikace v mobilu mi dokáže online přeložit jídelní lístek napsaný čínskými znaky nebo říci, jaká rostlinka mi nově roste na zahrádce. To jsou přesně ty příklady, kdy umělá inteligence vylepšuje naše životy.

To, co chápeme jako obecnou umělou inteligenci, tedy obdobu lidské inteligence, je však stále hodně vzdálené. Myslím, že čím výš stoupáme v oboru AI na pomyslný kopec, tím se před námi otevírají větší a nedozírné obzory toho, co ještě musíme objevit a prozkoumat.

Vladimíra Kučerová

Laboratoř FAIR

[Vědci z FJFI zkoumají neutronové hvězdy v laboratoři]

Objev atomového jádra před více než sto lety lze považovat za počátek jednoho z největších vědeckých projektů v historii lidstva – studia jaderné hmoty a sil, které v ní působí. Za tu dobu bylo učiněno mnoho objevů, které radikálně změnily náš pohled na svět kolem nás a na principy jeho fungování na té nejelementárnější úrovni. Moderní jaderná fyzika si však i nadále klade nové zajímavé otázky.

Kvantová chromodynamika je v současné době velmi dobře zavedený teoretický popis silné jaderné interakce, v níž kvarky a gluony (částice zprostředkující silnou interakci mezi kvarky) mají roli základních konstituentů. Mnohé klíčové jevy spojené se silnou interakcí však doposud nebyly pochopeny, a to zejména v oblastech, které se týkají složitějších struktur a jejich vzájemné interakce. Vzhledem k tomu, jakou rozmanitost makroskopických objektů vytváří elektromagnetická síla mezi atomovými jádry a elektrony, lze předvídat, že také silná interakce je schopna generovat velmi bohatou strukturu různých fází hmoty na subatomární úrovni při hustotách více než bilionkrát větších v porovnání s běžnou hmotou. O vlastnostech hmoty při těchto hustotách je však známo velmi málo. Mezi základní nezodpovězené otázky tak patří například:

- Jak vzniká komplexní struktura hmoty na všech úrovních ze základních složek a základních interakcí? Konkrétně, jak lze ze silné interakce odvodit strukturu hadronové hmoty a proč mají hadrony, vázané stavy kvarků, takové vlastnosti (kupříkladu hmotnost), jaké pozorujeme?
- Jaká je struktura hmoty při extrémních teplotách a hustotách, které se vyskytují v astrofyzikálních objektech? Jak vypadá stavová rovnice jaderné hmoty? A existují různé její fáze a fázové přechody?
- Jaký byl vývoj a složení hmoty v raném vesmíru?
- Jaký je původ prvků ve vesmíru?

Tyto zajímavé a důležité otázky, které jsou součástí moderní jaderné fyziky, se v rámci mezinárodních vědeckých kolaborací pokoušejí zodpovědět výzkumné skupiny na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT. Tento výzkum je prováděn v několika špičkových světových laboratořích, jako je kupříkladu CERN, Brookhavenská národní laboratoř v USA nebo také v německé laboratoři GSI (Helm-

holtzzentrum für Schwerionenforschung), což je přední Německá laboratoř v blízkosti Darmstadtu, kde již od roku 1969 probíhá jak základní, tak aplikovaný výzkum spojený s jadernou fyzikou (zde byla například vyvinuta metoda léčby rakoviny pomocí iontových svazků).

Supravodivý urychlovač těžkých iontů

Právě v laboratoři GSI probíhá nyní výstavba jednoho z největších komplexů urychlovačů částic a experimentálních zařízení na světě jménem FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research). V rámci toho projektu je plánováno na ploše 20 ha vybudovat celkem 3,5 kilometru tunelů s osmi urychlovacími a shromažďovacími prstenci. Je zcela na místě očekávat, že toto vědecké zařízení v brzké době značně posune naše znalosti v oblasti částicové a jaderné fyziky a také umožní rozvoj a aplikaci nových technologií.

Jádrem celého komplexu je 1,1 km dlouhý supravodivý urychlovač těžkých iontů SIS100. Toto zařízení nebude lámat rekordy v tom, na jaké maximální energie dokáže urychlit částice. Nesoutěží tak s největším urychlovačem LHC v CERN, ale bylo speciálně vyvinuto k tomu, aby dokázalo vyrobit nesrovnatelně intenzivnější svazky v podstatě jakýchkoliv atomových jader. Tyto svazky iontů budou přiváděny k různým experimentům atomové a plazmové fyziky, ale také biologie a materiálového výzkumu. Právě vysoká intenzita svazků, a tím pádem i frekvence následných srážek, dovolí s nebyvalou přesností měřit extrémně řídké procesy, které byly dříve nedostupné.

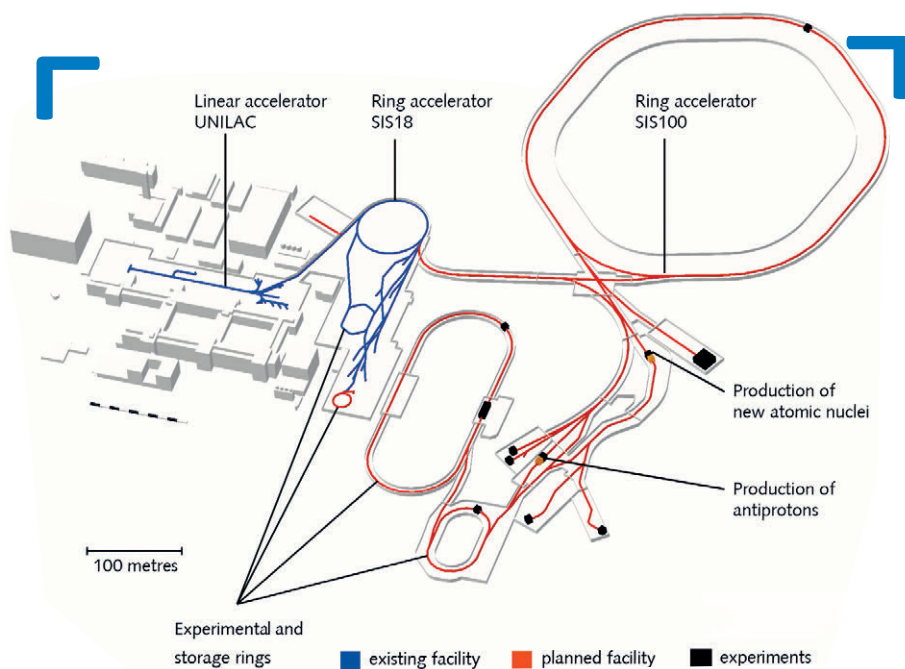
Primární svazky protonů a jader navíc umožní pomocí srážek s různými terčíky vytvořit intenzivní sekundárních svazky antiprotonů a nestabilních jader. S jejich pomocí pak bude možno například zkoumat procesy nukleosyntézy těžkých jader při výbuších supernov a srážkách hvězd.

Co se týče antiprotonů, ty budou vstříkovány do shromažďovacího prstence HESR (High-Energy Storage Ring), který bude využívat experiment PANDA (AntiProton ANnihilation in Darmstadt) zaměřený na studium vlastností hadronů – protonů, neutronů a dalších částic, které jsou složeny z kvarků. Tento experiment se tak bude mimo jiné snažit najít odpověď na otázky, odkud pochází hmota protonů a neutronů, když jejich samotné konstituenty (kvarky) jsou v součtu mnohonásobně lehčí, a proč je ve vesmíru více hmoty než anti-hmoty. Srážky protonů s antiprotony při vysokých intenzitách umožní velmi přesná měření vlastností již známých hadronů a dovolí také hledat nové exotické stavy vázané silnou interakcí, které mohou být složeny nejen z kvarků, ale také pouze z gluonů (tzv. gluebally). To povede k podstatnému rozšíření našich znalostí o tom, jak se chovají silně interagující vícečásticové systémy. Součástí tohoto výzkumu jsou vedle mnoha dalších účastníků také vědci z Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské, kteří se spolu s kolegy z MFF UK podílejí na vývoji a testování komponentů pro detektor.

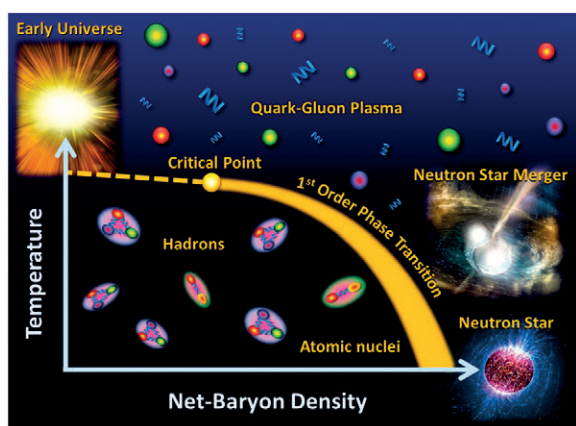
Aktivní účast vědců z ČVUT

Spolupráce českých částicových a jaderných vědců s GSI úspěšně funguje už od devadesátých let minulého století. Mnozí z těch, kteří dnes vyučují na FJFI, se účastnili experimentů na starším urychlovači SIS18 (experiment HADES), který bude nyní součástí komplexu urychlovačů FAIR. Česká republika se navíc v roce 2019 stala přidruženým členem konsorcia FAIR. To nám dává velké možnosti účastnit se veškerých vědeckých aktivit.

