TECNICALL®

ČASOPIS ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE PODZIM 2024

Téma: Posunujeme hranice vesmíru

ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Do vesmíru technických oborů se Škodou Auto

Škoda Auto představuje platformu, která chce zpřístupnit a popularizovat technické obory. Co na Škoda ExploreEDU najdete?

Objevte Škoda ExploreEDU

Jak zařídit, aby se žáci nebáli techniky?

Mnoho žáků má z exaktních věd, jako je matematika, chemie nebo fyzika, **zbytečný strach**. Spojují si je totiž **s náročnými počty nebo komplikovanými vzorečky**, které si ne a ne zapamatovat. Technické obory přitom **nabízejí mnohem víc**. Můžou být **kreativním prostorem**, který je **zábava prozkoumávat**. Technické profese navíc už dnes patří mezi ty **nejžádanější**. A co teprve v budoucnu! Potřebné dovednosti můžeme **rozvíjet už teď**.

Spojení s odborníky a školami

Platforma Škoda ExploreEDU vzniká ve spolupráci s **předními vysokými školami** – například ČVUT či TUL – a **experty z různých oborů**. Najdete na ní rozmanité materiály, které **vzdělávají a inspirují**. Učitelům a studentům přiblíží nejen svět exaktních věd, ale i automobilového průmyslu. Rodiče zde najdou rady, jak už od útlého věku **otevřít svým dětem cestu k technice**. A pro ty, kteří chtějí technické obory poznat na vlastní kůži, máme i tipy na vzdělávací akce.

Jak poznávat exaktní vědy? Ideálně hrou!

Chceme dětem ukázat, že **učení může být zábava**. Na procvičování počtů a logiky doporučujeme třeba **matematickou hru na 20**. Jak na to?

Dva hráči se střídají v odříkávání čísel. První **musí vždy začít číslem** jedna, druhý pak pokračuje o jednu, dvě, nebo tři číslovky výše. Poté zase **přichází na řadu první hráč**, který může opět přičíst 1–3. Kdo jako **první řekne vítěznou číslovku 20, vyhrává**.

Hru můžete i různě pozměnit, třeba **zvýšit konečné výherní číslo**. V každé verzi lze **nalézt výherní algoritmus** – přijdete na něj?

A do budoucna? Více formátů, zábavnější vzdělávání

Vesmír technických oborů je veliký a my ho chceme **prozkoumat do hloubky**. Připravujeme **interaktivní formáty**, další spolupráce s vysokými školami, videa, taháky a mnoho dalšího. Naše mise je jasná – **vzbudit zájem o techniku** u co nejvíce lidí a ukázat, že svět exaktních věd může být **přístupný** všem, kteří ho chtějí prozkoumat.

Škoda Auto Kariéra | @WeAreSKODA | Škoda Auto a.s. | Škoda Auto - Career

doc. RNDr. VOJTĚCH PETRÁČEK, CSc.
Vojtech.Petracek@cvut.cz

Vážené čtenářky, vážení čtenáři,
vítejte na stránkách TecniCallu 2024.

Spolu s klasikem by se chtělo říci – „my bychom vzhůru k nebesům, a jsme zde Zemí spjatí…". Jenže to už není pravda. Ne, že by se vesmírné lety konaly jak na běžícím pásu, ale od dob Jana Nerudy (a připomeňme si, že je to vlastně jen pár desítek let, úplné nic vzhledem k historii lidstva) už jsme přece jen hvězdám o dost blíž.

Hodně k tomu přispívá i vysokoškolský výzkum včetně toho našeho. V TecniCallu věnovaném právě tématu „Vesmír" se dočtete o mnoha zajímavých projektech fakult a ústavů ČVUT, našich zaměstnanců i studentů.

Mě jako jaderného fyzika samozřejmě zaujal článek o vesmírném plavidlu s jaderným pohonem. Vědci z Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT zkoumají hned dvě možné cesty, jak jaderný potenciál využít pro průzkum hlubokého vesmíru a případné osídlení dalších planet.

To by byla velkolepá „česká cesta do vesmíru"! A právě to je název ambiciózního projektu, do nějž se zapojila pro změnu Fakulta elektrotechnická. Její vědci se soustředí například na simulaci komunikace s vesmírnou posádkou.

Komunikace je nesmírně důležitá nejen z technického hlediska, ale i z hlediska duševního a fyzického zdraví posádek. Výzkumu a vytváření komplexních systémů se věnuje Fakulta biomedicínského inženýrství ve spolupráci s Fakultou strojní. Vesmír však ovlivňuje i pozemní letectví, i o tom se v TecniCallu dočtete, stejně jako o kvantovém počítání, které může optimalizovat úklid vesmírného odpadu.

A mohl bych dále pokračovat, protože toto vydání časopisu je vesmírnými informacemi doslova prošpikováno. Věřím, že jej budete číst se zaujetím, a snad si uděláte čas i na rozhovor se mnou, který se už dá tak trochu nazvat bilančním – přece jen stojím v čele naší skvělé vysoké školy sedm let a zbývá mi tak rok poslední…

Je však přede mnou ještě stále dost práce. A v obecném měřítku před každým vědcem (nejen) na ČVUT. I když jsme toho už spoustu vymysleli a vývoj a výzkum máme různorodý a bohatý, stále ještě většině věcí zatím nerozumíme a nedovedeme je vyčíslit, popsat a předpovědět. Což platí nejen v přírodě, ale i ve společnosti.

Přeji Vám proto co nejklidnější závěr roku 2024, vše dobré v roce 2025 a příjemné chvíle strávené ve vesmíru s TecniCallem.

doc. Vojtěch Petráček,
rektor ČVUT v Praze

Z obsahu

> Budoucnost je v polovodičích 4
> MSV Brno | Atraktivní prezentace novinek strojařů z ČVUT zaujala 6
> „Exotické" technologie míří do praktického života | Využití kvantových počítačů na ČVUT 8
> Daleko víc nevidíme, než vidíme, a daleko víc věcem nerozumíme, než rozumíme…(rozhovor s rektorem doc. Vojtěchem Petráčkem) 10
> Posunujeme hranice vesmíru 14
> Hydronaut | Little Moon City Prague 16
> Česká cesta do vesmíru | Elektrotechnici vyvíjejí technologie pro kosmický průmysl 18
> Monitoring psychického i fyzického stavu „posádek" 20
> Space Rover | Studentský tým CTU Robotics vyvíjí vozítko pro Mars 22
> Czech Rocket Society 23
> Kosmická strojařina 24
> Vesmírné plavidlo s jaderným pohonem 26
> Zdraví astronautů při vzdálených misích | Zdravotnické technologie pro vesmírné aplikace 28
> Jak vesmír ovlivňuje letectví na Zemi 30
> Kvantové počítání | Optimalizace pro úklid vesmírného odpadu 31
> Detektor dokáže najít vodu na Měsíci 32
> Virtuální astronauti 34
> Kosmický odpad | Skrytá hrozba vesmíru očima studentky 36
> Unikátní metoda na opravu historických zvonů 39
> 5G IIoT Gateway 40
> Robovýčep | Technologie a spolupráce pro inovace 41
> Lapen do sítě | Robotický „lovec" chrání před útoky dronů 42

TecniCall / podzim 2024
Časopis pro spolupráci vědy a praxe

Vydavatel:
Rektorát ČVUT
Jugoslávských partyzánů 1580/3
166 36 Praha 6
IČ: 68407700

www.cvut.cz

Náklad: 1 500 ks / cena: zdarma
Evidenční číslo: MK ČR E 17564
ISSN 1805-1030

Šéfredaktorka
PhDr. Vladimíra Kučerová
vladimira.kucerova@cvut.cz

Spolupracovníci z ČVUT
Fakulta stavební
Ing. Marie Kovandová
marie.kovandova@fsv.cvut.cz

Fakulta strojní
PhDr. Ladislav Lašek
Ladislav.Lasek@fs.cvut.cz

Fakulta elektrotechnická
Ing. Mgr. Radovan Suk
sukradov@fel.cvut.cz

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Ing. Šárka Salačová, Ph.D.
sarka.salacova@fjfi.cvut.cz

Ing. arch. Kateřina Rottová, Ph.D.
katerina.rottova@fa.cvut.cz

Fakulta dopravní
doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D.
lokaj@fd.cvut.cz

Fakulta biomedicínského inženýrství
Ing. Ida Skopalová
skopalova@fbmi.cvut.cz

Fakulta informačních technologií
Bc. Veronika Dvořáková
veronika.dvorakova@fit.cvut.cz

Design
Michaela Kubátová Petrová,
Lenka Klimtová / Nakladatelství ČVUT

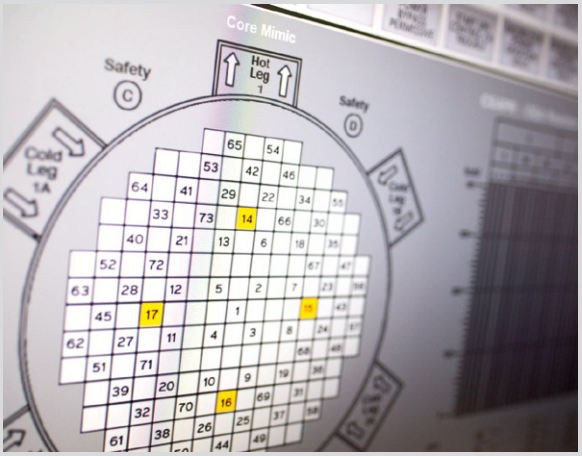
Distribuce
ČVUT v Praze

Fotograf
Bc. Jiří Ryszawy,
Výpočetní a informační centrum ČVUT
jiri.ryszawy@cvut.cz

Tisk
Grafotechna Plus, s. r. o.

Titulní strana:
Hydronaut | Little Moon City Prague
Foto: Jiří Ryszawy

Toto číslo bylo připraveno ve spolupráci s Nakladatelstvím ČVUT.
Přetisk článků je možný pouze se souhlasem redakce a s uvedením zdroje.



Jaderná fakulta získala simulátor reaktoru

Plánovaná dostavba jaderných bloků v Dukovanech se blíží a s tím se zvyšuje i zájem studentů o jaderné obory – skoro 40procentní nárůst zapsaných eviduje i Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT (FJFI), která je v Česku i ve střední Evropě již od svého založení vůdčí institucí v oblasti vzdělávání jaderných inženýrů. Studenti FJFI se teď mohou těšit na jednu novinku – komplexní simulátor chování jaderného reaktoru APR1000 od firmy KHNP, který by měl být srdcem nových bloků v jaderné elektrárně Dukovany II.

„Přímo na fakultě můžeme nově studovat chování korejského reaktoru, jeho limity, silné stránky i slabiny, což je věc, ke které se jen tak nedostanete," popisuje vedoucí Katedry jaderných reaktorů FJFI Jan Rataj. „Získání simulátoru je výsledek dlouholeté spolupráce naší katedry s Korejci. Konkrétně probíhá každoročně výměna studentů z obou zemí, ale také jako jediní máme běžící výzkumné projekty s korejskými experty zaměřené například na vývoj nových a odolnějších jaderných paliv na vědecké úrovni," dodává Rataj.

FJFI navíc od září spustila studijní program Jaderné inženýrství v angličtině, který otevírá dveře většímu množství zájemců, včetně těch z Koreje, a připravuje výměnné programy s korejskými univerzitami. Společnost KHNP také v současné době ve spolupráci s ČVUT rozvíjí bakalářský, magisterský a doktorský program, který má za cíl vychovat novou generaci jaderných inženýrů a odborníků zaměřených na provoz jaderných elektráren. Těch bude podle odhadů společnosti ČEZ v příštích letech potřeba řádově několik stovek. Otázka je, jestli Česko stihne takové množství specialistů dodat.

„V Česku je jen jedna vysoká škola, kde si můžete při studiu reálně sáhnout na samotný jaderný reaktor, a to je právě Jaderka. Od loňska máme navíc druhý, takzvaný podkritický reaktor pro rozšíření experimentální výuky," popisuje děkan FJFI ČVUT Václav Čuba.

text a foto: David Březina, FJFI

Dohoda s Lockheed Martin

Vědci z Fakulty elektrotechnické ČVUT a odborníci z Výzkumného a zkušebního leteckého ústavu budou spolupracovat s globální bezpečnostní a leteckou společností Lockheed Martin na podpoře výzkumu bezpilotních prostředků s vysokou manévrovatelností schopných létat v malých výškách v blízkosti překážek bez globální navigační podpory. Dohodu o vzájemné spolupráci na projektu v příštích pěti letech zástupci organizací stvrdili 17. října, za ČVUT ji podepsal rektor doc. Vojtěch Petráček. Nový letoun umožní díky metodám umělé inteligence manévry, které jsou pro lidského pilota obtížně dosažitelné. FEL při výzkumu uplatní svou kompetenci v oblasti strojového učení a automatického řízení.

(red)

foto: Petr Neugebauer, FEL

Pozornost energetice

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB) rozšířilo své aktivity o další odborný tým INTENS (Industrial Thermal Energy Systems). Zaměřuje se na vývoj a zavádění nových energeticky efektivních technologií pro průmyslovou energetiku a decentralizovanou výrobu tepla a elektřiny. Vedoucím týmu se stal Jan Špale (na snímku), který se díky Fullbright-Masarykově stipendiu věnoval této problematice i na Purdue University v USA v rámci své roční stáže. „UCEEB přináší inovativní řešení pro udržitelnou budoucnost, naší snahou je mj. snížení energetické náročnosti a efektivní využívání zdrojů. Jsem přesvědčen, že k tomuto cíli nám pomůže posunout se blíže také nově vytvořený tým INTENS," říká Robert Jára, ředitel UCEEB.

text a foto: Ing. Tereza Valentová, UCEEB

Japonský zájem o spolupráci

Dr. Yoichiro Matsumoto, poradce ministryně zahraničních věcí Japonska pro vědu a technologie, navštívil 18. října CIIRC ČVUT. Společně s dalšími zástupci Ministerstva zahraničí Japonska a Velvyslanectví Japonska v ČR jednali s ředitelem CIIRC Dr. Ondřejem Velkem a jedním z předních počítačových vědců, Dr. Josefem Šivicem. Dr. Matsumoto je emeritním profesorem Tokijské univerzity a uznávaným vědcem v oblasti strojního inženýrství a výpočetní mechaniky, mezi jeho témata patří rozvoj nových technologií, jako je umělá inteligence, a role vědeckých konzultací při přípravě státních koncepcí, tedy témata, která velmi rezonují právě na CIIRC ČVUT.

Mgr. Alena Nováková, CIIRC

foto: Jiří Ryszawy

Dostupnější léčba rakoviny

S financováním ve výši čtyř milionů eur v rámci evropského programu „MSCA Doctoral Networks" a dodatečným financováním 600 tisíci eur prostřednictvím Švýcarského státního sekretariátu pro vzdělávání, výzkum a inovace (SERI) se spouští evropský výzkumný projekt „UPright radiotherapy, Learning, Innovation, and Training" (UPLIFT), jehož cílem je vyvinout inovativní řešení pro radiační terapii s pacientem ve vzpřímené poloze – to je změna, která by mohla významně zlepšit globální přístup k pokročilým léčbám rakoviny. Na projektu spojuje Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT (FJFI) síly se 14 předními vědeckými institucemi a průmyslovými partnery z celé Evropy.

Radiační terapie je základním kamenem moderní léčby rakoviny. Konvenčně jsou pacienti léčeni v ležící poloze, zatímco paprsek je veden kolem těla, což umožňuje jeho nasměrování na cíl z jakéhokoli úhlu. Naopak projekt UPLIFT se zaměřuje na léčbu pacientů ve vzpřímené poloze, což umožňuje pacientům rotovat před pevným paprskem. Tento přístup by mohl nabídnout klinické výhody a zároveň ušetřit prostor a snížit náklady – dva klíčové faktory pro zpřístupnění pokročilých léčebných metod po celém světě. V současné době 80 procent pacientů s rakovinou žije v zemích, které mají přístup pouze k pěti procentům globální kapacity radiační terapie.

„Vzpřímená poloha pacienta může pomoci překlenout tuto mezeru a zpřístupnit moderní péči o rakovinu více pacientům po celém světě. Navíc by léčba ve vzpřímené poloze mohla zlepšit pohodlí pacienta a poskytnout anatomické a fyziologické výhody, jako je omezení pohybu těla při dýchání," vysvětluje hlavní výhody Dr. Petra Trnková, vedoucí výzkumné skupiny lékařské fyziky na FJFI.

text a foto: David Březina, FJFI

Výzkum na ČVUT: úzká spolupráce s Jižní Koreou

V rámci návštěvy korejské delegace v čele s jihokorejským prezidentem Jun Sok-jolem v České republice podepsali 20. září představitelé ČVUT několik memorand o spolupráci. Korea Institute of Energy Research (KIER) se dohodl s ČVUT na koordinaci společného výzkumu a také na oboustranné výměně vědců. Jedná se o spolupráci na poli baterií a obnovitelných zdrojů, především fotovoltaiky. Díky předchozí spolupráci s Korejci připadá kooperace podle druhého memoranda Fakultě strojní ČVUT. Třetí dokument se týká vzájemné podpory ve výzkumné činnosti v oblasti robotiky, výměny informací – sdílení know-how, vzájemných návštěv vědců či organizací konferencí a technologických seminářů, a to ve spolupráci ČVUT s Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT), Korea Electronics Technology Institute (KETI) a Korea Institute for Robot Industry Advancement (KIRIA).

(red) foto: Jiří Ryszawy

Cybersecurity Horizons 2024

Jak iniciovat nové projekty a podpořit inovaci bezpečnostních řešení? Důležitou součástí je spolupráce průmyslového světa s výzkumem v akademické sféře. Na ČVUT v Praze to bylo impulsem pro uspořádání konference Cybersecurity Horizons 2024 – inovativního fóra pro diskusi a prezentaci nových trendů v oblasti kybernetické bezpečnosti, na níž byly 26. září představeny aktuální výsledky výzkumné činnosti týmů na ČVUT a špičkových odborníků z této oblasti. Akci, která je v tomto roce inovativní novinkou, pořádala Studentská sekce IEEE při ČVUT ve spolupráci s Fakultou informačních technologií ČVUT (FIT) a Fakultou elektrotechnickou ČVUT (FEL) za podpory rektorátu ČVUT. „Kybernetická bezpečnost se vyvíjí rychlostí blesku a jedině úzká spolupráce mezi studenty, výzkumníky a průmyslem nám umožní držet krok s novými hrozbami. IEEE je hrdé, že je katalyzátorem těchto důležitých spojení, a podporuje tím vznik inovativních řešení," říká Ing. Josef Koumar, prezident studentské sekce IEEE při ČVUT.

Kromě důležitého networkingu nabídla akce také pohled do budoucnosti. Svoje aktuální výzkumné projekty a vize představili doktorandi a vědečtí pracovníci z FIT a FEL ČVUT a vysvětlili, jak jejich práce přispívá k rozvoji kybernetické bezpečnosti. „Akce nechala zástupce komerční sféry nakouknout pod pokličku práce našich doktorských studentů. Cílem bylo podpořit oblasti bezpečnostního výzkumu zajímavé pro obě strany nejdříve vzájemným seznámením se a nadšením. Následně budeme pracovat na užších možnostech spolupráce, která by našim doktorandům měla přinést možnosti efektivnějšího využití jejich času, a tedy větší úspěšnost či rychlost dosahování vědeckých výstupů," dodává Ing. Jakub Novák, proděkan FIT pro spolupráci s průmyslem.

Bc. Veronika Dvořáková, FIT

Ing. RADEK HOLÝ, Ph.D.
radek.holy@cvut.cz

prof. Ing. JIŘÍ JAKOVENKO, Ph.D.
jakovenk@fel.cvut.cz

Budoucnost je v polovodičích

Již klasik Jára Cimrman onehdy napsal, že „budoucnost je v aluminiu", ovšem dnešní trendy ukazují, že tím hlavním materiálem, který bude hýbat světem, budou polovodiče. V posledních pár letech se stalo několik klíčových událostí, které Českou republiku a potažmo i ČVUT staví do role jednoho z aktivních hráčů na poli, kde pojem polovodič má stejně klíčový význam, jako sůl ve známé pohádce.

Rozvoj polovodičového průmyslu v Evropě staví na evropské dohodě o čipech, tzv. EU Chips Act. V České republice vychází z Národní polovodičové strategie, nedávno schválené vládou ČR. Strategie má vést k vybudování stabilního a efektivního domácího výzkumného, vývojového a výrobního zázemí v oblasti polovodičů a polovodičových technologií, které by v budoucnu umožnilo předcházet krizím způsobeným výpadkem dodávek strategických technologií, včetně těch polovodičových. Dalším směrem v této oblasti je vazba na Tchaj-wan, kdy přes velmi dobré vztahy mezi politickou reprezentací ČR a Tchaj-wanu se rozvinula spolupráce, která v dnešní době nese první plody.

Z pohledu prvních konkrétních aktivit vše začalo otevřením letní školy ve vzdělávacích organizacích na Tchaj-wanu pro studenty ze zemí Evropské unie, mezi které patří i Česká republika. Této možnosti využily stovky studentů a pedagogů, kteří se v intenzivních kurzech pod vedeních zkušených lektorů věnovali návrhu integrovaných obvodů, MEMS a optoelektronice. První běh školy měl obrovský úspěch, proto navázala obdobná zimní škola. A nyní se formát ještě rozšířil o prakticky zaměřený studijní pobyt v komerčních firmách.

Aktivity ovšem pokračují i v České republice, kde letos v dubnu bylo mezi ČVUT a TSRI (Taiwan Semiconductor Research Institute) podepsáno Memorandum o spolupráci a smlouva o vzniku první zámořské pobočky tchajwanské základny pro školení mezinárodního personálu zabývajícího se vývojem čipů. Primárně se bude společné centrum zaměřovat na výzkumné aktivity v celém spektru polovodičových technologií a vytvoření pracovních týmů odborníků z tchajwanských univerzit a ČVUT. Tematicky je nosné pracoviště na Fakultě elektrotechnické, ale možnosti využijí i další fakulty: FIT, FJFI či FD. Předpokládá se i spolupráce na obsahu kurzů denního studia.

První reálnou aktivitou v této spolupráci byla Letní škola pokročilého designu integrovaných obvodů pořádaná TSRI & ČVUT, konaná v červnu v prostorách FEL ČVUT s účastí více než 40 studentů z celé Evropy. Osobnosti z významných tchajwanských univerzit, prof. Poki Chen (NTUST) a prof. Lih-Yeh Chiou (NCKU), studenty seznámily s metodami návrhu analogových a digitálních obvodů, studenti si poté v rámci cvičení postupně pod vedením zkušených tchajwanských lektorů navrhovali svůj vlastní integrovaný obvod. V současném zimním semestru má na FEL prof. Chen jako hostující profesor otevřený celosemestrální předmět Analog Integrated Circuit Design, který navštěvuje přes dvacet magisterských studentů.

Další aktivitou spojenou s Tchaj-wanem a polovodiči je naše účast v projektu aliancí univerzit, kdy na TW straně se jedná o UAAT (University Academic Alliance in Taiwan), která zaštiťuje dvanáct tamních nejvýznamnějších univerzit. Pro rok 2024 bylo připraveno několik projektů, které prošly kladným hodnocením a otevírají možnosti další mobility studentů a vědeckých pracovníků nebo zapojení do výzkumu.

V polovině října bylo v prostorách Cyber Security Hub v Brně otevřeno Centrum pro pokročilý návrh a výzkum čipových technologií ACDRC (Advanced Chip Design and Research Center), které je jedním z pilířů plánu 2022–2026 Taiwan-Czech Democratic Partners Supply Chain Resilience and Capacity Building Cooperation Plan. Na české straně je projekt realizovaný třemi českými univerzitami – Vysokým učením technickým v Brně, Českým vysokým učením technickým v Praze a Masarykovou univerzitou. Cílem je vzdělávat nové odborníky v oblasti návrhu integrovaných obvodů a polovodičů a podpořit inovace a výzkum v polovodičovém průmyslu s využitím v oblastech, jako jsou zejména kyberbezpečnost, automobilový průmysl, energetika, biomedicína a telekomunikace.

Naše aktivity ale nesměřují pouze k Tchaj-wanu. V září bylo podepsáno memorandum o spolupráci mezi ČVUT, VUT a Západočeskou univerzitou, které má za cíl posílit vzájemnou spolupráci akademických institucí v oblasti polovodičových aplikací, a to včetně vytváření nových studijních programů, předmětů či modulů pro naše studenty, což dovolí i novela vysokoškolského zákona.

V České republice je polovodičový ekosystém reprezentován Českým národním polovodičovým klastrem sdružujícím nejvýznamnější podniky a instituce včetně univerzit, které tento technologický řetězec pokrývají. Pro rozvoj tohoto ekosystému a o jeho propojení na evropskou síť spolupráce v oblasti polovodičů se buduje Národní kompetenční centrum pro polovodiče, které bude podporovat cíle „Chips for Europe", prvního pilíře evropského zákona o čipech (ChipsAct). Centrum zapojí naši zemi do vznikající evropské sítě kompetenčních center. V souladu s nedávno schválenou Národní polovodičovou strategií připravilo konsorcium univerzit, podniků, polovodičového clusteru a inovační agentury koncept českého národního kompetenčního centra pro polovodiče (CSC), jehož projekt byl Evropskou komisí 19. listopadu 2024 úspěšně schválen. Za

projektem Národního kompetenčního centra stojí dvě přední technické univerzity v zemi, ČVUT a VUT, a společnosti onsemi, Codasip, Český národní polovodičový klastr a inovační agentura JIC.

Připravují se i další evropské projekty, jako je DECiDE, který už ve svém názvu „Democratizing European Chip Innovation and Design Ecosystem" spojuje stávající infrastrukturu polovodičového průmyslu s inovacemi v oblasti návrhu integrovaných obvodů. Hlavním koordinátorem projektu je IMEC, technologické centrum inovací v polovodičových technologiích z belgické Lovaně. Partneři projektu, ČVUT, Technická univerzita Eindhoven, univerzita v Tampere ve Finsku společně s dalšími komerčními a vědeckými institucemi si kladou za cíl vytvořit virtuální designovou platformu pro tzv. demokratizaci evropského přístupu k pokročilým polovodičovým technologiím. Tato platforma bude podporovat inovace a konkurenceschopnost evropských startupů, malých a středních podniků a výzkumných institucí. Díky integraci Design Enablement Teams (DETs) nabídne přizpůsobený přístup podpory k nástrojům Electronic Design Automation (EDA), duševnímu vlastnictví (IP) a pilotním technologickým výrobním linkám, které Evropě pomohou rychle zavést další generaci polovodičových technologií do praxe. Cílem projektu DECiDE je růst evropského podílu na trhu s polovodiči, zejména ve fabless sektoru, a klade si za cíl zvrátit tento trend rozšířením počtu evropských fabless společností. Jednotná platforma sníží překážky pro vstupy malých a středních podniků a startupů tím, že sníží náklady spojené s nástroji EDA a IP, umožňující těmto společnostem inovovat a růst. DECiDE poskytne přednostní přístup k pokročilým polovodičovým technologiím ve snaze posílit vedoucí postavení Evropy v globálním polovodičovém prostoru. Kromě ekonomického růstu přispěje DECiDE k udržitelnosti životního prostředí podporou designu energeticky efektivních čipů v souladu s evropskou zelenou dohodou. Podpoří to nejen rozvoj eco-friendly technologií, ale zároveň se bude snažit řešit závislost Evropy na neevropských technologiích. Vybudováním robustního ekosystému návrhu polovodičů DECiDE zajistí, že Evropa může konkurovat na globálním trhu a udržet si technologickou svrchovanost.