ČVUT je zapojeno do výzkumu a vývoje infrastruktury FAIR nejvýrazněji skrze experiment CBM (Compressed Baryonic Matter). Tato účast je příkladem úspěšné spolupráce mezi dvěma fakultami ČVUT. Zatímco tým FJFI se spolu s kolegy z Ústavu jaderné fyziky v Řeži podílí na vývoji a tes-



⚡ Schematický náčrt budoucího urychlovačového komplexu FAIR. [Zdroj: © GSI/FAIR]



⚡ Schematický náčrt fázového diagramu jaderné hmoty
[Převzato z Nucl. Phys. News 2018, 28, 23–27]

tování detektoru, konkrétně dopředného kalorimetru, kolegové z Ústavu konstruování a částí strojů Fakulty strojní úspěšně vyvinuli a dodali mechanický manipulátor pro tento detektor, který slouží k přesnému 3D polohování 22tunového detektoru s přesností na milimetry. V tuto chvíli je to dokonce první fyzicky dodaný celek experimentu CBM. V současné době navíc probíhá návrh a konstrukce kompozitního iontovodu, tj. vakuové trubice urychlovače, který prochází skrze detektor. V tomto případě je nutno vyřešit souběh dvou protichůdných požadavků na co nejtenčí konstrukci, která bude co nejméně ovlivňovat prolétající částice, ale přitom bude polohovatelná, a ještě k tomu udrží vysoké vakuuum. Očekáváme, že bude vyrobena a úspěšně dodána během příštího roku. Takovéto projekty přispívají ke zviditelnění ČVUT v rámci mezinárodní vědecké komunity na FAIR.

Až deset milionů srážek za vteřinu

Co se týče fyzikálního programu, experiment CBM bude detekovat široké spektrum částic, které vznikají při srážkách jader primárního svazku urychlovače SIS100 s jádrem terčíku. Díky intenzitě svazku, konstrukci detektoru a rychlosti vyčítací elektroniky bude možné takových srážek zaznamenat a zrekonstruovat až deset milionů za vteřinu. Při energiích srážek, které bude možno v rámci FAIR dosáhnout, bude docházet ke vzniku horké jaderné hmoty stlačené na více než dvojnásobek normální hustoty atomového jádra. Předpokládá se, že v přírodě se podobně extrémní tlaky a hustoty mohou vyskytovat uvnitř neutronových hvězd nebo při jejich srážkách, které byly v nedávné době pozorovány pomocí gravitačních vln. Znalost chování, tj. stavové rovnice jaderné hmoty, je tudíž klíčová pro vysvětlení stability neutrono-

vých hvězd nebo pro popis průběhu výbuchů supernov.

Při extrémních tlacích a hustotách, které existují uvnitř velmi hmotných neutronových hvězd, může dokonce dojít k fázovému přechodu, kdy se uvolní kvarky, které jsou za normálních podmínek vázány uvnitř protonů a neutronů. Jaderná hmota tak přejde do stavu takzvaného kvark-gluonového plazmatu. Předpokládá se, že ve velmi raném vesmíru, cca 10 mikrosekund po Velkém třesku, existovala hmota v horké formě tohoto plazmatu, jehož je možné dosáhnout při srážkách jader na LHC v CERN. Uvnitř neutronových hvězd by ale naopak mělo existovat relativně chladné kvark-gluonové plazma, které lze vytvořit při srážkách jader na experimentu CBM.

Tento stav hmoty existuje jen na nepatrně krátký okamžik po srážce jader. Následné rozpínání a ochlazování hmoty vede ke zpětnému fázovému přechodu od kvark-gluonového plazmatu k hadronovému plynu. V případě energií srážek na SIS100 se očekává velmi dramatický průběh fázového přechodu prvního druhu, obdobně jako při fázovém přechodu vody mezi plynným a kapalným skupenstvím. Tímto způsobem tak lze pomocí srážek jader studovat fázový diagram jaderné hmoty.

Obdobně jako v případě vody, i jaderná hmota může vykazovat různé vlastnosti v závislosti na tom, v jaké části fázového diagramu se nacházíme. Tyto mnohočásticové projevy je velmi těžké přesně předpovědět přímo z fundamentální teorie silné interakce, obdobně jako je to v případě elektromagnetické interakce, která určuje vlastnosti pevných látek. Lze tak například očekávat existenci kritického bodu fázového diagramu nebo dokonce exotických fází, které se chovají obdobně jako supravodiče. Potvrzení a detailní zkoumání takových jevů je klíčové pro lepší porozumění chování silné interakce, což nám například umožní zjistit, co se odehrávalo v raných fázích vývoje vesmíru. Experimentální hledání signatur souvisejících s těmito jevy je hlavní náplní právě experimentu CBM.

První svazky urychlených jader pro potřeby vědeckého výzkumu se očekávají již v roce 2025. Velmi se těšíme, jaké nové poznatky tento projekt přinese.

RNDr. Petr Chaloupka, Ph.D.,
Katedra fyziky FJFI



Laboratoř robotických agentů

Robotičtí agenti musí spolupracovat s mnoha dalšími zpravidla identickými roboty, aby splnili úkol, na který by jeden samostatný nestačil. Jejich naprogramování není vůbec jednoduché. Je nutné je naučit vzájemné spolupráci, aby nedocházelo ke kolizi mezi nimi a roboti spolu vzájemně nesoutěžili, ale aby spolupracovali. Programování takových agentů se naučí studenti v nově otevřené Laboratoři robotických agentů Fakulty informačních technologií ČVUT pod vedením doc. Pavla Suryňky.

Mezi robotické agenty, kterými je laboratoř vybavena, patří pozemní mobilní roboti a miniaturní létající drony. Mobilní roboti se využívají pro testování plánů bezkolizního pohybu a činnosti robotů. Toho se dá využít například při simulaci skladů, kde roboti vykonávají různé logistické operace (například vyhledání, vyzvednutí a dovezení zásilky k zabalení a expedici). Jejich pohyb musí být nejen bezkolizní, ale také energeticky nejméně náročný, tj. zpravidla co nejkratší (v případě skladu není žádoucí, aby robot kvůli vyzvednutí zboží, které je ve vedlejší řadě, udělal okružní cestu celým skladem).

Naplánování bezkolizních cest pro všechny roboty najednou je velmi náročný úkol. Zejména vzhledem k obtížnosti naprogramování algoritmů tak, aby nekladly nároky na výpočetní techniku nad její současné možnosti. Specialitou laboratoře jsou unikátní techniky plánování pro velké množství těchto agentů (100 robotů a více).

Poznatky z realizovaných simulací s pozemními mobilními roboty bude možné transferovat do praktického použití a pomoci tak zefektivnit reálné provozy.

„Robotických agentů mohou být stovky až tisíce, a dát je do vzájemného „tance“ či koordinace lze na základě předem vytvořeného plánu pohybu pro každého jednotlivého robota, čímž v podstatě dosáhneme bezkolizního pohybu v reálném čase,“ říká odborník na umělou inteligenci v robotice a vedoucí laboratoře doc. RNDr. Pavel Surynek, Ph.D.

Budoucnost laboratoře je i v řízení velkých skupin autonomních létajících dronů, které by postupem času mohly například doručovat zásilky. Pro výzkum této oblasti jsou v laboratoři zastoupeny miniaturní létající drony, které lze bez obav provozovat v jejím interiéru.

Využití programování robotických agentů může mít i esteticko-výtvarný význam, kdy vznikne zajímavá formace většího množství

robotických agentů a je vytvořen 3D „živý“ artefakt (například slavnostní zahájení olympijských her v Tokiu, kde formace mnoha robotických agentů znázornila planetu Zemi). Dalším využitím může být zkoumání ve 3D prostoru nebo v oblasti bezpečnosti a ochrany objektů.

Laboratoř má i další ambice. Jedním ze smělých plánů je výzkum spolupráce mezi mnoha robotickými rameny pro komerční provozy, respektive vytvoření zmenšené verze komplexní výrobní linky se spolupracujícími robotickými rameny s využitím výroby vlastních robotů v rámci studentských prací.

Ing. Pavla Bradáčová, FIT
[Foto: Jiří Ryszawy]

> Více na <https://fit.cvut.cz/cs/zivot-na-fit/aktualne/podcast> (problematiku robotických agentů zde doc. Surynek popisuje v díle s názvem „Mohou roboti nahradit lidi ve skladech?“)

Evakuace pomocí umělé inteligence

Představte si, že jste v horící budově. Budete schopni si rozmyslet, kterou cestou utéct? Co budete dělat, když vám cestu něco zkomplikuje? Při evakuacích budov může nastat mnoho komplikací, lidé nemusí zamířit k nejbližšímu východu a u některých východů může dojít k zácpám. V tomto nám však může pomoci umělá inteligence. Například v případě evakuace školy by mohla učitelům doporučit trasu k optimálnímu východu tak, aby se minimalizoval čas evakuace.

Umělá inteligence vše o daném prostředí ví, a tedy může plánovat – předem si rozmyslet situaci, aniž by k ní muselo dojít. Tímto se na Fakultě informačních technologií zabýváme na přednáškách z umělé inteligence. Když toto plánování aplikujeme na proces evakuace, může si umělá inteligence rozmyslet, kam a kudy by měli pracovníci zamířit, aby nedošlo k zácpám a minimalizoval se potřebný čas, což je pro reálnou evakuaci žádoucí.