Položením základního kamene nové TSMC pobočky v Drážďanech 20. srpna začala pro střední Evropu nová éra v oblasti investic do polovodičových technologií. Vzhledem k výše uvedeným krokům jsou na to Česká republika i ČVUT dobře připraveny.

autoři: Radek Holý a Jiří Jakovenko
foto: Jiří Ryszawy

Setkání tchajwanských poslankyň a poslanců v čele s místopředsedou parlamentu Chiangem Chi-Chenem, zástupců firmy TSRI (Taiwan Semiconductor Research Institute) vedených ředitelem Hou Tuo-Hungem a představitelů ČVUT v Praze se uskutečnilo 22. července 2024. Cílem bylo ukázat tchajwanským zákonodárcům tréninkové centrum vývoje čipů a polovodičů se sídlem právě na ČVUT, které vzniká ve spolupráci univerzity a TSRI.

MSV Brno

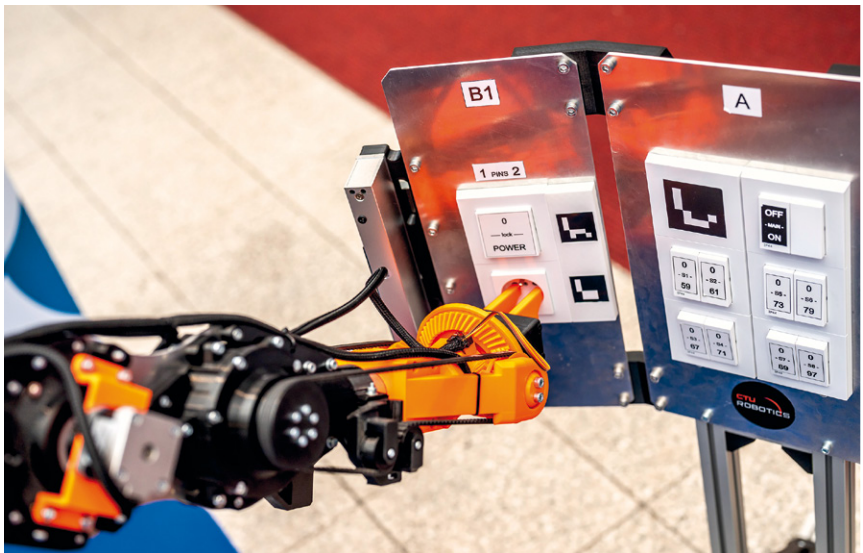
Atraktivní prezentace novinek strojařů z ČVUT zaujala

Příklady z konstrukce strojů a přístrojů, výrobní technologie a managementu, energetiky a environmentálního inženýrství, robotiky, mechatroniky a Průmyslu 4.0 a spoustu dalšího prezentovala ve dnech 8. až 11. října na letošním Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně Fakulta strojní ČVUT. Svoji expozici na veletrhu mělo Národní centrum Průmyslu 4.0 /CIIRC ČVUT.

Ve fakultní expozici dominoval plochodrážní motocykl vyvinutý společně s firmou ESO Speedway Factory. Výsledkem vývoje jsou zlepšené vlastnosti pro okruhové závody a nový funkční design. Vývoj v oblasti výrobních technologií dokumentoval prototyp systému pro optickou analýzu poškození při výrobě ozubení s využitím strojového učení pro Škoda Auto. Výzkum a vzdělávání odborníků pro jadernou energetiku demonstroval projekt virtuální jaderné elektrárny Cenelín a fúzního reaktoru Fúzelín, který pomocí virtuální reality umožňuje prohlídku jednotlivých částí reaktorů. Získávání a využívání dat pro automatický chod strojů předváděli odborníci z Ústavu přístrojové a řídicí techniky prostřednictvím aplikace simulačního programu s daty ze senzorů použitelných na autonomních vozidlech a robotech. Matematické modelování fakulta prezentovala prostřednictvím biotechnických aplikací při výzkumu a vývoji kosterních náhrad. Na vývoji a testování nových implantátů spolupracuje Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky s předními lékaři v oboru. Znalosti z dopravní techniky předvedli studenti vlastní formulí a návštěvníkům vysvětlovali, jak při konstrukci nových modelů využívají studijní znalosti a zkušenosti sdílené s odborníky z praxe. Dalšími ukázkami výsledků tvůrčí práce studentů byla soutěžní raketa týmu CTU Space Research a funkční model vesmírného roveru s robotickou rukou pro pohyb na Marsu týmu CTU Robotics.

Mimořádnou pozornost věnovali expozici Fakulty strojní nejen návštěvníci, ale celá řada významných osobností. Přišli ji ocenit představitelé Svazu slovenských vědeckotechnických společností. Jeho prezident prof. Ing. Dušan Petráš, Ph.D., fakultě předal cenu „Za nejlepší vědecko-technickou prezentaci na MSV 2024“. Sněmu Svazu průmyslu ČR se zúčastnil děkan FS doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc., a Ing. Libor Beránek, Ph.D., zástupce proděkana pro spolupráci s průmyslem. Odpoledne stánek navštívila vládní delegace v čele s premiérem Petrem Fialou a vedoucí funkcionáři Asociace malých a středních podniků a živnostníků. Největší pozornost věnovali výsledkům projektů studentských tvůrčích týmů a virtuální jaderné elektrárně Cenelín. Velkým překvapením byla návštěva prezidenta České republiky Petra Pavla.

PhDr. Ladislav Lašek, FS
foto: Jiří Ryszawy



3DEXPO
ADMASYS
ČVUT
FS
FAKULTA STROJNÍ ČVUT V PRAZE
1864–2024
Za každým strojem je lidský příběh
Člověk v centru pozornosti
Matematické modelování v technice
Partneři

prof. Ing. IGOR JEX, DrSc.
igor.jex@fjfi.cvut.cz

„Exotické“ technologie míří do praktického života

Využití kvantových počítačů na ČVUT

Svět kolem nás se neustále mění, zrychluje sled svých událostí a zkracuje délku každé z nich. Velkou zásluhu na této miniaturizaci našeho denního života mají moderní technologie ve všech svých fazetách. Každý z nás je schopen vyjmenovat celu řadu takových aplikací bez toho, abychom co jenom tušili, co je jejich podstatou. V posledních letech je jednou z oblastí nacházejících svou cestu k uživateli široká paleta řešení označovaných jako kvantové technologie. Použití přívlastku kvantové okamžitě zaujme, protože běžný uživatel si pamatuje kvantovou mechaniku jako fyzikální teorii s velice exotickými, skoro esoterickými vlastnostmi. I díky tomuto odstupu může být neočekávané, že tyto technologie pronikají do mnoha aplikačních oblastí a v důsledku toho i do praktického života.

Kvantové technologie mají několik základních oblastí, kde se očekává brzké rozsáhlejší nasazení. Studují, řeší a navrhují průlomová řešení. Zásadními směry jsou kvantové počítání, kvantové simulace, kvantová komunikace a kvantová senzorika. Příspěvky do těchto oblastí pochází z několika disciplín fyziky jako například kvantové mechaniky, elektrodynamiky či teorie pevných látek. Důležité a vlastně klíčové je napojení na další obory, zvláště informatiku.

Při pohledu do světa je v této oblasti zřetelná výrazná expanze aktivit směrem k aplikacím a zakládání malých technologických firem s cílem usídlit se na trhu kvantových technologií a uvádět nejnovější řešení na trh. Příkladů je mnoho. Můžeme začít kvantovým počítáním. Ohledně kvantových počítačů jsou známé firmy jako IBM, Google Quantum AI, Amazon, Microsoft nebo D-wave. Nabízejí zařízení i služby s jasným cílem zajistit integraci kvantových řešení do vědecké a technologické praxe jako nástroj denní technické potřeby. Fyzické platformy jednotlivých poskytovatelů se liší, je ale viditelná snaha o postupnou integraci a standardizaci nástrojů potřebných na práci s těmito počítači.

Použití kvantových počítačů na ČVUT má za sebou několikaletou historii spojenou s obecnější strategií školy nejenom sledovat, ale i rozvíjet nejmodernější trendy a technologie. V tomto směru je nezastupitelná spolupráce s IBM ČR a jejich týmem, která má několik aspektů, jež se navzájem doplňují a vzájemně obohacují.

V současnosti snad nejdůležitějším je využití kvantového počítače firmy IBM. Tato komplexní služba je využívána v několika směrem, a to ve vědecké a vzdělávací činnosti i v oblasti propagace směrem k technologickým firmám a dalším institucím, a to doma i v zahraničí.

V průběhu letošního roku byla na kvantovém počítači řešena řada vědeckých problémů a ověřovány nápady, které k praktickému využití mohou rychle vést. Řešené problémy také ilustrují bohatost aplikací kvantového počítání jako oblasti zajímavé pro informatiku. V termínech matematických metod se v rámci realizovaných nebo řešených projektů použily zobecněné metody optimalizace, strojového učení, zobecněné variační metody nebo simulace (kvantových systémů). Cílem těchto projektů bylo například nalezení strategií detekce škodlivého počítačového kódu, detekce patologií na základě malého datového vzorku, kvalifikovaný odhad nebo nalezení základního stavu kvantového systému (aplikovatelný pro širokou oblast kvantové chemie a také návrhu senzorů detektorů velice slabých polí), kvantový transport nebo studium komunikačních vlastností soustav složených z kvantových systémů (jako například možný kvantový internet). Ve všech studovaných případech bylo dosaženo řady výsledků velice cenných pro další rozvoj kvantových technologií na naší škole. Řada výsledků je nových, vědecky a technologicky relevantních a budou publikovány v odborných publikacích.

Klíčovou aktivitou spojenou s využitím kvantového počítače je získání, rozvoj a transfer kompetencí v této oblasti směrem ke studentům a zájemcům ze strany našich technologických partnerů. Na většině našich projektů pracují studenti ve všech fázích studia. Jsou zastoupeni studenti bakalářského, magisterského a doktorského programu a výsledky jsou integrální součástí jejich kvalifikačních prací. Kromě této oblasti je kvantový počítač využíván pro kurzy vzdělávání a pravidelnou výuku kvantového programování. Aktivity v této oblasti jsou sledovány řadou univerzitních součástí, zvláště na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské, Fakultě elektrotechnické, Fakultě informačních technologií a Fakultě strojní ČVUT.

Pro určení úrovně našich aktivit v této oblasti máme k dispozici několik událostí a akcí. V průběhu posledního roku se naši studenti účastnili několika tzv. kvantových hackathonů. Jednu akci organizovalo ČVUT (ve spolupráci s Czechinvestem a IBM) koncem června za účasti přes 40 studentů. Úroveň

v mezinárodním kontextu jsme měli možnost srovnat na dvou akcích organizovaných National University of Taiwan (NTU, 19.–21. 8. 2024). ČVUT se jich účastnilo už podruhé, s podobně výrazným úspěchem (2. a 3. místo a technologická cena). Punc mezinárodnosti toto setkání drží díky účastníkům z Japonska, Jižní Koreje, Singapuru a dalších zemí této části světa. Vlastně jsme byli akceptování do spolku kvantových jihoasijských zemí.

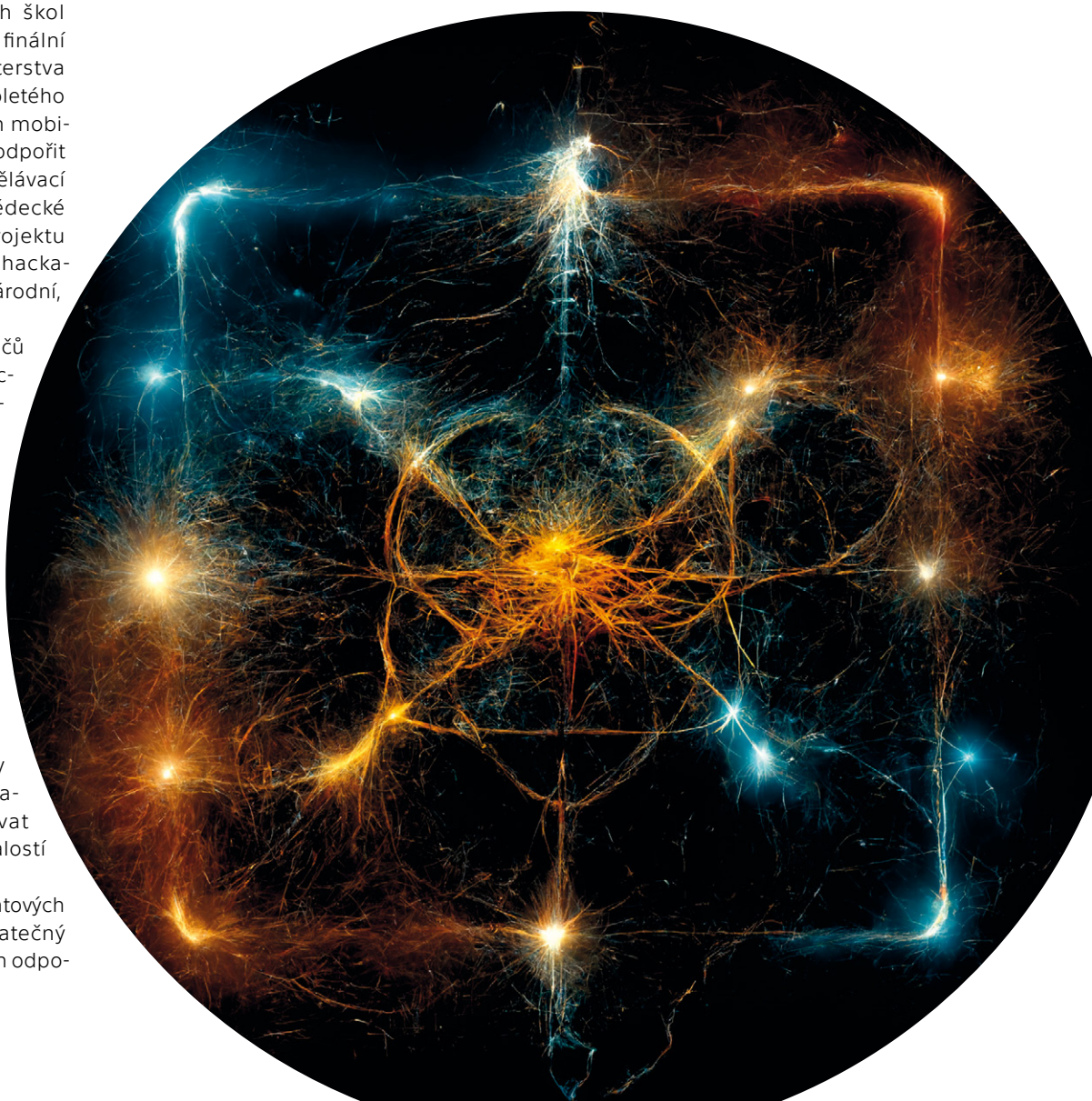
V přímé návaznosti na tyto aktivity se rozvíjí i další spolupráce s akademickými a neakademickými institucemi. Návštěvy našich týmů na hackathon na Tchaj-wanu vedly k vědeckým kontaktům na NTU a podání společného mobilitního projektu. Z tchajwanské strany jsou partneři NTU a NCKU (National Cheng-Kung University). Projekt byl vybrán k realizaci tchajwanskou aliancí vysokých škol a momentálně čekáme na finální potvrzení ze strany ministerstva školství. Cílem tohoto jednoletého projektu je prostřednictvím mobility studentů a pedagogů podpořit vzájemnou spolupráci, vzdělávací aktivity a pokračovat ve vědecké spolupráci. Díky tomuto projektu může být ČVUT quantum hackathon 2025 ještě více mezinárodní, než byl v roce 2024.

Využití kvantových počítačů není omezeno na akademickou sféru. V průběhu minulého roku byl kvantový počítač využíván i v rámci projektu společně řešeného s BDr (Bundesdesdruckerei – Spolková tiskárna cenin, SRN). Tady měl zajímavou roli testovacího objektu simulujícího reálné kvantové prostředí. Je pravděpodobné očekávat, že analogické projekty jsou zajímavé pro další subjekty a skupiny na ČVUT jsou připraveny takovou spolupráci realizovat s vysokou kompetencí a znalostí věci.

Pro praktické využití kvantových technologií je klíčový dostatečný počet odborníků vybavených odpovídajícími znalostmi. Tomuto cíli slouží několik dalších aktivit na ČVUT. Na FJFI jsou k dispozici studijní programy Kvantové technologie, a to na všech stupních vzdělávání. K této nabídce se přidává další magisterský program, a to Kvantová informatika. Ve spolupráci čtyř fakult ČVUT (FJFI, FIT, FEL a FS) byl připraven a prostřednictvím FIT podán projekt Kvantové informatiky. Na rozdíl od ostatních, blízkých programů na ČVUT, je tady důraz kladen na informatiku. Autoři projektu jsou přesvědčeni, že tato oblast bude klíčová pro prosazení kvantových technologií v praxi. Program je teď ve fázi schvalování a měl by být otevřen studentům nejdříve příští rok.

Další výraznou aktivitou v oblasti kvantových technologií je účast ČVUT v konsorciu CZ.QCI koordinovaného CSH Brno. Cílem projektu je vybudování páteřní kvantové komunikační infrastruktury v ČR. Na ČVUT se v přímé návaznosti na tento projekt buduje komunikační polygon. V současnosti probíhají výběrová řízení na několik komunikačních zařízení, která doplní už existující infrastrukturu spojující Dejvice (FEL, FIT) a Staré Město (FJFI). ČVUT tak bude mít k dispozici poměrně unikátní centrum (kvantový polygon) pro výzkum, testování a vzdělávání v této oblasti. Bylo by vhodné, aby se Česká republika jako celek přidala k druhé fázi budování celoevropské infrastruktury v rámci výzvy CEF. Pak bychom měli k dispozici nejenom síť založenou na optických vláknech, ale mířili bychom i ke hvězdám.

autor: Igor Jex,
celouniverzitní koordinátor
kvantových technologií
ilustrace: Midjourney /
Jan Kadeřábek



doc. RNDr. VOJTĚCH PETRÁČEK, CSc.
rektor@cvut.cz

Daleko víc nevidíme, než vidíme, a daleko víc věcem nerozumíme, než rozumíme…

Nejen o vědě na ČVUT hovoříme s rektorem doc. RNDr. Vojtěchem Petráčkem, CSc.

Má ČVUT hodně úspěšných vědeckých týmů? A které z nich byste označil za excelentní?
Univerzita má celou řadu úspěšných vědeckých týmů, a to na všech svých fakultách a vysokoškolských ústavech. Je těžké vybrat jejich zástupce, které bych zdůraznil, nerad bych zapomněl na některou z úspěšných cest našeho výzkumu. Ale pokud se dívám na ohlas na práci našich vědců a výzkumníků ve světě – ať už v oblasti publikační, nebo společenské relevance, tak mohu uvést několik příkladů. V přírodních vědách jsou bezpochyby mezi excelentními týmy naši kvantoví fyzici a informatici, týmy pracující v oblasti částicové a jaderné fyziky, týmy rozvíjející fúzní i štěpnou jadernou technologii a také kolektivy pracující v oblasti laserů, čipové technologii a materiálovém výzkumu. V matematicko-informatické sféře máme řadu excelentních týmů v rozvoji a uplatnění umělé inteligence, robotiky, v řízení průmyslové výroby nebo v aplikacích umělé inteligence, například v biomedicínském inženýrství. Ve strojírenství máme bezpochyby špičkové týmy, zabývající se spalovacími motory a obecně automotive, a také ve vývoji leteckých motorů. V udržitelnosti zase skvěle fungují týmy UCEEB. Tak bychom mohli pokračovat dále, ale berme tento výčet jen jako příklady.

ČVUT má spoustu ocenění za vědu a výzkum, a to i v mezinárodním prostředí. Co brání tomu, aby takto úspěšných projektů bylo ještě víc?
Rozvoj úspěšných projektů závisí na řadě faktorů. Pro vznik nových excelentních oblastí je třeba samozřejmě dlouhodobá strategická podpora potřebných oborů, vytvoření podmínek pro práci týmů, získání odborníků do týmu – zejména těch mezinárodních, vytvoření potřebné infrastruktury a samozřejmě zajištění dlouhodobě stabilní finanční podpory rozvoje takového oboru. Finanční podpora na počátku musí být vyšší po dobu, kdy se tým etabluje a získává granty. Je velmi důležité mít pro strategické obory vysokou míru stabilního a kompetitivního financování ze strany instituce. Grantový systém s existující úrovní úspěšnosti však vyžaduje od týmů příliš energie pro přípravu a správu grantových dotací.
Pokud se zdaří naplnit uvedené podmínky, lze během několika let vybudovat další excelentní týmy. Je k tomu ale potřeba strategické plánování.

Jste v čele univerzity sedmým rokem. Jak se za tuto dobu proměnila věda na ČVUT, co byste označil za velký posun?
Během uplynulých sedmi let se podařilo mnoho věcí. Opět asi nebudu jmenovat všechny, ale myslím, že je třeba zmínit následující. Velice dobře jsme uspěli ve velkých projektech programu OP VVV, které financovaly vědecké aktivity v oblasti přírodních věd, umělé inteligence, robotiky nebo vývoje leteckých motorů. Plně se rozběhl provoz v Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky, vysokoškolského ústavu ČVUT. Byla vybudována infrastruktura robotických testbedů, výpočetní superpočítač pro AI, druhý školní jaderný reaktor, nanolaboratoř, nová pracoviště elektronové mikroskopie, kvantové kryptografie a celá řada dalších laboratoří. Naši doktorandi mají šanci se účastnit výzkumu v těchto moderních laboratořích a v infrastrukturách našich i mezinárodních. Během sedmi let mé práce v čele univerzity jsem zavedl centrální program podpory postdoktorandů na fakultách a ústavech a tento program přináší ročně několik desítek šikovných absolventů doktorského studia do našich výzkumných týmů. Nyní připravujeme i zlepšení podpory našich současných doktorandů. Jsem rád, že po letech práce se zdá, že součásti ČVUT spolu daleko více a ochotněji spolupracují, což přináší lepší využití našeho potenciálu a také možnost řešení multidisciplinárních problémů – které je velmi žádáno. Mám radost, že se takto naplnil jeden z cílů, které jsem si na počátku rektorování vytknul.

Sledujete projekty, v nichž se vědci na ČVUT věnují zkoumání vesmíru? Některé z nich představujeme v tomto čísle TecniCallu, a je to velmi zajímavé čtení…
Ano, sleduji – a rád. Mimo ČVUT plním také roli předsedy výboru pro vědecké aktivity při meziresortní komisi pro koordinaci kosmických aktivit na Ministerstvu dopravy České republiky. Tam vidím celé spektrum toho, co se v oblasti kosmické vědy a aplikací odehrává, i jak je široká aktivita ČVUT. Kosmický výzkum je oblastí, kde se projekty řeší konsorciálně. Naše týmy se hojně do takových projektů zapojují, což dokládají i zajímavé příklady prezentované v tomto vydání TecniCallu. Projekty,

doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc., rektor ČVUT (od roku 2018)

Vojtěch Petráček si za svou kariéru prošel mnoha významnými institucemi včetně těch zahraničních, roku 2004 přešel na Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT, kde se v roce 2007 stal docentem. Na fakultě vyučuje experimentální fyziku, relativistickou fyziku těžkých iontů a subatomovou fyziku, rovněž je garantem zaměření Experimentální jaderná fyzika. Vede vědecký tým pracující v experimentech ALICE, CBM a AEGIS. V rámci experimentu ALICE byl za návrh a realizaci lineárního křemíkového driftového detektoru (SDD) v roce 1998 oceněn Cenou AV ČR pro mladé vědecké pracovníky. Za činnost v oblasti detektorů také získal dvakrát Cenu rektora ČVUT. Hlavními obory jeho zájmu je fyzika ultrarelativistických jaderných srážek a částicová fyzika, jejichž experimentální a teoretické aspekty se v rámci výzkumu na FJFI ČVUT snaží spolu se studenty a kolegy propojit. Od roku 2010 do roku 2015 byl prorektorem pro vědu a výzkum na ČVUT v Praze.

které jsem sledoval zblízka, jsou například detektory částic na družicích, manipulační robotická ramena nebo aktivity v oblasti X-ray astronomie.

Před časem jste spolu s kolegy byl u vzniku Centra pokročilých aplikovaných přírodních věd, které propojuje výzkum v oblasti přírodních věd – počínaje částicovou fyzikou přes fyziku laserů a materiálovou fyzikou až po technologii detektorů a sensorů a několik dalších oblastí. Můžete se už pochlubit prvními konkrétními výsledky?
Centrum pokročilých aplikovaných přírodních věd bylo jedním z úspěšných projektů programu OP VVV. Propojilo v multidisciplinární spolupráci týmy řady fakult – pokrylo a propojilo řadu oblastí excelentního výzkumu na ČVUT. Projekt splnil cíle, které si vytyčil – zejména v oblasti publikací, ale i v oblasti propojení mezi obory a vytvoření společných týmů. Výsledků a výstupů je opravdu velké množství a zde je nemůžeme vyjmenovat a vysvětlit. Pro mne je ale moc důležité, že kromě všech publikací vznikla lidská propojení napříč ČVUT, že vznikaly společné nápady a hledala se společná řešení, a dokonce se propojilo i umění s vědou. Když teď vidím, že na základě týmů a partnerství vzniklých v tomto centru vznikly nové spolupráce – například v oblasti kvantové informatiky, tak mne to těší. Projekt, který jsem sestavil, ale jako rektor už nemohl plně vést, se nám podařil.