Agenti představují osoby v prostředí

Lidé v tomto plánovacím problému jsou reprezentováni takzvanými agenty – entitami, které mají dané vzory chování v závislosti na svém okolí či na určeném cíli, kterého mají dosáhnout. Takové agenty můžete nalézt všude kolem sebe i v reálném životě. Může jím být například robotický vysavač, který sám putuje po místnosti, v závislosti na přítomnosti špíny ve svém okolí vysává a u toho se obratně vyhýbá překážkám.

V námi navrženém modelu agenti představují osoby v prostředí, ve kterém se dá předpokládat jistá hierarchie, například škola. Agenti se dělí na dva typy – řídící, kteří mohou představovat učitele, a agenty-následníky, kteří mohou představovat žáky. Úkolem těch prvních je eskortovat své agenty-následníky z nebezpečné oblasti do bezpečí, a na druhou stranu agenti-následníci se snaží držet svých řídících agentů a neztratit se. Samotné prostředí je pak reprezentováno jako dvourozměrná mřížka, přičemž na jednom poli této mřížky se může nacházet buď právě jeden agent, nebo zeď.

Předpokládáme, že řídící agenti spolu po celou dobu evakuace komunikují, v realitě by mohli být vybaveni zařízeními, které by jim to umožňovaly. V našem modelu ukazujeme, že je komunikace mezi řídícími agenty výhodná, protože se tak mohou snažit vyhýbat jeden druhému a eliminují tak vznik zácp. Nazýváme je agenti s cílem a modelem prostředí, jejich cíl je uniknout do bezpečné zóny i se svým rojem, přičemž mají přehled o situaci v prostředí, ve kterém se pohybují, znají celou mapu, všechny únikové východy a pozice ostatních takových agentů.

Problém však mohou představovat děti, které mohou být nejen neposlušné, ale navíc neznají všechny únikové východy a nemohou spolu komunikovat, a tudíž efektivně plánovat cestu. Děti můžeme simulovat jako takzvané reflexní agenty, kteří pouze reagují na změny ve svém blízkém prostředí a nesnaží se o komplexní plánování.

Simulace evakuace

Na počátku evakuace jsou agenti rozmístěni na mapě a každý řídící agent si vytvoří svůj

roj (skupinu sestávající z agentů-následníků v jeho blízkosti). Poté si naplánuje cestu k nejbližšímu východu, přičemž komunikuje s ostatními řídícími agenty a snaží se vytvořit plány tak, aby se během cesty nesrazili. Poté, co agenti udělají jeden krok, přesvědčí se o tom, jaká část z jejich původního roje je následuje. Pokud došlo k velké ztrátě agentů, může se řídící agent zastavit a na ty zbývající čekat, aby měli šanci se zpátky připojit k roji. V opačném případě znovu plánuje cestu jako v předchozím kroku.

Jelikož se předpokládá, že agenti-následníci mají nějakou základní představu o okolním prostředí, mohou se pokusit o vlastní evakuaci. K tomuto však dochází až poté, co ztratí svého řídícího agenta (jejich hlavní prostředek k úniku) a po danou dobu se jim ho nepodaří najít.

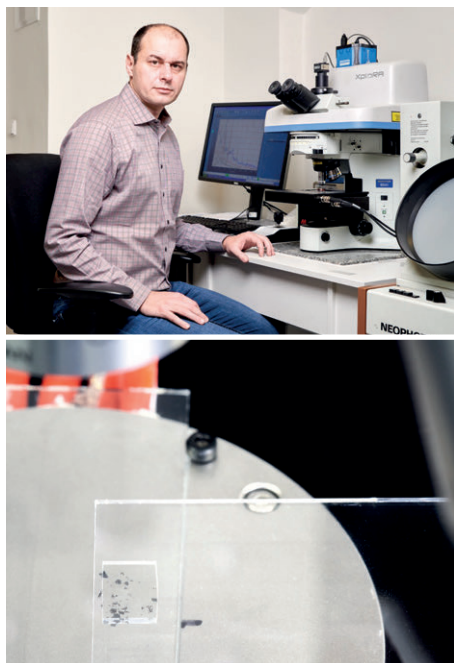
Provedli jsme řadu experimentů, které ukázaly, že náš přístup skutečně pomáhá omezit vnik zácp a snížit celkový čas evakuace. Dokonce se ukázalo, že jsou roje schopny efektivní evakuace i přes jistou míru chaosu, kterou způsobuje neposlušnost agentů-následníků.

Do budoucna bychom tento systém rádi otestovali na reálných evakuačních scénářích s živými osobami. Pokud se ukáže, že věrně simuluje lidské chování, mohli bychom na něm testovat nejen efektivitu možných evakuačních plánů, ale také návrh budov, a tak otestovat požární bezpečnost budovy i bez toho, aby byla opravdu postavena. Tento výzkum by tak mohla ocenit i Fakulta architektury či Fakulta stavební, případně další fakulty naší univerzity.

**Kristýna Janovská,
doc. RNDr. Pavel Surynek, Ph.D., FIT**



➤ Situace z reálného života, kde třída na školním výletě vykazuje rojové chování (modře jsou označeni učitelé, zelené pak obsazené plochy).



Tisíc tun jednou rukou

Mezinárodní tým vedený Skupinou pokročilých materiálů na Katedře řídicí techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT využil unikátních vlastností tzv. dvojrozměrných materiálů a naměřil dosud nejnižší součinitel tření: jednu miliontinu. S tak nízkým třením by teoreticky bylo možné pouhou rukou posunout objekt vážící tisíc tun. Práce byla v lednu 2022 publikována v prestižním časopise Nature Materials.

Tření je hlavní příčinou ztráty energie a opotřebení všech mechanických zařízení. Z ekonomického hlediska mohou ztráty způsobené třením činit v průměru až pět procent HDP, kdy se dvacet procent celkové energie vyplývá na překonání tření.

Ke snížení tření se standardně používají tekutá maziva, ta však nejsou pro všechny aplikace vhodná nebo ekonomicky výhodná.

„Tření je disipace užitečné energie v energii ztrátovou, typicky teplo, které je navíc mnohdy spojené s poškozením materiálu a jeho otěrem. Tření, na rozdíl od mnoha fyzikálních jevů, důvěrně známe. Podvědomě ho odhadujeme, například když zvedáme skleničku, a dokážeme ho i ovlivňovat,

třeba nasliněním prstu při otáčení stránek,“ vysvětluje profesor Tomáš Polcar, vedoucí Skupiny pokročilých materiálů. „Položili jsme si tedy otázku: Jaké je nejnižší možné tření? Můžeme připravit kombinaci materiálu, kde by tření bylo téměř nulové?“ Odpověď našli v tzv. dvourozměrných materiálech tvořených vrstvičkami sulfidu molybdeničitého, grafenu nebo nitridu boritého.

Mezinárodní tým ve složení Mengzhou Liao, Paolo Nicolini, Victor Claerbout a Tomáš Polcar ve své poslední práci využil unikátních vlastností těchto dvojrozměrných materiálů a naměřil dosud nejnižší součinitel tření: jednu miliontinu. Díky simulacím v atomárním měřítku byli vědci navíc schopni přesně stanovit, jaký podíl na výsledném tření má vliv hran dvourozměrných materiálů a jejich topologie.

Práce byla publikována v lednovém vydání časopisu Nature Materials a v doprovodném článku recenzentů byla oceněna elegancí a chytrostí použité experimentální metody. Jde přitom o vůbec první článek FEL ČVUT v časopise s impakt faktorem přes 40 a rovněž první článek v Nature Materials, kde má Česká republika prvního autora.

„Námi zvolená kombinace materiálů s velkým rozdílem mířkové konstanty, což je například MoS₂ vs. grafen, zaručuje nízké tření nezávislé na směru pohybu. To byla dosud hlavní překážka na cestě k superlubri-

citě,“ pokračuje Tomáš Polcar. „S tak nízkým třením bychom teoreticky dokázali rukou posunout objekt vážící tisíc tun.“

Nyní se autoři článku snaží o přenos 2D materiálů do praktických aplikací, jako jsou třeba lineární posuvy používané v robotice. Právě díky značné poptávce z průmyslu je podle recenzentů časopisu Nature výzkum superlubricity aktuálně velmi žhavým polem, kde se očekávají další průlomové objevy. „Hlavním výsledkem našeho snažení bylo vytvořit prostředí s rekordně nízkým třením. Toto pevné mazivo by mělo nahradit ve vybraných aplikacích oleje. Tekutá složka by zkrátka nebyla potřeba, což by výrazně zjednodušilo design mechanických součástí, a tím je i zlevnilo či snížilo jejich hmotnost. Tření obvykle produkuje teplo, a jednou z rolí olejů je i chlazení. To není v případě pevných maziv možné, chlazení je pouze pasivní, čímž se postupně zvyšuje teplota v kontaktu nad kritickou mez, kdy dojde k porušení maziva. Když dokážeme tření výrazně snížit, a to dokonce v rámci několika řádů, vznikající teplo je natolik malé, že jej lze odvést v rámci dvourozměrného materiálu. Tím se otevírá široké spektrum aplikací možností. Díky naší technologii se nejen snižují energetické ztráty, ale zvyšuje se i životnost maziva,“ říká prof. Polcar.