S tím souvisí i nové aktivity, kdy ve spolupráci s Tchaj-wanem a dalšími zeměmi ČVUT úspěšně vstupuje do oblasti kvantových technologií a polovodičů, tuto spolupráci prezentujeme v úvodu tohoto vydání TecniCallu. Chystáte i další takové velké projekty, které mají výrazný potenciál do budoucnosti?
Naše nové aktivity s Tchaj-wanem se soustřeďují v oblasti technologie mikročipů. Budujeme společný výzkumný projekt, který rovněž bude přispívat k tomu, že se u nás bude možné naučit technologie tchajwanské polovodičové výroby. To je velmi důležitý faktor pro inovace vyvíjené v rámci ČVUT, ale také pro celou Českou republiku a Evropskou unii. Vývoj a produkce čipů je pro Evropu jedním ze strategických témat a my se k němu snažíme přispívat co největším dílem. Další strategickou oblastí, která se prudce rozvíjí, jsou kvantové výpočty. ČVUT vstoupilo do spolupráce s IBM a využívá jejich kvantové počítače a zároveň vytvořilo hub pro další univerzity, které v této oblasti chtějí působit a tyto nejpokročilejší počítače využívat. Potenciál budoucího propojení kvantových počítačů s AI je nedozírný a my u toho chceme a musíme být.

Další oblastí s perspektivním využitím výzkumu v praxi je spolupráce s obrannými a bezpečnostními složkami, především s Armádou České republiky, kde kooperace může být přínosná v rámci postupné obměny armádní techniky a technologií pro soudobá i budoucí potenciální bojiště. Můžete uvést oblasti tohoto výzkumu či konkrétní projekty?
ČVUT rozvíjí strukturovaný dialog s armádou a dalšími bezpečnostními složkami. V rámci něho jsme definovali průnik mezi strategickými potřebami těchto složek a možnostmi našich odborných týmů je řešit. Spolupráce na řešení řady problémů se již rozběhla. Jsme rovněž zapojeni ve zmíněných programech obměny technického vybavení našich ozbrojených složek. Jistě ale pochopíte, že o konkrétních projektech a jejich obsahu nemohu na tomto místě hovořit. Rád bych ale řekl, že ČVUT se snaží co nejlépe využít své expertízy k posílení bezpečnosti ČR, EU a NATO. Rozběhnout spolupráci v této oblasti trvalo řadu let a jsem rád, že je to další z cílů, které jsem si kdysi vytyčil a daří se je naplnit.

Jak úspěšně se rozvíjí spolupráce akademické vědy s průmyslem? Rodí se tu originální řešení, která přinášejí užitek nejen firmám a celé společnosti, ale i samotné škole?

Velice dobře jsme uspěli ve velkých projektech programu OP VVV, které financovaly vědecké aktivity v oblasti přírodních věd, umělé inteligence, robotiky nebo vývoje leteckých motorů. Plně se rozběhl provoz v Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky, vysokoškolského ústavu ČVUT. Byla vybudována infrastruktura robotických testbedů, výpočetní superpočítač pro AI, druhý školní jaderný reaktor, nanolaboratoř, nová pracoviště elektronové mikroskopie, kvantové kryptografie a celá řada dalších laboratoří.

Toto je opět velmi široká oblast. ČVUT je v objemu spolupráce s průmyslem jedničkou mezi českými univerzitami – ať uvážíme objem výzkumu na zakázku, kolaborativního výzkumu nebo objem grantů Technologické agentury ČR. Naše fakulty i výzkumné ústavy jsou v tomto směru opravdu velmi aktivní. ČVUT také působí jako hub zprostředkující firmám znalosti v oblasti digitalizace nebo Průmyslu 4.0. Univerzita je zapojena v celé řadě center kompetence. Myslím, že ČVUT se daří skrze tyto formy spolupráce velmi výrazně utvářet společensky relevantní výstupy. Do budoucna chceme tuto oblast dále rozvíjet a vytvářet i chytré koalice průmyslu, které by podporovaly některé strategické směry výzkumu a také technické a přírodovědné vzdělávání.

Daří se propojovat univerzitní týmy nejen s velkými společnostmi, jako je Škoda, Siemens či Honeywell, nebo i s malými a středními firmami?
Univerzitní týmy jsou propojeny s celým spektrem firem – od těch největších, až po startupy a malé a střední firmy. A kolem ČVUT roste i klastr našich spin-off a startupových firem vytvářených našimi studenty a pracovníky.

Jak velké je zapojení studentů?
Myslím, že naši studenti se intenzivně podílejí na výzkumné činnosti s a pro firmy. Je to pro ně výborná škola kolaborace ve velkých týmech a zkušenost s tím, jak funguje svět byznysu, do kterého po dokončení studia vstoupí. Řada studentů se pouští sama do podnikatelských aktivit nebo mají nápady vztahující se ke komercializaci. Těm se snažíme na rektorátě pomoci a provést je úskalími cesty od nápadu k produktu a firmě, aby zbytečně neztráceli energii cestou pokusů a omylů.

Projevuje se tato oblast i v mezinárodních žebříčcích, které hodnotí jednotlivé univerzity?
Mezinárodní žebříčky jsou velmi ošidná disciplína. Mnohé mají dost netransparentní metody hodnocení, mnohé mají kritéria, která mají z hlediska vnímání kvality pro nás jinou váhu než pro ně. Proto jsou některé žebříčky velmi obtížně interpretovatelné.
Pokud jde o průmyslovou spolupráci, projevuje se někdy přímo, někdy nepřímo. Nepřímo například při peer hodnocení univerzity odborníky z praxe. Této vazbě se maximálně věnujeme, ale odezva firem na dotaz na univerzitu je velmi nepředvídatelná, protože dotaz probíhá přímo z rankingové agentury a nemusí se propojit znalost o spolupráci s tím, kdo odpovídá.

Vaší osobní vědeckou specializací je experimentální jaderná fyzika, hlavními obory vašeho zájmu je fyzika ultra-relativistických jaderných srážek a částicová fyzika, podílíte se na vývoji detektorů... Je váš výzkum zaměřen více na svět na Zemi, který je nám blízký, nebo míříte i k tomu, aby vědci co nejvíce poznali vesmír a jeho zákonitosti?
Já jsem vlastně celou svoji odbornou kariéru spojil se studiem srážek těžkých jader na urychlovačích. Při vysokých energií jader vzniká v místě srážky hmota ve skupenství podobném hmotě mladého vesmíru přibližně po mikrosekundě jeho existence. Když dnes v TecniCallu píšeme o zkoumání vesmíru, říkám si, jak blízko je ta moje oblast zájmu k tomu, co teď v kosmu sledujeme a jak chápeme jeho funkci. Velké je dokonale propojeno s malým... Ať už jsme sledovali produkci částic, jejich vlastnosti, uspořádání a stabilitu horké hmoty, její expanzi a vzájemné působení, vždy vidím krásné souvislosti s chováním makrokosmu.
Země je tak nějak uprostřed škály velikostí mezi mikrosvětem elementárních částic a makrosvětem vesmíru. I když mnoha věcem ze základní skládanky LEGA hmoty už rozumíme a dovedeme si představit, jak podle ní fungují i věci velké, pořád je před námi celý oceán toho, co neznáme a nedovedeme spočítat a pochopit. A to mě na fyzice baví!
Na Zemi žijící tvorové mají své vědomí – asi nejkomplexnější projev hmoty, který známe, používáme a také nechápeme. Myslím, že do budoucna bych se chtěl věnovat právě tomu, abychom pochopili, jak funguje vědomí. Už jsem v téhle oblasti pár let strávil a myslím, že se k ní opět vrátím, až budu mít více času.

Který vědecký objev či počin spadající do oblasti výzkumu vesmíru z poslední doby vás osobně zaujal a proč?
Vlastně každou chvíli čtu o objevech, které jsou velmi zajímavé a vyvolávají spousty otázek... Třeba přímé pozorování černých děr nebo supermasivní černé díry a jejich chování, nebo to, jak vznikaly galaxie a jak rotují – což ukazuje na existenci temné hmoty či temné energie. Často jsme konfrontováni s tím, že toho daleko víc nevidíme, než vidíme, že daleko víc věcem nerozumíme, než rozumíme... Třeba u temné hmoty a energie my vlastně nevidíme nějakých 95 procent hmoty a energie vesmíru a vlastně vůbec nevíme, o co jde.
Myslím, že tohle je dobrý příklad na závěr našeho rozhovoru. Myslím, že bychom si měli uvědomit, že většině věcí zatím nerozumíme a nedovedeme je vyčíslit, popsat a předpovědět. To platí nejen v přírodě, ale i ve společnosti. Myslím, že by nás toto mělo vést k pokoře a k pochopení, že ne vše mohu ovládnout a pochopit, ale i přesto se dá dobře a v míru spolu žít a spolupracovat.

Vladimíra Kučerová
foto: Jiří Ryszawy

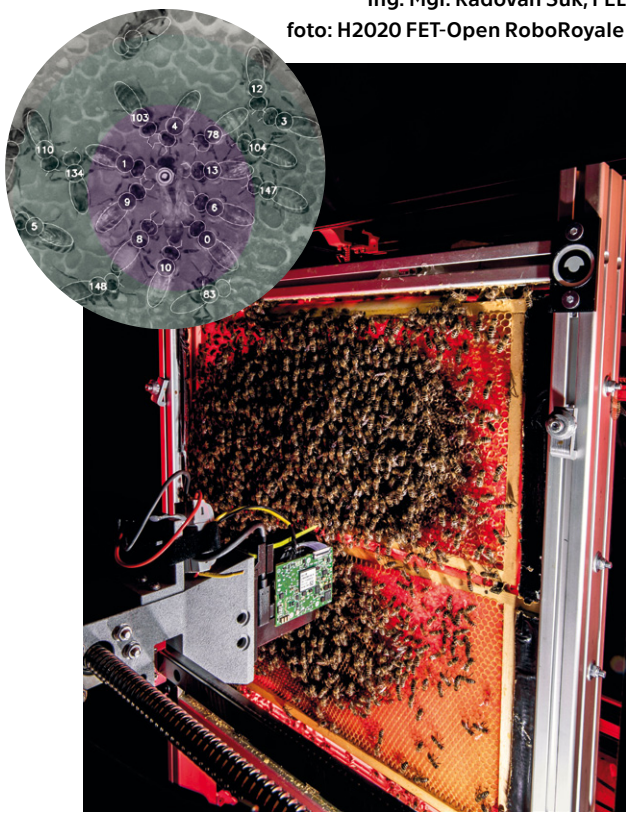
Roboti v úle sledují chování včel

Autonomní roboti řízení umělou inteligencí nabídli dosud nevídaný pohled do nitra včelí kolonie. Zblízka pomocí kamer sledují královnu s její družinou a generují velké soubory dat pro analýzu včelího chování. Vědci z Centra umělé inteligence Fakulty elektrotechnické ČVUT s kolegy z Rakouska, Velké Británie a Turecka vyvinuli průlomovou technologii pro výzkum chování sociálního hmyzu. Jejich autonomní roboti, umístění ve výzkumném zařízení pro včely medonosné na univerzitě ve Štýrském Hradci, generují každý den 1400 GB dat. Ta obsahují snímky včelí královny a její interakce s dělnicemi. Vše probíhá nepřetržitě v reálném čase ve vysokém rozlišení. Robotický systém snímky automaticky analyzuje a měří řadu veličin charakterizujících činnost královny a zdraví včelstva.

V novém článku „Autonomous tracking of honeybee behaviors over long-term periods with cooperating robots", publikovaném v renomovaném časopise Science Robotics, Jiří Ulrich a jeho spoluautoři představují svůj výzkum: „Kromě sledování pohybu královny a dělnic měří robotický systém také celkovou populaci úlu a sleduje počet nakladených vajíček," vysvětluje Jiří Ulrich, doktorand z Centra umělé inteligence Fakulty elektrotechnické ČVUT.

Nový robotický systém poprvé umožnil takto přesný, dlouhodobý a nepřetržitý sběr relevantních dat o včelí kolonii. Všestrannost tohoto zařízení vědci dokazují na příkladu 23 různých parametrů, které systém ze snímků dokáže získávat, a zdůrazňují, že v průběhu projektu „RoboRoyale" budou přibývat další analýzy. Mezinárodní tým složený z výzkumníků FEL ČVUT, Durhamské univerzity, Univerzity Štýrský Hradec a Středovýchodní technické univerzity v Ankaře ukázal, že inteligentní roboti mění pravidla hry ve výzkumu chování hmyzu a ekologie.

Ing. Mgr. Radovan Suk, FEL
foto: H2020 FET-Open RoboRoyale



CLARA se zaměří na výzkum mozku

Výzkum mozku vyžaduje zásadní změnu v přístupu v bádání. Se zcela novým směrem přišly výzkumné týmy čtyř českých pracovišť, které se spojily s francouzskými a německými vědci a společně uspěly v silné evropské konkurenci. Díky tomu vznikne v České republice během následujících šesti let zcela unikátní interdisciplinární centrum excelence CLARA, první svého druhu ve střední a východní Evropě, které se zaměří na vývoj nové generace aplikací využívajících umělou inteligenci, výpočetní modelování a kvantové výpočty. Cílem je posunout hranice výzkumu neurodegenerativních onemocnění, zejména Alzheimerovy choroby, prostřednictvím zpracování rozsáhlých vícerozměrných biologických a klinických dat s využitím výkonných superpočítačů a kvantových metod. Celkový rozpočet centra je 1,1 miliardy korun, přičemž EU poskytuje v rámci programu Horizon Europe Teaming for Excellence více než 380 milionů korun.