Ing. Mgr. Radovan Suk, FEL
[Foto: Petr Neugebauer, FEL]

Aerotaxi s kolmým startem

Tým leteckého inženýra Martina Hromčíka z Katedry řídicí techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT spolupracuje na vývoji řídicího systému pro první český VTOL – letadlo s kolmým startem, které se chystá uvést na trh český startup Zuri. Právě v tomto typu dopravního prostředku vidí přední letecké společnosti i experti, včetně těch z FEL ČVUT, budoucnost městské a regionální dopravy. Letouny VTOL dokáží startovat kolmo jako vrtulníky, ovšem jsou úspornější, tišší a můžou být poháněné elektřinou.

Česká společnost Zuri pod vedením zakladatele Michala Illiche pracuje na konceptu letounu VTOL (vertical take-off and landing) už od roku 2017. Po vstupu investorů (například společností Kiwi.com, Pale Fire Capital nebo zakladatele firmy GoodAI) v celkové výši 2,4 milionů eur představili autoři projektu v lednu 2022 koncept nové generace letounu ZURI 2.0. Vzhledem k tomu, že zahrnuje mnoho dosud nevy-

řešených technických problémů, obrátili se autoři projektu Zuri na experty z Katedry řídicí techniky FEL, aby jim v další fázi vývoje pomohli s architekturou letových řídicích systémů. „Spolupráce s týmem z FEL ČVUT je pro nás užitečná hlavně proto, abychom dokázali dotáhnout letové řídicí systémy na maximální úroveň bezpečnosti a úspornosti letu a připravit letoun k náročnému procesu certifikace.“ říká Michal Illich, zakladatel a výkonný ředitel Zuri.

Tým pod vedením docenta Martina Hromčíka má s podobnými úkoly bohaté zkušenosti díky projektům pro přední světové společnosti v oboru, například Airbus a Honeywell. Podobný typ spolupráce nyní startuje v případě vývoje českého letounu s kolmým startem. Ve skupině s pracovním názvem ČVUT/VTOL Flight Controls Lab budou Martin Hromčík a Jan Belák z FEL spolupracovat se Zuri na návrhu, parametrizaci a ověřování řídicích systémů.

„Pohybujeme se na hodně novém a neprobádaném území,“ říká Martin Hromčík. „Naší výzvou je vymyslet dobrou strategii řízení pro přechod z kolmého na vodorovný let a obráceně – jde při tom hlavně o stoprocentní spolehlivost a bezpečnost i při různých turbulencích a pory-

vech větru, a také o efektivitu a spotřebu.“ Nároky na stroje civilní letecké dopravy jsou právě v těchto ohledech mnohem vyšší než v případě armádních letounů. Tým Martina Hromčíka bude také připravovat dokumenty pro certifikaci letounu světovými autoritami FAA a EASA, což je podobný úkol jako ten, který nedávno úspěšně dokončili v projektu autopilota BendixKing AeroCruze 230 ve spolupráci se společností Honeywell.

V oblasti vývoje městské letecké mobility zvané též UAM (urban air mobility) je v poslední době hodně rušno. Do prototypů aerotaxi s kolmým startem investují v podstatě všichni světoví hráči v oboru, včetně společností Boeing, Airbus, Embraer, Honda, Toyota, Hyundai a NASA. První komerční lety letounů VTOL se plánují na rok 2024. „Tento směr budoucího vývoje regionální dopravy má mezi odborníky i investory evidentně největší důvěru, a podle mě to naprosto dává smysl,“ komentuje Martin Hromčík. „Například proti konceptům létajících aut si totiž VTOL zachovává všechny výhody letounu, ovšem s minimální plochou potřebnou ke vzletu. Proti vrtulníkům a multikoptérám zase nabízí mnohem větší bezpečnost, efektivitu a úsporu paliva, v tomto případě elektřiny.“

Možnosti budoucího řešení letecké taxi služby ve městech zkoumá rovněž výzkumný projekt, na kterém spolupracuje Centrum umělé inteligence Fakulty elektrotechnické ČVUT se společností Bell.

Ing. Mgr. Radovan Suk, FEL

[Foto: Zuri]



Lidské měřítko, svěží přístup ke společenským tématům a kvalitní řemeslo, na to vsadili vítězové letošního Olověného Dušana. Vyhlášení výsledků kulturní soutěže studentských projektů se konalo 3. března na Fakultě architektury ČVUT. Výstava nominovaných i vítězných prací zde byla k vidění do 17. března.

Vyhrála kolébka a nový Střížkov

Hlavní ocenění obdržely projekt Bydlení nový Střížkov od Anny Mahdalové a dětská kolébka z proutí Rhea od Terezy Horičkové. Ocenění za nejlepší ateliér získaly dvě pracoviště: ateliér Jaroš–Bednář a ateliér Valouch–Stíbrál.

Vítěze vybraly poroty ve dvou kategoriích architektura a design. V kategorii architektura zasedli Peter Bednář, Michal Marcinov, Markéta Smrčková, Radek Toman a Markéta Zdebská. „Zatímco se většina školy spokojila s navrhováním oněch pomyslných standardních střech na hlavou, Anna Mahdalová navrhla opravdu osobitou, jedinečnou čtvrť s lidským měřítkem a přívětivým charakterem,“ ocenil Radek Toman vítěznou práci Anny Mahdalové, která v ateliéru Kuzemský–Kunarová vytvořila projekt Bydlení nový Střížkov.

První místo v kategorii Ateliér obdržela dvojice Valouch–Stíbrál. „Krásné zadání Na dráze (místa v Praze podél trati) nabízí možnost hledat, přemýšlet, diskutovat nad společným a společenským tématem, a zároveň nalézat – konkrétní místa, jejich poetiku, jejich problémy – a reagovat, napravovat, tvořit,“ shrnuje výběr porotkyně Markéta Zdebská.

V porotě kategorie Design byli Eduard Herrmann, Monika Martykánová a Petra Vlachynská. „Oceňuji s citem řešené detaily, například uchycení koše koženými popruhy, díky nimž je část koše odnímatelná a dá se zavěsit do prostoru jako houpačka, či jednoduchou „brzdu“ proti houpaní v podobě dvou kulatin, které se vsunou do houpacího mechanismu,“ řekla Monika Martykánová o vítězném projektu proutěné dětské kolébky Rhea od Terezy Horičkové. Práce byla zpracována v ateliéru Jaroš–Bednář.

„S porotou jsme vybrali jako vítězný ateliér Jaroš–Bednář. V tomto ateliéru se podle nás objevilo nejvíce povedených prací, jednak z hlediska provedení, ale i celkové prezentace. Mohlo tomu napomoci vybrané téma řemesel. Mnozí to využili k realizaci svých objektů v mimoškolních řemeslných dílnách, kde se tak mohli s technikami seznámit z první ruky,“ řekl o vítězném ateliéru Eduard Herrmann.

Soutěže Olověný Dušan, která byla založena v roce 1993 členy Spolku posluchačů architektury, se automaticky účastní každý student fakulty, který odevzdá semestrální ateliérový projekt (výjimku tvoří první a závěrečné ročníky). Odborné nezávislé poroty (zvlášť pro design a pro architekturu) obcházejí výstavu a vybírají nej kvalitnější projekty. Cílem soutěže je externí pohled na výuku, který má přinést reflexi pedagogům i studentům.

Ing. arch. Kateřina Rottová, Ph.D., FA



↗ Dětská kolébka z proutí Rhea od Terezy Horičkové



↗ Projekt Bydlení nový Střížkov od Anny Mahdalové

Noví profesori

Mezi nové profesory, jejichž jmenovací dekrety v prosinci podepsal prezident republiky Miloš Zeman, které byly ministrem školství předány 29. března při slavnostním aktu v pražském Karolinu, nechyběly ani osobnosti z ČVUT. Návrhy na jmenování předložily vědecké a umělecké rady vysokých škol. Osm nových profesorů z řad zaměstnanců ČVUT představujeme prostřednictvím odpovědí na dvě anketní otázky:

1. Co považujete za nejvýznamnější počín, kterého jste při svém působení na ČVUT dosáhli?

2. Měli jste někdy chuť z technické univerzity/akademického prostředí odejít a proč? Co rozhodlo o setrvání?



prof. Ing. Hana Kubátová, CSc. (FIT)
obor informatika

1. Za vůbec největší úspěch a zadostiučinění pokládám to, že jsem se dokázala prosadit v převážně mužské společnosti. Převzala jsem vedení výzkumné skupiny, založené doc. Servitem v 90. letech na Katedře počítačů na Fakultě elektrotechnické. Členové výzkumné skupiny tvoří základ Katedry číslicového návrhu na Fakultě informačních technologií. Byla jsem členkou týmu, který novou fakultu prosadil. Na „moji“ katedru přešla tehdy celá výzkumná skupina. Toho si velmi cením a vím, že se na spolupracovníky mohu plně spolehnout. Podařilo se mi prosadit, aby všichni bakalářští studenti FITu prošli předmětem o struktuře a architektuře počítačů, který se snaží studentům osvětlit, na čem je současné masivní rozšíření počítačů a inteligentních systémů založeno, a také to prakticky ukázat v laboratořích. Myslím, že je důležité, aby absolvent technické vysoké školy měl představu o tom, jak je fyzicky možné, že všechno řídí číslicové počítače, zatímco svět kolem nás je spojitý.