(red) foto: Jiří Ryszawy

Expedice na Antarktidu

Ing. Marek Sokol, doktorand Katedry zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT, který se ve své disertační práci věnuje vývoji technologií pro vesmírné aplikace, se stal členem Antarktické expedice 2025, zaštiťované Českým antarktickým výzkumným programem Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Marek stráví téměř tři měsíce na České vědecké stanici Johanna Gregora Mendela na ostrově Jamese Rosse, kde bude realizovat výzkum zaměřený na vliv extrémního prostředí na lidský organismus a biomedicínskou techniku. Hlavní náplní jeho výzkumu bude testování pokročilých senzorických systémů, které jsou vyvíjeny právě v rámci výzkumných skupin Biomechaniky a asistivních technologií a Zdravotnických technologií pro vesmírné aplikace na FBMI ČVUT. Mezi ně patří například elektromyografické senzory, které umožňují sledovat svalovou aktivitu během fyzicky namáhavých činností. Dále bude využito MoCap systémů pro hodnocení posturální stability těla a vlivu extrémních podmínek na změny postury. Pro výzkum změn neuropsychofyziologických funkcí bude využito technologií pro záznam srdeční a dechové aktivity, pro studium komfortu zase systému měření teploty a vlhkosti. Pomocí multimodálního senzorického systému a nových algoritmů bude možné hodnotit kognitivní zátěž, emoce a únavu účastníků. Zvláštní pozornost bude věnována testování přenosu naměřených dat v reálném čase pomocí satelitní konstelace Starlink, což přinese cenné poznatky pro vzdálené monitorování biomedicínských dat.

Ing. Jan Hejda, Ph.D., FBMI
foto: tým BAT

HYDROGEN
LIFE POD
H03
Little Moon City Prague

Posunujeme hranice vesmíru

Kosmický prostor je pro laiky tajuplnou hádankou. Vědcům se však daří některá tajemství odhalovat. Podíl na tom mají i odborníci a studenti ČVUT, kteří svůj výzkum zaměřují na satelity, vesmírné stroje, zkoumání hmoty či chování člověka v nebeském prostředí… Představujeme alespoň některé projekty v této oblasti, realizované na fakultách a dalších univerzitních součástech.

foto: Jiří Ryszawy

doc. Ing. MICHAL SCHMIRLER, Ph.D.
michal.schmirler@fs.cvut.cz

Hydronaut | Little Moon City Prague

Projekt Hydronaut a tréningové centrum Little Moon City Prague umístěné v dejvickém univerzitním kampusu ČVUT v Praze jsou v poslední době často zmiňovaným tématem. Celý příběh by se dal popsat jako cesta k naplnění snu mladého muže. Tím je vesmírný designér a konstruktér podvodní výzkumné stanice Hydronaut, pan Matyáš Šanda, mimo jiné vyznamenaný v květnu 2024 Pamětní medailí Fakulty strojní ČVUT. Po dlouholetých přípravách a několikaměsíční práci vznikla zásluhou Matyáše Šandy a několika jeho přátel podvodní stanice Hydronaut H03 DeepLab, která v podstatě umožnila nastartovat proces přerodu z „kusu železa pod vodou" k projektu evropského formátu, kterým dnes tréninkové centrum Little Moon City Prague jistě je.

Hydronaut byl zanořen v lomu v Jesenném v Libereckém kraji
foto: Jiří Ryszawy

Hydronaut H03 DeepLab je výzkumná a výcviková stanice, navržená pro krátkodobé / dlouhodobé pobyty malých skupin lidí pod vodou a na souši. Stanice byla navržena pro široké spektrum výzkumných a tréninkových aktivit, které zahrnují témata od vlivu izolace a extrémního prostředí na psychologii člověka až po testování technologií fungujících v extrémních podmínkách. Umožňuje simulace analogických vesmírných misí v izolovaném, uzavřeném a extrémním prostředí ICE (z angl. Isolation, Confinement, Extremeness). Spolupráce Fakulty strojní ČVUT s projektem Hydronaut byla zahájena v roce 2019, konkrétně na Ústavu mechaniky tekutin a termodynamiky. Hydronaut H03 DeepLab byl toho času zanořen v lomu v Jesenném v Libereckém kraji a čekal na realizaci prvních misí. Jedním z nejkritičtějších problémů byla v té době vysoká vlhkost vzduchu uvnitř zařízení a neznalost detailnějšího stavu vnitřního prostředí s možností jeho sledování v reálném čase. Pro redukci vzdušné vlhkosti byl na Fakultě strojní vyvinut pasivní kondenzační systém využívající chladného okolního prostředí. Jednalo se v podstatě o vzduchové kanály integrované do pláště stanice, které zajišťují ochlazení protékajícího vzduchu a současnou kondenzaci vodních par. Díky instalovaným kondenzačním kanálům se podařilo snížit průměrnou relativní vlhkost vzduchu uvnitř stanice z původních 97 procent na uspokojivých 72 procent. Teplota rosného bodu tak byla snížena z původních 20 °C na 16 °C. Při udržování vnitřní teploty na 21 °C tak bylo možno eliminovat kondenzaci vodní páry na kritických místech konstrukce stanice a důležitých zařízeních. Týmu fakulty se následně podařilo vyvinout systém pro vzdálené monitorování stavu prostředí uvnitř stanice, což vedlo ke zvýšení bezpečnosti posádek během realizovaných misí. Monitorovací systém poskytuje v reálném čase nejen informace o složení atmosféry, tlaku vzduchu, jeho teplotě a vlhkosti uvnitř stanice, ale také o stavu palubního napájení či intenzitě a barvě vnitřního osvětlení. Za zmínku stojí také navržený systém pro aktivní řízení vztlaku stanice umožňující její řízený sestup a vynoření či setrvání v požadované hloubce.

V letech 2021 až 2023 byla Fakulta strojní hlavním řešitelem výzkumného projektu s názvem „Nástroj pro zkoumání vlivu osobnostních charakteristik a vnějších faktorů na dynamiku týmu při dlouhodobém pobytu v ICE environment", který byl finančně podpořen Technologickou agenturou ČR v programu ÉTA. Jednalo se o projekt, v rámci něhož se podařilo propojit výzkumné týmy z technického a humanitního prostředí za vzniku souboru nástrojů pro výběr a hodnocení posádek dlouhodobých misí v ICE prostředí. Na projektu tehdy pracovaly i týmy z Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT, Katedry psychologie Univerzity Palackého v Olomouci a společnosti 1st Cloud Republic. Projekt byl důležitým milníkem v rozvoji analogických misí v České republice.

Dalším krokem v růstu projektu Hydronaut byl vznik tréninkové platformy Little Moon City Prague (LMCP), která vznikla v prostoru před Fakultou strojní a Fakultou elektrotechnickou v kampusu ČVUT v Praze Dejvicích.

Zajímavý areál LMCP se podařilo díky významné podpoře Fakulty strojní ČVUT a Hlavního města Prahy představit veřejnosti již 14. listopadu 2023. Projektu se v té době již účastnila Fakulta biomedicínského inženýrství a přidávala se Fakulta elektrotechnická. Nové umístění stanice na souši umožnilo její využití i lidem bez potápěčského výcviku, například studentům technických oborů, a v neposlední řadě významně snížilo náklady na realizaci samotných analogických misí. LMCP má v současné době tři hlavní součásti, mezi které patří stanice hydronaut H03 DeepLab, Centrum pro

Instalace Hydronauta před Fakultou strojní a Fakultou elektrotechnickou
foto: Petr Neugebauer, FEL

Little Moon City Prague v areálu ČVUT v pražských Dejvicích
zdroj: Hydronaut.eu

řízení misí a prostor simulující výstupy do volného izolovaného prostoru.

Od doby zahájení provozu dejvické vesmírné stanice bylo realizováno několik významných misí, které byly zdrojem velmi cenných informací a které umožnily růst celého projektu a jeho cestu k integraci do programů Evropské kosmické agentury (ESA). Mezi doposud poslední akce lze zařadit dvě mise ze září 2024. První – s názvem PROMISE, se osobně zúčastnili bojový pilot a astronaut ESA major Aleš Svoboda, konstruktér stanice Matyáš Šanda a odborník na hyperbarickou medicínu Dr. Miroslav Rozložník. Jejím cílem bylo testování významných systémů LMCP (podpora života, komunikace, řízení lidských zdrojů atd.) a propojení výzkumných týmů z technických a humanitních oborů, k projektu se přidalo i několik pracovišť Akademie věd České republiky.

Druhou letošní zářijovou akcí byla mise s názvem BioSense, které se osobně zúčastnil italský astronaut ESA plukovník Roberto Vittory. Ta byla zaměřena na testování senzorického obleku určeného pro pobyt ve vnitřním prostředí Mezinárodní vesmírné stanice (ISS), systému Virtuálního trenéra vyvíjeného výzkumným týmem z Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT a speciálních snímačů vyvíjených týmem na Milánské polytechnice. Pražské středisko analogických misí LMCP je dynamicky se rozvíjejícím mezinárodním projektem spojujícím průmyslovou a akademickou sféru v oblasti kosmického výzkumu, a to v širokém spektru odborného zaměření. Dochází v něm k úspěšnému propojení odborníků z oblasti techniky, elektrotechniky, biomedicíny, psychologie, botaniky a mnoha dalších vědních oborů. Projekt je důležitým nástrojem pro naplnění Národního kosmického plánu, tedy strategie České republiky pro rozvoj kapacit a schopností jejího průmyslu i akademické sféry v oblasti kosmických aktivit.

autor: Michal Schmirler

Technická data stanice Hydronaut H03:

Obyvatelný prostor: 20 m³

Celkový vnitřní objem stanice: 23 m³

Hmotnost stanice: 35 tun

Typ stanice: keson

Maximální operační hloubka: 40 m

Základní systémy stanice Hydronaut H03:

Monitorování a řízení stavu vnitřní atmosféry

Monitorování a řízení vnitřních světelných podmínek

Monitorování fyziologických dat členů posádky

AV komunikace mezi posádkou a pracovištěm řízení misí

Systém pro řízení vztlaku stanice (pro mise pod vodní hladinou)

Spolupráce Fakulty strojní ČVUT s projektem Hydronaut byla zahájena v roce 2019, konkrétně na Ústavu mechaniky tekutin a termodynamiky. Hydronaut H03 DeepLab byl toho času zanořen v lomu v Jesenném v Libereckém kraji a čekal na realizaci prvních misí. Jedním z nejkritičtějších problémů byla v té době vysoká vlhkost vzduchu uvnitř zařízení a neznalost detailnějšího stavu vnitřního prostředí s možností jeho sledování v reálném čase. Pro redukci vzdušné vlhkosti byl na Fakultě strojní vyvinut pasivní kondenzační systém využívající chladného okolního prostředí s možností jeho sledování v reálném čase.

Mgr. ŠÁRKA LOUKOTOVÁ NOVOTNÁ
loukosar@fel.cvut.cz

Česká cesta do vesmíru

Elektrotechnici vyvíjejí technologie pro kosmický průmysl

Vědci z Fakulty elektrotechnické ČVUT se zapojili do ambiciózního projektu Česká cesta do vesmíru. Soustředí se na několik klíčových cílů, včetně vytvoření prostředí pro simulaci komunikace s vesmírnou posádkou a vylepšení palubních systémů pro řízení logistických operací a plánování misí. Na výzkumu se podílí několik odborných týmů fakulty, konkrétně Katedra telekomunikační techniky, Katedra počítačové grafiky a interakce a Katedra fyziky.

Projekt Česká cesta do vesmíru má za cíl posílit pozici České republiky ve vesmírném výzkumu a globálních aktivitách, a tím podpořit rozvoj tuzemské vědy a průmyslu zaměřeného na kosmické technologie. Významnou součástí tohoto projektu byla účast FEL na simulované měsíční Misi PROMISE, která proběhla mezi 6. a 8. zářím 2024 v areálu Little Moon City (LMCP) na ČVUT v Dejvicích. Mise PROMISE v rámci tréninkového centra LMCP využívala hlubinný habitat Hydronaut H03 Deep Lab, řídicí centrum Mission Control Center a speciální prostor pro simulaci aktivit mimo vesmírný modul (EVA Area). Habitat Hydronaut, který byl pro misi klíčový, poskytl zázemí pro testování inovativních technologií a simulaci podmínek podobných těm, kterým čelí skuteční astronauti během letů na Měsíc či vzdálenější planety.

Posádka mise strávila 48 hodin v izolaci uvnitř habitatu Hydronaut, kde realizovala několik vědeckých experimentů včetně simulace výstupu na „měsíční povrch" pomocí virtuální reality. Tuto simulaci vedl major Aleš Svoboda, bojový pilot a záložní astronaut Evropské kosmické agentury (ESA), kterého doprovázeli konstruktér Matyáš Šanda a odborník na hyperbarickou medicínu, dr. Miroslav Rozložník. Cílem simulace bylo nejen ověřit funkčnost technologií, ale také analyzovat, jak posádka zvládá stresové podmínky a dlouhodobou izolaci.

Ve vědecké části mise se uplatnily technologie, které poskytl tým dr. Zbyňka Kocura z Katedry telekomunikační techniky FEL. Tito výzkumníci vyvinuli přístroj E-Shaper, který byl upraven pro simulaci různých scénářů komunikace mezi vesmírnou posádkou a „pozemským" řídicím střediskem na Zemi. „Díky zařízení E-Shaper jsme byli schopni v horizontu hodin a dnů vytvořit scénář, ve kterém jsme postupně prodlužovali zpoždění a měnili spolehlivost komunikace. Podařilo se nám tím napodobovat podmínky při cestě na Měsíc či jiné vesmírné misi," popsal dr. Kocur. Aktéři projektu si tak otestovali, že užívané systémy za těchto podmínek fungují, vyzkoušeli si ale i zpožděnou či zkreslenou komunikaci mezi lidmi v habitatu a řídicím střediskem.