2. Největší problémy (spíš než chuť odejít) nastaly po mém návratu z mateřské dovolené těsně po sametové revoluci, kdy doslova nezůstal kámen na kameni, zejména v oblasti počítačů a nových technologií. Musela jsem svoji kariéru nastartovat podruhé, a ještě pod nátlakem, že bych měla zůstat doma a starat se o rodinu. Ale vždycky mě bavilo učit sebe a studenty nové věci a vysvětlovat zdánlivě nepochopitelné principy na konkrétních případech. Moje zkušenost je, že nejlépe se něco naučíte a pochopíte, když to musíte vysvětlit tak, aby to pochopili i ostatní. Tento způsob využívám i k motivaci a získávání nových studentů a doktorandů v oblasti počítačového inženýrství a vestavných systémů.



prof. Jan Verelst, MSc., PhD. (FIT)
obor informatika

Prof. Verelst působí současně na Fakultě informačních technologií ČVUT a na University of Antwerp, Faculty of Business and Economics, kam nastoupil v roce 1992 (v roce 1999 získal doktorát a v roce 2001 byl jmenován profesorem na univerzitě v Antverpách). Zaměřuje se na výzkum v oblastech konceptuálního modelování a tvorby informačních systémů, softwarového inženýrství či vývoje normalizovaných systémů.

1. Na ČVUT: rozvíjení spolupráce mezi ČVUT a Antverpskou univerzitou, počínaje úvodními schůzkami v roce 2013, následovaným výukou ročního kurzu normalizovaných systémů na ČVUT od roku 2015, který vyvrcholil rozvojem Double Degree mezi ČVUT/FIT a Antverpskou univerzitou, který bude spuštěn v září 2022. V mé akademické kariéře: spojení teoretického výzkumu normalizovaných systémů a jejich úspěšné aplikace v průmyslu ve spin-off firmě NSX.

2. Nikdy jsem neuvažoval o odchodu z akademického prostředí. Ale velmi oceňuji, že mám příležitost komunikovat s průmyslem, protože jsem spoluzaložil spin-off společnost zaměřenou na vývoj softwarové architektury.



prof. Ing. Jiří Fürst, Ph.D. (FS)
obor aplikovaná matematika

1. Na tomto místě bych mohl uvést nějaký významnější výsledek výzkumu. Za mnohem důležitější však považuji to, že se na našem ústavu podařilo vybudovat odborně uznávanou skupinu zabývající se matematickým modelováním. Tato skupina byla vytvořena prof. Karlem Kozlem, na něhož navázal prof. Jaroslav Fořt. Mým přínosem pak je přiblížení této skupiny k reálným průmyslovým aplikacím a prohloubení a navázání spolupráce jak s akademickými pracovišti, tak průmyslovými partnery.

Za další úspěch považuji stoupající počty studentů v magisterské specializaci Matematické modelování v technice a v doktorském studijním oboru Aplikované vědy ve strojním inženýrství, na kterém se podílíme.

2. Ano, s chutí opustit akademické prostředí se pravidelně vypořádávám prakticky každý rok. Nejzávažněji mne tato chuť přepadává na přelomu roku, kdy musím většinu času věnovat administrativním úkonům a nezbývá mi tedy mnoho času na výzkum a na práci se studenty. Prozatím však vždy převážily výhody univerzitního prostředí poskytující především tvůrčí svobodu a umožňující inspirační kontakt s kolegy a se studenty.



prof. RNDr. René Hudec, CSc. (FEL)
obor aplikovaná fyzika

1. Myslím, že to je zavedení předmětu Kosmické inženýrství, který přednáším pro magisterské i doktorské studenty, a z toho vyplývající vedení řady studentských prací – od semestrálních přes bakalářské, diplomové až po doktorské. Vždy se snažím zadání práce přizpůsobit podle zájmu daného studenta – mým cílem je, aby je to bavilo a pro danou problematiku měli nadšení. Těší mne velký zájem studentů, včetně zahraničních. Hodně z nich bylo opravdu dobrých, bylo vidět, že je vesmírná tematika baví. A to je velká posila a motivace v mé práci.

Dále bych uvedl pořádání a spolu-řádání mezinárodních konferencí a workshopů pod hlavičkou ČVUT. Zejména to byla série mezinárodních konferencí o rentgenové optice AXRO, konaná zatím dvanáctkrát v pražské Vile Lanna, a IBWS INTEGRAL BART workshopy v Karlových Varech, dosud šestnáctkrát. Ve Varech to byly akce zaměřené na vědecký dorost a studenty spolupořádané Univerzitami v Erlangen a Würzburgu. Bohužel, poslední dva roky nám to narušil Covid.

A do třetice to je zapojení ČVUT do řady velkých kosmických projektů, zejména Evropské kosmické agentury ESA, především družic THESEUS a SMILE.

2. Neměl. Mám čtyři děti, z toho dvě úspěšně absolvovaly Fakultu elektrotechnickou ČVUT, a asi i proto mi byla práce s mladými lidmi a studenty vždy hodně blízká – jak se říká, jak ryba ve vodě. V prostředí ČVUT, kam jsem přišel před deseti roky, jsem navíc našel dobré a vstřícné podmínky, za které jsem velmi vděčný. Vážím si podpory a pomoci, kterou jsem vždy nacházel nejen u svých vědeckých a pedagogických kolegů, ale i u administrativy, na katedře, děkanátu i rektorátu. Nemohu nezmínit pracovnice knihovny, které mi opravdu moc pomohly s podklady pro profesorské řízení.



prof. Mgr. David Krejčířík, Ph.D., DSc. (FJFI)
obor matematika – matematická analýza

1. Můj nejvýznamnější počín za posledních pět let, kdy působím na ČVUT, je bezesporu získání prestižního EXPRO grantu „Nové výzvy pro spektrální teorii: geometrie, umělé materiály a komplexní pole“ od Grantové agentury České republiky, jenž mi umožnil vybudovat na katedře mezinárodní výzkumný tým.

2. Z akademického prostředí – Akademie věd ČR – jsem přešel na ČVUT v roce 2016, a to z existencionálních důvodů (akademický plat versus rodina). Nicméně o úplném odchodu z vědy jsem neuvažoval nikdy. Dokážu si však představit, že by k tomu mohlo nakonec dojít, kdyby se stávající platové podmínky měly nadále zhoršovat.



prof. Ing. Jiří Němeček, Ph.D. (FSv)
obor teorie stavebních konstrukcí
a materiálů

1. Na ČVUT působím zhruba 25 let v roli učitele, vědeckého pracovníka a školi-tele. Mezi své nejvýznamnější výsledky pokládám založení, udržení a v současné době vedení laboratoře Nanoindentace a experimentální mikromechaniky mate-riálů a Laboratoře elektronové mikrosko-pie. Z vědeckých přínosů a publikací si vážím průkopnického postupu testování cementu v mikroskopickém měřítku, kde se nám jako prvním na světě podařilo experimentálně kvantifikovat lomové parametry základních stavebních jed-notek silikátových hmot. Mezi význačné výsledky počítám i své získání Fulbright-Masarykova stipendia, spolupráce s Uni-versity of Colorado v USA a předsednictví několika mezinárodních konferencí. Veškeré úspěchy jsem bezesporu dosáhl i s podporou kolegů a studentů, s nimiž spolupracuji ve výzkumné činnosti, a díky přátelskému prostředí Katedry mechaniky FSv.

2. Osobně jsem vždy tíhnul k technice a modelům, které jsem toužil převést do reality. Ačkoliv jsem spíše studijní typ, nikdy jsem se nevyhýbal ani fyzické práci, protože ta je spojena s vytvářením nových věcí či hodnot. V inženýrském studiu na ČVUT jsem se specializoval na projekci betonových mostů a byl jsem rozhodnut se jim věnovat i v profesním životě. Současně mě však zajímaly nové postupy, materiály a výzkum. Zasluhou mého školitele, profesora Zdeňka Bittnara, jsem nastoupil do doktorského studia a přičichl k vědecké práci, která u mě nakonec převážila. Ačkoliv ve mně něja-kou dobu přetrvávala nerozhodnost, zda pokračovat v akademické kariéře, nebo se vrátit do technické praxe, jsem rád, že jsem zvolil první variantu. Na škole mohu plně uplatnit své tvůrčí schopnosti, svo-bodně pracovat a věnovat se rozmanitým tématům, kterých je v oblasti stavařiny a materiálového výzkumu celá řada.



prof. Ing. Tomáš Trojek, Ph.D. (FJFI)
obor aplikovaná fyzika

1. Na ČVUT působím od absolvování magisterského studia. Nejvíce si zde cením volnosti pracovat na tématech, která mě baví. Po celou tuto dobu jsem se snažil o zdokonalování přístrojů pro nedestruktivní prvkovou analýzu mate-riálů metodou rentgenové fluorescenční analýzy. Díky tomu jsem mohl spolupra-covat s kolegy z různých oborů, kterým naše měření pomohla v jejich výzkumu, a naopak jejich mnohdy náročné poža-davky nás často inspirovaly pro další vylepšování přístrojového vybavení. Také rád učím, vedu samostatné práce a snažím se pomáhat studentům, aby nelehké studium úspěšně dokončili a našli uplatnění v oboru. Nyní jsem již osmým rokem vedoucím Katedry dozi-metrie a aplikace ionizujícího záření FJFI. Zároveň se snažím trávit aspoň část pracovní doby v laboroři, ale většinou to bývá až v pátek odpoledne. Jestli jsem na ČVUT uspěl více jako pedagog, vědec nebo funkcionář, to bych spíše nechal na posouzení jiným. Rozhodně jsem na ČVUT dosáhl jednoho významného osobního počínu: našel jsem si zde man-želku.