„Úprava zařízení E-Shaper byla nutná ve dvou směrech. Jednak jsme zvýšili hodnoty zpoždění z běžných pozemských milisekund na řádově sekundy až desítky sekund, což odpovídá podmínkám při meziplanetárních misích," uvedl doc. Jiří Vodrážka, vedoucí Katedry telekomunikační techniky FEL. V dalším kroku bylo potřeba naprogramovat dynamické scénáře, kde se zpoždění mění v závislosti na trajektorii mise. Dr. Kocur dodal, že přístroj E-Shaper, původně navržený pro emulaci standardních komunikačních sítí, je nadále ve vývoji. Na integraci zařízení do vesmírných misí nyní pracuje diplomant Bc. Filip Cendelín, který navrhuje specifická rozšíření pro hlasovou komunikaci a interakci s posádkou.

E-Shaper je pouze jednou z částí širšího systému F-LAB, který na FEL vzniká jako univerzální nástroj pro testování komunikačních sítí a IT řešení. Celý projekt navazuje na F-Tester, přístroj vyvinutý touto fakultou, který je komerčně úspěšný a používá se k testování datové propustnosti mobilních sítí například pro Český telekomunikační úřad. Přístroj získal cenu rektora ČVUT za aplikaci výsledků vědecké a výzkumné činnosti do praxe.

Jak lépe pracovat s řídicím systémem?

Během letošního léta se do projektu ve spolupráci s Hydronautem zapojili i experti z Katedry počítačové grafiky a interakce FEL. Tým pod vedením docenta Zdeňka Míkovce pracuje na vylepšení palubního systému Common Tongue, který je používán pro logistické operace v průmyslové praxi. Zvláštním případem, pro který lze Common Tongue využít, je právě simulace kosmických misí. „Tento systém umožňuje plánovat a ovládat různé události v čase. To mohou být jak úkoly, tak zdroje – lidské, ale i technické či materiální, například správa a řízení spotřeby materiálu při provádění experimentů," upřesnil doc. Míkovec, pro něhož je příprava vizualizace informací a dat pro posádku, která je neustále pod psychickým tlakem, zajímavou výzvou. K dalším potřebám projektu pak patří i efektivní předávání práce mezi různými aktéry, průběžné plnění úkolů, ale i změny původních plánů. „Musejí být schopni rychle plán změnit, a přitom stále udržovat maximální efektivitu celého procesu," podotkl expert. „A tento systém máme teď právě my za úkol optimalizovat, vylepšovat a vedle toho navrhujeme nové způsoby vizualizace a interakce," doplnil s tím, že platí dvě hlavní zásady – aby vše bylo maximálně spolehlivé a bezpečné. „To znamená snížit maximálně množství chyb, které by mohly nastat během interakce – přehlédnutí, špatné pochopení pří-

Tým Dr. Zbyňka Kocura vyvinul přístroj E-Shaper, který byl upraven pro simulaci různých scénářů komunikace mezi vesmírnou posádkou a „pozemským" řídicím střediskem na Zemi.

Dr. Ladislav Sieger nabídl týmu Hydronaut své zkušenosti se stavbou kritických systémů. Nyní se zabývá vývojem ad-hoc sítě vzájemně komunikujících dataloggerů, které jsou schopny monitorovat životní podmínky astronautů na misích.

Tým doc. Zdeňka Míkovce pracuje na vylepšení palubního systému Common Tongue, který je používán pro logistické operace v průmyslové praxi. Zvláštním případem, pro který lze Common Tongue využít, je právě simulace kosmických misí.

kazů. Současně je nutné, aby vše bylo maximálně efektivní. Protože jde o poměrně drahé mise, tak se každá neefektivita dramaticky projeví v ceně nebo dokonce nesplnění vytyčeného cíle," uvedl vědec.

Tým doc. Míkovce má před sebou zhruba roční spolupráci. „První výsledky dostaneme už během podzimu, kdy provedeme analýzu funkce celého systému. V současnosti už jeden ze studentů, Adam Loucký, se systémem ‚plní misi' a zkoumá ho. Začneme také s uživatelským výzkumem mezi všemi zapojenými hráči. A v průběhu zimního semestru vznikne první návrh, jak by vylepšený systém mohl vypadat," plánuje doc. Míkovec. Letní semestr podle jeho slov bude v duchu intenzivního testování a výroby prototypů nového rozhraní systému Common Tongue – v laboratorních podmínkách i samotných misích. „A postupně vše doladíme tak, abychom mohli výsledky jednoduše vpravit do existujícího systému," zakončil doc. Míkovec.

Záložní systém monitorování životních podmínek

Dr. Ladislav Sieger z Katedry fyziky FEL nabídl týmu Hydronaut své zkušenosti se stavbou kritických systémů. Jeho studenti a doktorandi se podíleli na stavbě družice VZLUSAT1, která na oběžné dráze pracovala šest let. Nyní se zabývá vývojem ad-hoc sítě vzájemně komunikujících dataloggerů, které jsou schopny monitorovat životní podmínky astronautů na misích. Hydronaut již vlastní systém sledování životních podmínek v habitatu používá, je součástí IT systému stanice. „Zkušenost ukazuje, že je vždy rozumné mít záložní systém, který je nezávislý na systému stanice. Letos byla obhájena bakalářská práce, která se sítí dataloggerů zabývá. Dalším krokem bude myšlenku rozšířit pro konkrétní požadavky misí pro potřeby Hydronautu," shrnul Ladislav Sieger.

Cílem PROMISE je představit veřejnosti úspěchy a připravované projekty výzkumu vesmíru a letů s lidskou posádkou perspektivou vědy, výzkumu, vývoje, inovací a vzdělávání. Téma poznávání vesmíru je v České republice mimořádně aktuálním tématem, které akcentuje příslib vyslání mjr. Aleše Svobody na Mezinárodní vesmírnou stanici (ISS).

Pro organizátory má velký význam zviditelňovat lidské zkoumání vesmíru nejen mezi akademickými a vědeckými institucemi, ale i mezi firmami, které mají potenciál přenést svoje znalosti, know-how nebo kapitál a na české misi do vesmíru mohou participovat. V ČR aktuálně působí přes 60 průmyslových institucí, které do kosmického odvětví dodávají HW, SW a systémy pozemních aplikací.

Do aktivit souvisejících s výzkumem vesmíru se Fakulta elektrotechnická ČVUT zapojuje systematicky a dlouhodobě. Řadí se tak mezi vědecké instituce, jako jsou Akademie věd ČR (např. v rámci Strategie AV 21 Vesmír pro lidstvo), či další špičková univerzitní pracoviště (např. sdružených v rámci konsorcie CAER-PIN), jež cílí na poznávání a šíření poznání o vesmíru napříč společností.

autorka: Šárka Loukotová Novotná
foto: Petr Neugebauer, FEL

doc. Ing. PATRIK KUTÍLEK, MSc., Ph.D.
kutilek@fbmi.cvut.cz

Monitoring psychického i fyzického stavu „posádek“

Na rozvoji inovativních technologií zaměřených na záznam a analýzu fyziologických a biomechanických dat se na ČVUT výrazně podílí Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT. Tým biomechaniky a asistivních technologií hraje klíčovou roli při vytváření komplexních systémů pro monitorování psychického a fyzického stavu jednotlivců i týmu jako celku v rámci projektu Hydronaut. Výzkum je realizován za úzké spolupráce s Fakultou strojní ČVUT a Univerzitou Palackého v Olomouci a vede k vývoji sofistikovaného systému, který umožňuje sledovat psychickou a fyzickou kondici osob v reálném čase.

Primárním cílem vyvíjeného systému je monitorování zdravotního stavu členů posádek v různých náročných podmínkách, zejména v prostředích označovaných jako ICE (Isolated, Confined, and Extreme environments). Tento typ prostředí je typický pro kosmické lety, pobyty v hlubinných laboratořích, vojenské mise či jiné izolované podmínky, kde fyziologické a psychologické faktory hrají zásadní roli pro bezpečnost a efektivitu operací. Systém je schopen odhadnout emoční stav, míru soustředění, úroveň stresu a fyzickou kondici, čímž poskytuje důležité informace nejen pro posádky, ale také pro jejich velení a kontrolní střediska.

Hardwarová část se skládá z několika klíčových komponent, které jsou navrženy s ohledem na maximální přenositelnost a snadnou integraci. Prvním důležitým prvkem je kamerový systém, který tvoří běžné webové kamery spojené s počítačem. Kamery slouží k monitorování obličejových rysů subjektů, což umožňuje analýzu emocí a dalších psychických stavů. Díky pokročilým algoritmům umělé inteligence, které byly natrénovány na velkém množství dat, může tento systém v reálném čase detekovat změny v emočním stavu sledovaných osob.

Druhou klíčovou součástí je nositelný systém pro měření fyziologických dat, který zahrnuje senzory monitorující srdeční a dechovou aktivitu, kožní vodivost a svalovou aktivitu. Je navržen pro nepřetržité 24/7 monitorování a je schopen v reálném čase zaznamenávat změny psychického a fyziologického stavu. Obsahuje sadu nositelných senzorů, které jsou vhodně rozmístěny na segmentech těla každého subjektu a zahrnují osm čidel umožňujících měření svalové a pohybové aktivity segmentů těla, což je zvláště důležité pro sledování kondice v ICE prostředí, kde může být fyzická aktivita omezená.

Poslední komponentou je zařízení pro měření posturální stability těla, které je tvořeno přenosnou stabilometrickou plošinou o rozměrech 50 x 30 x 5 cm, která je schopna během krátkých testů, trvajících přibližně jednu minutu, vyhodnotit fyzickou kondici subjektu, konkrétně jeho posturální stabilitu. Ta je klíčovým indikátorem celkového fyzického stavu, zejména v náročných podmínkách, kde jsou omezeny možnosti běžné fyzické aktivity.

Softwarová část systému je navržena pro maximální autonomii a využívá pokročilých metod umělé inteligence a strojového učení. Umožňuje nejen ovládání hardwarových komponent, ale také sběr, záznam a analýzu naměřených dat.

V oblasti rozpoznávání emocí pracuje softwarová část systému s algoritmy hlubokého učení, které byly trénovány na rozsáhlé databázi obličejových výrazů. K tréninku bylo využito velkého množství obrazových dat, která byla ručně anotována experty na základě pozorovaných emocí. Tato technologie je schopna identifikovat stavy jako radost, smutek, strach či hněv, a to s přesností, která se experimentálně blíží lidskému vnímání (v průměru lidé rozpoznají správnou emoci v 60 procentech případů, software dosahuje podobného výsledku).

Důležitou roli v hodnocení kondice má software pro měření a zpracování biomedicínských dat. Analyzuje srdeční aktivitu pomocí elektrokardiogramu (EKG) zaznamenávajícího elektrickou aktivitu srdce. EKG poskytuje cenné informace o srdeční frekvenci, rytmu a celkovém stavu kardiovaskulárního systému, což je klíčové pro hodnocení stresu a únavy. Dechová aktivita je monitorována prostřednictvím měření frekvence dechu, která umožňuje sledovat změny ve vzorcích dýchání, například v reakci na fyzickou zátěž nebo psychický stres. Kožní vodivost, známá jako elektrodermální aktivita (EDA), reprezentuje elektrickou vodivost kůže, která se mění v závislosti na úrovni psychického vzrušení nebo stresu, což poskytuje důležité informace o emocionálním stavu. Tyto metody společně poskytují komplexní obraz o psychickém a fyzickém stavu jedince, což je klíčové pro sledování reakcí na zátěž v náročných podmínkách. Software je schopen identifikovat vzorce spojené se stresem, únavou, soustředěním nebo relaxací. Záznamy o fyziologických funkcích mohou být v reálném čase odesílány do kontrolního střediska, kde jsou následně analyzovány odborníky.

Další softwarový modul se zaměřuje na analýzu svalové aktivity pomocí elektromyografie (EMG). Měření elektrické aktivity svalů umožňuje vyhodnotit funkční stav během pohybových aktivit, přičemž tyto pohyby jsou měřeny akcelerometrickými snímači pohybu. Tento software je schopen vyhodnotit funkční stav svalů během specifických pohybových aktivit – identifiko-

Kamery slouží k monitorování obličejových rysů subjektů, což umožňuje analýzu emocí a dalších psychických stavů. Díky pokročilým algoritmům umělé inteligence, které byly natrénovány na velkém množství dat, může systém v reálném čase detekovat změny v emočním stavu sledovaných osob.

vat změny ve svalové aktivitě, které mohou signalizovat zhoršení fyzického stavu, což je klíčové pro udržení fyzické kondice v izolovaných prostředích, kde dochází k omezené možnosti cvičení.

Poslední modul se zabývá zpracováním dat ze stabilometrické plošiny, což umožňuje hodnocení posturální stability subjektů. Software provádí analýzu dat v časové a frekvenční oblasti, včetně nelineárních metod, a vyhodnocuje pohyb těžiště těla, čímž poskytuje informace o tom, jak se mění fyzická kondice sledovaných osob.