2. Mohu prohlásit, že jsem nikdy neměl závažný důvod opustit akademické prostředí a ani jsem to neplánoval. Při zahraničních pobytech jsem sice zvažoval nabídky zůstat v cizině, ale vždy u mě velmi rychle převládla touha vrátit se zpět na FJFI a pokračovat hlavně v budování laboratoře rentgenové fluorescenční ana-lýzy. Nejnáročnější byly pro mě poslední dva roky kvůli pandemii covid-19. A nebylo to ani tak přechodem na on-line výuku, kterou jsme snad zvládli docela dobře, ale obecně složitější komunikací, protože vše se rozhodně nedá vyřešit na dálku a osobní kontakt bývá mnohdy nenahraditelný.



prof. Dr.-Ing. Jan Vrba, M.Sc. (FBMI)
obor biomedicínské inženýrství

1. V lidské rovině je to jednoznačně vytvo-ření týmu Bio-elektromagnetismus, který jsme s bratrem (doc. Davidem Vrbou) po nástupu na FBMI na přelomu roku 2011/2012 začali intenzivně rozvíjet a postupně se k nám přidali další kole-gové, Dr. Ondřej Fišer a Dr. Tomáš Dřížďal. Dohromady s našimi doktorandy se nám podařilo pro naše výzkumná témata získat podporu různých grantových agen-tur a řešit projekty H2020, EU COST, GA ČR, AZV a MŠMT. Za podpory těchto agentur a naší fakulty jsme také vybudovali labora-toř s unikátními moderními přístroji, která poskytuje zázemí pro náš výzkum, výuku studentů a jejich kvalifikační práce. Z odborného hlediska jím pak je zavedení a rozvoj výzkumu mikrovlnného lékař-ského zobrazování na FBMI. Toto téma je pro mě atraktivní svojí rozmanitostí, kdy v sobě kombinuje matematiku zobrazo-vacích algoritmů a numerických simulací, znalosti fyzikálních vlastností biologických tkání, anatomii člověka a další. Aplikacemi, kterými se v této oblasti zabýváme, je neinvazivní monitorování teploty během hypertermie a také detekce a klasifikace cévních mozkových příhod. Naš tým postupně také vyvinul několik funkčních prototypů mikrovlnných zobrazovacích systémů a zařadil se tak do skupiny sedmi týmů na světě, které mikrovlnné zobrazo-vání v medicíně mají zvládnuté nejen teo-reticky, ale i co do přístrojové realizace.

2. Ano, na samém začátku. O setrvání roz-hodlo několik faktorů. Byl to velký zájem studentů o naši problematiku a podpora Grantové agentury ČR pro naše návrhy postdoc projektů. Dále to byla významná podpora od vedení FBMI. Velmi brzy jsem si ale také uvědomil, jak unikátní a atrak-tivní je na naší technické univerzitě sklou-bení pedagogické a výzkumné práce.

Czech Rocket Society

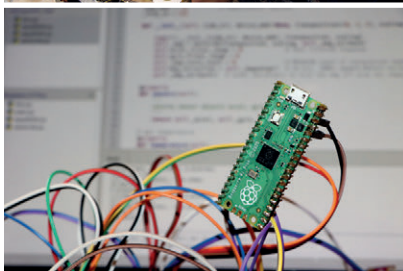
Czech Rocket Society je uskupení, které se zabývá kosmickými aktivitami. Jsme nezávislým spolkem, který má zhruba 40 členů, většinou studentů českých technických univerzit, ale jsou mezi námi i Češi na zahraničních školách. Hlavním cílem spolku, jenž je externím klubem Studentské unie ČVUT, je umožnit uplatňovat odbornost v praxi, vyzkoušet si vývoj a stavbu skutečných raket. Spolek se snaží přispívat i k rozvoji kosmonautiky v Čechách, snažíme se zapojovat do co nejvíce relevantních akcí v oblasti vědy. Pro začínající raketáky pořádáme soutěž Czech Rocket Challenge.

Zakladatelé CRS se nechali inspirovat v zahraničí, jelikož jsou sami součástí podobných spolků v Anglii a Nizozemsku, kde také studují obor Aerospace Engineering. V obou zemích mají spolky velkou tradici, spolupracují jak s univerzitami, tak s technologickými firmami a účastní se celosvětových soutěží. Jsou to místa, kde se studenti s tímto oborem poprvé setkají a odkud poté odcházejí do skutečných raketových a kosmonautických společností. Návrh na založení byl představen u příležitosti prvního ročníku Czech Rocket Challenge v březnu 2021 a setkal se s obrovským nadšením z řad českých vysokoškolských studentů. Spolek tak vznikl téměř okamžitě (ve spolkovém rejstříku je ale oficiálně zapsán od října 2021), členové se od začátku aktivně podíleli na vybudování infrastruktury, společných vizí i prvního projektu. Studenti vidí v Česku velký nevyužitý potenciál, jelikož tu neexistoval žádný oficiální kosmický studentský spolek, který by Českou republiku reprezentoval, přestože disponuje kvalitními technickými univerzitami i průmyslem. Hlavní současnou vizí spolku je „dohnat“ zbytek Evropy i světa a v budoucnu se účastnit evropských soutěží, budovat komplikovanější modely a třeba i dosáhnout vesmíru.



Raketa pro CanSat

Náš aktuální projekt se týká vývoje raketového nosiče pro středoškolskou soutěž CanSat pořádanou Vzdělávací kanceláří Evropské vesmírné agentury. Soutěž spočívá v navrhnutí minisatelitů ve velikosti plechovky, které jsou vyneseny zhruba do jednoho kilometru výšky, a následného sběru a zpracování atmosférických dat. To pro Spolek v první řadě znamená vytvoření významně větší a komplexnější rakety v porovnání se Stopařem, prvním naším projektem. Je to spojeno s většími nároky na návrh a provedení všech systémů. Další posun spatřujeme v primární misi rakety, tj. naložení s užitečným zatížením dle zadání klienta. Tato raketa už tedy nepoletí čistě z důvodu vytvořit letuschopnou raketu. Dalším důležitým hlediskem je klientem pevně nastavený termín pro dokončení návrhu a stavby raket potřebných pro finále CanSat soutěže. Takové zadání představuje pro členy spolku větší nároky na inženýrské a organizační schopnosti a ve výsledku získání dalších cenných zkušeností.



Soutěžíme

Letos pořádáme druhý ročník soutěže Czech Rocket Challenge pro středoškolské a vysokoškolské studenty, ve spolupráci s businessovým inkubátorem Evropské kosmické agentury ESA BIC Czech Republic, Advacamem, Planetáriem, Stinnem, CSG, VZLU, ČVUT a jeho Studentskou unií. Přihlásilo se přes 70 týmů, které již začínají navrhovat své rakety. Startovní den (tedy odpal raket) je naplánován na 10.–11. června.



Projekt Stopař

Stopař (angl. Hitchhiker) je historicky vůbec prvním projektem raketového spolku. Jedná se o 1,2 metru vysokou jednostupňovou raketu s kompozitním trupem, který spolku věnovala firma CompoTech, o průměru 60 mm a s pohonem na tuhá paliva (směs sorbitolu a dusičnanu draselného). Stopař dokáže dosáhnout apogea až 500 metrů a bezpečně přistát s pomocí padáku. Během 70 sekund dlouhého letu dosáhne rychlosti až 55 m/s, což je stejná rychlost jako maximální rychlost letadla Cessna 152 (raketa Stopař ale na rozdíl od letadla letí směrem vzhůru...).

Spolek se rozhodl svou první raketu pojmenovat podle oblíbené knižní série Stopařův průvodce po galaxii od anglického autora Douglase Adamse. Mise první rakety nebyla předem daná, hlavním cílem bylo pokusit se poprvé v České republice vybudovat studenty letuschopnou raketu. Vzhledem k tomu, že je spolek inspirován

celosvětově velmi rychlým rozvojem kosmonautiky, tak se symbolickou inspirací pro Stopaře stal testovací let rakety Falcon Heavy z roku 2018, což byl první let v té době nejsilnější rakety. Falcon Heavy patří společnosti SpaceX řízené americkým multimiliardářem Elonem Muskem. Ten na raketu Falcon Heavy jako testovací náklad posadil svůj Tesla Roadster – červené auto, které po oddělení od rakety shlíželo na planetu Zemi. My jsme do nákladového prostoru umístili malé červené autíčko, které bylo po otevření padáku filmováno kamerkou na vysouvací selfie tyči, a shlíželo tak na českou krajinu. Doufáme, že paralela je zřetelná.

První oficiální odpal rakety Stopař proběhl na Medláneckém letišti v Brně 25. září 2021 při příležitosti prvního ročníku studentské raketové soutěže Czech Rocket Challenge, tedy pouze pár měsíců od začátku

projektu a zformování spolku jako takového. Během této relativně krátké doby musely proběhnout veškeré potřebné testy pro bezpečný a spolehlivý odpal. To zahrnovalo vše od počátečního designu, návrhu v CAD softwaru, přes statické zátěhy motoru, letové simulace, testování a kalibrace avioniky, startovacích procedur, až po samotný testovací let. Nesmíme zapomenout ani na to, že velká část těchto činností musela probíhat kvůli covidu online a spolupracovali na nich členové, kteří se v tu dobu ještě ani osobně nepotkali. Práce i přesto probíhaly skvěle díky morálce, nasazení, náladě a zapálení všech členů. Tomu dopomohlo i společné setkání měsíc před startem rakety.

Celkově byl Stopař velmi úspěšným premiérovým projektem, protože jsme za šest měsíců zvládli navrhnout, postavit a úspěšně odstartovat raketu. Díky tomuto pilotnímu projektu mohl náš spolek získat cenné zkušenosti nejen ze samotného výrobního procesu a návrhu, ale i v oblasti projektového managementu a legislativních záležitostí potřebných nejen pro další činnost spolku samotného, ale obecně pro rozvoj kosmických aktivit v ČR. V neposlední řadě jsme si také stihli ujasnit a zdokumentovat výrobní postupy a činnosti, ze kterých čerpáme nadále, například v našem současném projektu pro CanSat.

**Anna Muchová, Ondřej Ballada,
Albert Bouchal a Aleš Hruďička,
Czech Rocket Society**



➤ Více na
<https://czechrockets.com/>
<https://czechrocketchallenge.cz/>

Počátky kybernetiky na ČVUT

Každému novému technickému oboru nějaký čas trvalo, než se dostal do vyučovacích osnov technických vysokých škol. To platí i pro kybernetiku, jejíž počátky na ČVUT odrážely složitý společenský vývoj v 50. a 60. letech 20. století v Československu.



◀ Profesor Zdeněk Kotek

Kybernetika jako věda o řízení a přenosu informace ve strojích se v současné podobě ustavila v první polovině 20. století, přestože různým pokusům o automatizaci strojů se věnovali matematici, fyzici a technici už dávno předtím. Představuje komplexní matematickou teorii řídicích zařízení, automatiky, informací a kontroly. S moderním pojetím kybernetiky přišel americký matematik a filozof Norbert Wiener, který hledal podobnosti v činnosti počítacích strojů a nervové soustavy. To byl jeden z důvodů, proč byla ve východním bloku vnímána jako „buržoazní pavěda“, jak se označovaly z ideologického hlediska nevhodné vědy. V 50. letech mezi takové „pavědy“ patřila vedle kybernetiky také například sociologie nebo genetika. Ideologové kybernetiku interpretovali jako snahu západních kapitalistických zemí postavit stroj proti člověku a upozorňovali na to, že cílem kybernetických strojů je udržet lidstvo v područí kapitalismu. V prvních letech proto nebylo vůbec možné se ke kybernetice hlásit a čeští vědci ji buď ignorovali, nebo veřejně odsuzovali.

V souvislosti s destalinizací v Sovětském svazu však došlo v socialistickém bloku v druhé polovině 50. let k přehodnocení kybernetiky. Ta byla nyní nově pojímána jako klíčový vědecký obor pro rozvoj socialistické společnosti. Měla umožnit plánování národního hospodářství, a jak se některým ideologům najednou zdálo, dávala možnost uskutečnit „geniální Marxův plán“. Do češtiny se začaly překládat sovětské knihy o kybernetice a výzkum dostával zelenou. V roce 1959 dokonce vznikl na půdě Československé akademie věd Ústav teorie informace a automatizace, ve kterém probíhal základní výzkum kybernetiky, automatizace a přenosu informací. V následujících letech přibývaly výzkumné úkoly spojené s automatizací i v dalších institucích a v polovině 60. let ústav začal vydávat mezinárodní vědecký časopis *Kybernetika*. Rozvoj bádání o kybernetice v Československu se promítl i do názvu vědeckého kolegia, od roku 1966 existovalo Vědecké kolegium technické kybernetiky a elektrotechniky ČSAV. Počátkem šedesátých let také rostl počet překládané literatury o kybernetice z ruštiny, angličtiny nebo polštiny. Řada vydávaných publikací přitom neprezentovala jen technická řešení, ale kladla si i morální, filozofické a ideologické otázky spojené s kyber-

netikou. Názorně se to projevilo například na českém vydání americké knihy *Kybernetika a společnost* z pera Norberta Wienera, jenž stál u zrodu moderní kybernetiky. Překlad byl doplněn českou předmluvou vysvětlující Wienerovo ideologické sepětí s politickým imperialismem. Kybernetika se tehdy stávala součástí řady vědeckých oborů od lékařství přes fyziologii, ekonomii až po strojové překlady a společenské vědy (například v matematické lingvistice). I proto přední český vědec Jaroslav Kožeňník v Rudém právu v roce 1963 konstatoval, že „Kybernetika se dostala do popředí pozornosti, ba stala se módní záležitostí, je třeba tento zájem v zásadě vítat, podporovat a rozvíjet.“ V první polovině šedesátých let dokonce pronikla i do umělecké tvorby. Loutkový film Jiřího Trnky *Kybernetická babička* z roku 1962 představil vizi robotických strojů budoucnosti, kterým bude svěřována výchova dětí, bláznivá hudební komedie *Lov na mamuta* zase využívala fenomén výzkumných ústavů na poli kybernetiky a hrála si s představou mamutích kybernetických strojů. Znamější filmové komedie pracující s kybernetickými výpočty, *Jáchyme, hoď ho do stroje!* a *Hodíme se k sobě, miláčku...?* vznikly však až o dekádu později, oba shodou okolností v roce 1974.

Problematika kybernetiky pronikala pozvolna také na ČVUT, zpočátku ale spíše skrze jiná elektrotechnická témata, která bylo možné v 50. letech řešit. V první řadě šlo o servomechanismy, tedy o zařízení k ovládání, kontrole a regulaci. Modelace servomechanismů si vysloužila už počátkem 50. let pozornost vědeckých i politických špiček. Profesor ČVUT Zdeněk Trnka byl za studie z tohoto oboru dokonce oceněn Státní cenou Klementa Gottwalda. K tematice servomechanismů se v té době dostal i Zdeněk Kotek, Trnkův žák a absolvent Vysoké školy strojního a elektrotechnického inženýrství. Kotek analyzoval vlastnosti systému s nelinearitami a uvažoval o zlepšení dynamických vlastností těchto systémů. Jako první vedl vysokoškolské přednášky o nelineárních servomechanismech a regulačních obvodech již v roce 1954. Od konce 50. let se věnoval výzkumu metod řešení nelineárních regulačních obvodů. Úvahy o řízení systému vedly Zdeňka Kotka až ke studiu prací Norberta Wienera, a některé postřehy o principech a problémech kybernetiky počátkem

60. let zařazoval i do svých přednášek. Tehdy již rostl počet studentů automatizace, která se stávala žádaným a také progresivním oborem. Předcházela tomu reorganizace kateder na Fakultě elektrotechnické, když se v roce 1959 katedra měřicí techniky rozdělila na katedru teoretické elektrotechniky a na katedru měření a automatizace, jejíž vedení se ujal Zdeněk Kotek. V roce 1963 se pak ještě přejmenovala na katedru řídicí techniky, přičemž se z ní vydělila katedra počítačů. V rámci katedry řídicí techniky Zdeněk Kotek připravoval půdu pro vznik nového oboru.

Tematika kybernetiky nejprve pronikala do vysokoškolských skript. Učební text Zpracování zpráv z roku 1963 studentům představoval zpracování zpráv jako odvětví technické kybernetiky, ve kterém se spojovaly dosavadní technické obory sdělovací technika, řízení a regulace a matematické stroje. V rámci těchto předmětů se také posluchači s problematikou kybernetiky čím dál tím víc setkávali. Ve stejné době se uvažovalo o zavedení nového oboru i na celostátní úrovni. Začátkem roku 1965 byla kybernetika Ministerstvem školství a kultury zařazena mezi obory pro výchovu vědeckých pracovníků (aspirantů, dnes doktorandů), v rámci technických věd jako technická kybernetika a v matematicko-fyzikálních vědách jako teoretická kybernetika, v návaznosti na to mohla vědecká pracoviště vypsát konkurzy na místa vědeckých aspirantů. Za zmínku stojí, že zájem o nové aspiranty s touto specializací projevily již v roce 1965 kromě Ústavu teorie informace a automatizace ČSAV Slovenská vysoká škola technická v Bratislavě a Vysoká škola technická v Košicích. Až v následujícím roce se přidaly vedle Matematického ústavu ČSAV také Fakulta elektrotechnická ČVUT, Fakulta strojní ČVUT a některé další vysoké školy. Na obou fakultách ČVUT zároveň vznikla stálá komise pro kandidátské obhajoby tohoto oboru.

Zájem o kybernetiku a potřeba její znalosti vedla k vytvoření denního studijního oboru Technická kybernetika, jehož vznik posvětilo Ministerstvo školství a kultury v roce 1966. Obor se skládal ze tří studijních zaměření: Měřicí techniky, Řídicí techniky a Samočinných počítačů. To umožnilo i starším studentům těchto oborů složit státnice z technické kybernetiky, a proto první absolventi tohoto oboru končili již v roce 1967. V rámci Fakulty elektrotechnické ČVUT se

výuky ujala katedra řídicí techniky, která zaštiťovala kromě technické kybernetiky také další předměty: teorie regulace a servo-mechanismů, elektronické přístroje a měření, impulsová technika, magnetické prvky v automatizaci, dálkové měření a ovládání, návrhy automatizovaných zařízení a prvky regulačních obvodů a regulátorů. V následujících letech se kybernetika stala nedílnou součástí učebních programů, v sedmdesátých letech se obor nadále rozšiřoval, konkrétně byly v roce 1976 vypsány přednášky o adaptivních systémech a o systémech řízených počítačem. Rostoucí význam oboru na škole podtrhl i fakt, že Zdeněk Kotek zastával v letech 1973–1985 funkci děkana FEL. Počáteční etapa kybernetiky končila, obor se v sedmdesátých letech definitivně etabloval a hraje důležitou úlohu dodnes. Samostatná katedra kybernetiky se vydělila z katedry řídicí techniky až v roce 1999, v roce 2013 byl pak založen Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT. Obě dnes velmi silná pracoviště se hlásí k odkazu prof. Zdeňka Kotky a pokračují v rozvíjení jeho vizí.

Mgr. Jiří Šoukal, Archiv ČVUT

Použité prameny a literatura:

- České vysoké učení technické v Praze. Elektrotechnická fakulta 1967–68. Elektrotechnická fakulta ČVUT v Praze
- KLIKA, Otakar: Zpracování zpráv. SNTL, Praha 1963
- KOŽEŠNÍK, Jaroslav: Problémy kybernetiky v ČSSR. Rudé právo, 9. 8. 1963, s. 4
- PLONSKIJ, A: Věda – mír – komunismus. SNPL, Praha 1960
- Program na studijní rok 1965–66. Fakulta elektrotechnická ČVUT, Praha 1965
- STARÝ, Oldřich – EFMERTOVÁ, Marcela (eds.): 50 let Fakulty elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze. Libri, Praha 2001
- Studijní program a učební osnovy. Fakulta elektrotechnická. SNTL, Praha 1961
- Věstník Ministerstva školství a kultury, 1965–1967
- WIENER, Norbert: Kybernetika a společnost. Nakladatelství ČSAV, Praha 1963
- Masarykův ústav a Archiv AV ČR, fond Osobní spisy členů ČSAV, k. 39, Zdeněk Kotek



☛ Sovětští autoři optimisticky vítali nástup kybernetiky a spojovali ji s úžasnou budoucností. Jasně to vyjádřil i A. Plonskij v knize Věda – mír – komunismus, která česky vyšla v roce 1960.



☛ Jedna z klíčových prací, Wienerova Kybernetika a společnost, vyšla česky až v roce 1963, opatřená v předmluvě kritickými poznámkami na adresu autora a zpochybňující některé jeho teze.

Novinky z Nakladatelství ČVUT



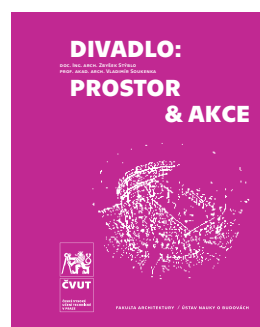
Elementární fyzika pevných látek

prof. RNDr. Ivo Kraus, DrSc., FEng., dr. h. c. / prof. RNDr. Jaroslav Fiala, CSc., FEng.

Třetí přepracované vydání, 386 stran, formát 176 x 250 mm, ISBN 978-80-01-06953-0

Pochopení souvislostí fyzikálních vlastností látek s elektronovou a atomární strukturou je předpokladem efektivního využívání jak materiálů známých, tak nově vyvíjených. Znalost základů fyziky pevných látek se proto v současné době stává zcela samozřejmou součástí všeobecného vzdělání techniků i přírodovědců.

Vysokoškolská učebnice Elementární fyzika pevných látek má posloužit především těm budoucím inženýrům, kteří se s úspěchy fyziky pevných látek budou ve své práci sice každodenně setkávat, speciální výuku v této oblasti však do učebního plánu zařazenou nemají. Výklad je zjednodušen natolik, aby k porozumění postačovaly kromě vztahů a zákonitostí klasické fyziky jen běžně známé závěry kvantové teorie a statistické fyziky. První části kapitol jsou určeny začínajícím studentům v bakalářském studijním programu, pro pokročilejší posluchače je základní text rozšířen o Dodatky. Třetí vydání Elementární fyziky pevných látek je oproti textu z roku 2017 ve všech částech doplněno a aktualizováno, nově byly zařazeny kapitoly 11, 12, 13 a další biografická hesla popisující životní osudy a dílo přírodovědců, kteří se o vývoj fyziky pevných látek nejvíce zasloužili.



Divadlo: prostor & akce

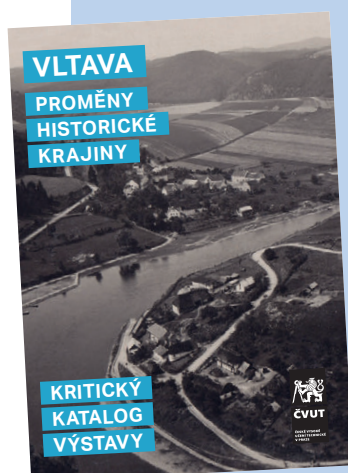
doc. Ing. arch. Zbyšek Stýblo / prof. Akad. arch. Vladimír Soukenka

První vydání, 652 stran, formát 120 x 170 mm, ISBN 978-80-01-06926-4

Kniha Divadlo: prostor & akce architekta Zbyška Stýbla a scénografa Vladimíra Soukenky podává historický přehled vývoje divadelního prostoru od antiky po současnost. Klade důraz na zhodnocení posunu v jeho navrhování za posledních třicet let, které uběhly od doby, kdy byly v českém prostředí vydány poslední obdobně zaměřené publikace.

Přehledně uspořádaná kniha doprovázená množstvím obrazového materiálu, praktickými schématy i příklady významných domácích i světových realizací se jistě stane vítaným pomocníkem každému, kdo se bude jako architekt, scénograf či provozní expert zabývat otázkou výstavby či modernizace divadelní budovy.

Čtivě pojatou publikaci nepochybně ocení i všichni ostatní milovníci divadla. Dává totiž celostně nahlédnout do složitého uspořádání tohoto osobitého stavebního typu. Typu, který obvykle vnímáme pouze z jeho jedné strany – jako jeho návštěvníci či jeho personál.



Zajímavá publikace

doprovodila unikátní výstavu „Vltava – proměny historické krajiny“ (ISBN 978-80-01-06948-6), která v atriu Fakulty stavební ČVUT představila změny krajiny a osídlení podél toku Vltavy, s vazbami na historický stav před výstavbou přehrad.

Na 136 stranách prezentuje témata dokumentující proměny řeky a jejích břehů pomocí historických pramenů a geoinformačních technologií. Katalog, dostupný i v pdf (viz vltava.fsv.cvut.cz), ukazuje jednotlivé výstavní panely a popisuje i další exponáty – fyzické 3D modely tří největších přehradních nádrží (Lipno, Orlik a Slapy), webovou mapovou aplikaci a model ve virtuální realitě. Na vzniku výstavy se podíleli odborníci z Katedry geomatiky a Katedry hydrotechniky Fakulty stavební ČVUT a geografové z Přírodovědecké fakulty UK. Výstava a katalog jsou výstupem projektu „Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí řeky“, podpořeného v rámci programu NAKI II.

(vk)

Skripta

Fakulta stavební

Masopust, Jan: Zakládání staveb 2

Procházka, Jaroslav; Šmejkal, Jiří:

Betonové vícepodlažní a halové konstrukce

Fakulta strojní

Drkal, František; Zmrhal, Vladimír:

Vybrané statě z větrání a klimatizace

Drkal, František; Zmrhal, Vladimír: Větrání

Budinská, Zuzana; Ducháček, Petr; Kohout,

Zdeněk: Fyzika II

Fakulta jaderná

a fyzikálně inženýrská

Rataj, Jan a kol.: Reactor Physics Course at VR-1 Reactor

Virus, Miroslav: Pokročilá C++

Fakulta biomedicínského inženýrství

Vymětalová, Veronika: Biologie pro biomedicínské inženýrství / I. díl

#srdcemtechnik



BOSCH

Stvořeno pro život



Bije tvoje srdce pro techniku?

Pak jsi ten, koho hledáme!

Technolog

Náborový příspěvek 70 000 Kč!
Mzda 37 – 45 000 Kč měsíčně hrubého

Náplň práce:

vytváření a optimalizace technologických postupů výroby
realizace a zavádění nových projektů (I4.0 - digitalizace, robotizace)
mezinárodní spolupráce a komunikace s kolegy v závodech koncernu BOSCH
správa strojů a výrobních zařízení
zajištění kvality výroby

Naše požadavky:

VŠ, popř. SŠ technického směru - strojírenské obory, elektrotechnika
odborné znalosti, nadšení pro techniku
komunikativní znalost německého nebo anglického jazyka
pečlivost při plnění úkolů, samostatnost

Kontakt:

Jarmila Procházková

Telefon: +420 567 585 662

E-mail: Jarmila.Prochazkova@cz.bosch.com



pojd'
na
veletrh...

[@iaeste.cvut](https://iaeste.cvut)

veletrhikariera.cz