Vyvinutý systém představuje technologický pokrok v oblasti telemedicíny a Medicíny 4.0. Schopnost systému monitorovat psychický i fyzický stav v reálném čase nabízí široké uplatnění v kosmických letech, vojenských misích, záchranných složkách či průmyslu, kde jsou lidé vystaveni extrémním podmínkám. Například v kosmonautice umožňuje sledování členů posádek při dlouhých misích, kde je nezbytné udržovat jak fyzickou, tak psychickou pohodu. Odhalí známky psychického stresu nebo fyzické únavy dříve, než se negativně projeví na výkonnosti či bezpečnosti posádky. V armádě a bezpečnostních složkách poskytuje informace, které jsou klíčové pro optimalizaci výcviku a nasazení, stejně jako pro monitorování stresu v reálném čase, což může přispět k prevenci psychických a fyzických zranění. V neposlední řadě může tento systém přispět k výběru vhodných kandidátů pro specifické mise nebo pracovní úkoly, a to na základě kombinace psychických a fyziologických dat. Schopnost rozpoznat emoční a fyzické reakce na různé podněty umožňuje optimalizovat pracovní výkony a zajišťuje dlouhodobou udržitelnost v náročných podmínkách.

autor: Patrik Kutílek
foto: Jiří Ryszawy a archiv autora

Systémy pro monitorování psychického a fyzického stavu jednotlivců i týmu jako celku byl testován v podvodní laboratoři v rámci projektu Hydronaut.

JAKUB ŠVADLENA
jakub.svadlena@fs.cvut.cz

Space Rover

Studentský tým CTU Robotics vyvíjí vozítko pro Mars

Studentské týmy na vysokých školách hrají důležitou roli v rozvoji dovedností budoucích inženýrů. Mají možnost propojit teorii s praxí a připravit se na reálné výzvy, které je čekají po absolvování studia. Jeden takový tým, jehož členové se specializují na robotiku a společně pracují na vývoji vlastního Space Roveru, vznikl v roce 2023 na Fakultě strojní ČVUT.

Myšlenka na založení týmu CTU Robotics se zrodila po soutěži Mechathon pořádané společností Bosch, které se zúčastnili zakladatelé týmu a rozhodli se ve stavění robotů pokračovat. To jim bylo umožněno díky podpoře Dr. Jana Zavřela z Odboru mechaniky a mechatroniky Fakulty strojní.

Jedním z hlavních záměrů bylo zúčastnit se prestižní mezinárodní soutěže European Rover Challenge (ERC). Tato největší evropská robotická událost spojená s vesmírem, podporovaná Evropskou kosmickou agenturou (ESA), simuluje misi na Marsu a poskytuje týmům jedinečnou příležitost testovat své rovery v náročných podmínkách. Cílem soutěže je plnit úkoly z odvětví navigace, mapování terénu, sběru a analýzy vzorků, obsluhy řídicího panelu pomocí robotického ramene a prezentace projektu.

Významným posunem byla spolupráce s Planetáriem Praha, do jehož expozice nyní tým vyrábí inovovanou 3D tištěnou robotickou platformu ExoMy, původně navrženou ESA, a vytváří edukativní videa s návody na tisk, montáž a oživení robota. Neméně zajímavá je spolupráce s Akademií věd České republiky. Vědecký tým Dr. Martina Feruse vyvíjí pokročilý spektrometr a s týmem konzultuje možnosti jeho testování na roveru. Tento úkol vyžaduje vytvoření lehkého robotického ramene s dostatečnou nosností tak, aby bylo schopné manipulovat se spektrometrem.

Dalším významným krokem bylo navázání spolupráce s Projektem Hydronaut a vědeckým personálem z Fakulty elektrotechnické ČVUT, zejména s Dr. Zbyňkem Kocurem, který doplnil mentorský tým s Dr. Zavřelem. Hydronaut, výcvikové centrum vesmírných misí, spolupracuje s českými astronauty, což CTU Robotics poskytlo cenné zkušenosti. Tým se také zúčastnil Mise Promise, kde český astronaut Aleš Svoboda spolupracoval s jejich roverem na úkolu sběru vzorků na povrchu Měsíce.

V současné době je čtyřicetičlenný tým složen především ze studentů a studentek Fakulty strojní a Fakulty elektrotechnické ČVUT, ale nechybí ani zástupci z Fakulty stavební ČVUT, Vysoké školy ekonomické, Univerzity Karlovy, a dokonce jsou v něm i středoškolští studenti. Skládá se z několika sekcí: konstrukce podvozku navrhla kinematiku inspirovanou roverem Perseverance od NASA; konstrukce robotického ramene navrhla a vyrobila robotické rameno se šesti stupni volnosti a 3D tištěné cykloidní převodovky pro jeho hladký chod a sekce elektroniky a řízení, komunikace a autonomních systémů, která zajišťuje bezproblémové plnění úkolů zadaných roveru. Science sekce se zaměřuje na analýzu planety z hlediska vesmírné geologie a chemický rozbor odebraných povrchových i podpovrchových vzorků. Neméně důležitá je sekce marketingu, která se stará o publicitu, spravuje sociální sítě a shání průmyslové partnery.

Do budoucna má tým CTU Robotics ambiciózní plány. Kromě účasti na dalších ročnících soutěže ERC chce rozšířit své aktivity do dalších oblastí robotiky a vesmírného výzkumu. V plánu je vývoj autonomního dronu, který bude kooperovat s roverem a mapovat prostředí, ve kterém se pohybují. Tým také pracuje na zlepšení energetické účinnosti vozítka, což je klíčové pro dlouhodobý úspěch vesmírných misí.

Tým CTU Robotics prezentoval své vozítko pro Mars na letošním MSV v Brně. Na snímku zleva – dole: Vratislav Besta, Jakub Švadlena a Lukáš Vítek; horní řada: Václav Němec a František Hrubý.

autor: Jakub Švadlena
foto: Jiří Ryszawy

Ing. NATALIA GUSKOVA
guskonat@fd.cvut.cz

„Máme na to taky. Chceme Česko do vesmíru… nebo se mu alespoň přiblížit!" Tímto mottem žije Czech Rocket Society (CRS) – spolek, který více než tři roky sdružuje studenty vysokých škol se společnou vášní pro kosmonautiku a rakety. CRS je inkubátorem pro mladé raketové inženýry, kteří sní o tom, že jednoho dne budou posouvat hranice vesmíru.

Czech Rocket Society

Inkubátor pro mladé raketové inženýry

Spolek se nejen podílí na rozvoji kosmonautiky v Česku, ale také nabízí svým členům praktické zkušenosti a propojuje je s průmyslem a Akademií věd. Byl spoluzaložen Albertem Bouchalem, bývalým studentem Katedry letecké dopravy Fakulty dopravní ČVUT, vědecko-výzkumného pracoviště, které řeší národní i mezinárodní projekty a zajišťuje výuku v oblasti provozu letecké dopravy, pilotů a údržby letadel. Albert Bouchal se postupně stal pokladníkem, předsedou i místopředsedou CRS. Právě zkušenosti a podpora z alma mater hrály klíčovou roli při formování spolku.

Rychlý rozvoj CRS a neustálý přísun aktuálních informací by nebyl možný bez podpory akademické sféry a průmyslu. Jedním z klíčových akademických partnerů je Fakulta dopravní ČVUT. „Katedra letecké dopravy Fakulty dopravní mi poskytla nejen spoustu informací týkajících se provozu letectví a kosmonautiky, které byly pro spolek užitečné, ale také zanechala trvalé kontakty s vyučujícími a spolužáky, na které se můžeme obrátit i po mém ukončení studia," říká Ing. Albert Bouchal. Mezi takové kontakty patří například Laboratoř letecké bezpečnosti. „CRS funguje již přes tři roky a postupně jsme si uvědomili, jak kritická je otázka bezpečnosti. Proto jsme navázali spolupráci s Laboratoří letecké bezpečnosti, aby nám pomohla zlepšit naše přístupy v této oblasti," upřesňuje A. Bouchal.

Laboratoř letecké bezpečnosti se zaměřuje na výzkum a aplikaci metod, které zajišťují spolehlivost a bezpečnost nejen v civilním letectví. Ačkoli se zaměřuje převážně na civilní letectví, málokdo ví, že její metodiky mají své kořeny v kosmických projektech. Například metoda Fault Tree Analysis (FTA) vznikla z projektů spojených s kosmickými technologiemi a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) byla využita v programu Apollo. Když se na laboratoř Albert Bouchal obrátil, bylo mu doporučeno využít bezpečnostní model STAMP, který má mimo jiné také část svých kořenů v NASA.

STAMP umožňuje nejen nastavit technickou bezpečnost konstrukcí raket, ale i řídit bezpečnost provozu a postupů v rámci spolku, což je klíčové při organizaci velkých akcí, jako je Czech Rocket Challenge nebo při řízení týmu.

CRS se může pochlubit i dalšími spolupracemi, které jsou základem jeho úspěchu. Spojení s partnery z průmyslu a dalšími fakultami ČVUT v Praze, ale i VUT v Brně, umožňuje propojit teoretické znalosti s praktickými zkušenostmi. „Naším cílem je nejen příprava nové generace inženýrů, ale také ukázat, že k tomu, co děláme, přistupujeme zodpovědně. Bezpečnost je toho příkladem, ale celkově se CRS snažíme řídit jako firmu, která řeší technologické projekty co nejblíže standardům vesmírného průmyslu," říká tajemník CRS Ota Michálek.

Kromě technických aktivit se spolek také aktivně zapojuje do PR akcí pro veřejnost, kde prezentuje své cíle a projekty. „Účastníme se různých akcí a veřejných vystoupení, kde propagujeme výsledky naší práce a ukazujeme, že spolupráce mezi různými subjekty je nejen možná, ale i velmi přínosná," dodává Ota Michálek.

Ve spolupráci s Ministerstvem dopravy ČR spolek usiluje o větší zviditelnění českých aktivit v oblasti aerospace. Projekt „Česká cesta do vesmíru" podpořený vládou ČR má za cíl využít potenciál v kosmických aktivitách a vzdělávání studentů k dalšímu rozvoji českého hospodářství. Partnerství mezi akademií, průmyslem a státem hraje v tomto úsilí klíčovou roli.

Czech Rocket Society je odpovědí na otázku, jak se posouvají hranice vesmíru. Ukazuje, že posun začíná v hlavách aktivních studentů s velkými sny. Společně s odhodláním, podporou akademické sféry a průmyslových partnerů mohou významně přispět k budoucnosti kosmonautiky v České republice.

autorka: Natalia Guskova
foto: archiv Czech Rocket Society

Ing. MILAN DVOŘÁK, Ph.D.
milan.dvorak@cvut.cz

Ing. JIŘÍ TEICHMAN
jiri.teichman@fs.cvut.cz

Kosmická strojařina

Na téměř stoletou tradici výuky leteckých předmětů na ČVUT navazuje Ústav letadlové techniky Fakulty strojní ČVUT, jenž byl založen v roce 1974 (tehdy jako katedra). U zrodu stál mimo jiné popularizátor kosmonautiky prof. dr. Ing. Rudolf Pešek, DrSc., aktivní člen mezinárodních astronautických společností, iniciátor studia mimozemských civilizací a tvůrce zkratky CETI – komunikace s mimozemskými civilizacemi.

Raketa týmu CTU Space Research na startovní rampě.

Foto vpravo: Kolik letadel se dokáže vejít do dvora historické budovy Fakulty strojní na Karlově náměstí, kde Ústav letadlové techniky tradičně sídlí? Některé stroje spjaté s tímto ústavem byly představeny na unikátní říjnové výstavě.

Ústav se podílí na výuce v bakalářském, navazujícím magisterském i doktorském studiu. Stěžejním studijním programem je Letectví a kosmonautika v navazujícím magisterském studiu, s trojicí specializací: Letadla a bezpilotní systémy, Letadlové motory a Kosmická technika. Je to jediný specializovaný univerzitní program se zaměřením na kosmické inženýrství ze strojního hlediska v České republice. V roce 2024 došlo k dalšímu rozšíření výuky, která nyní zahrnuje osm předmětů zaměřených čistě na kosmickou techniku. Specializací zatím prošlo pět desítek studentů, kteří nachází uplatnění v kosmickém průmyslu v České republice i v zahraničí. Už během studia se setkávají s reálnými kosmickými projekty nebo se účastní kurzů ESA Academy. V rámci závěrečných prací vznikla například termální analýza družice QARMAN, dynamická analýza dvířek dalekohledu družice Proba-3, výpočet trajektorií pro misi LVICE2 nebo návrh zapalovacího systému raketového motoru pro projekt ESA.

Ústav souběžně s výukou rozvíjí i výzkumné kapacity, které se zaměřují na kosmické prostředí, zejména termálně-vakuové testování, návrh nosných struktur družic, astrodynamické, termální a strukturální výpočty a simulace proudění. V současnosti se také budují kapacity pro testování v mikrogravitaci a hypergravitaci a pro vývoj kosmických pohonů. Byly zde testovány například kompozitní konstrukce pro S.A.B. Aerospace a LA Composite, 3D tiskové materiály pro Prusa Research nebo zde byly uskutečněny kvalifikační testy radiačního detektoru HardPix, vyvinutého Ústavem technické a experimentální fyziky ČVUT. Ústav se podílel na návrhu lunární sondy LVICE². Pro ESA byl spoluřešitelem projektu nukleárního elektrického pohonu RocketRoll, kde se podílel na návrhu konverzního systému pro generování elektrické energie, systému pro odvod odpadního tepla a výpočtech proveditelnosti plánovaných misí a manévrů. Naši vědci spolupracují s HAPS (High-Altitude Pseudo-satellite) specialisty Stratosyst. Aktuálně ústav spolupracuje například se společností Stellar Exploration na návrhu kosmických pohonů.

LVICE² : projekt pro misi na Měsíc

Mise LVICE² měla být první českou sondou, která by s vlastním pohonem opustila zemskou orbitu a dosáhla oběžné dráhy Měsíce. Projekt, jenž zatím nedospěl do fáze realizace, byl veden společností esc Aerospace a byl řešen s dalšími firmami a akademickými institucemi. Hlavním cílem mise bylo měření koncentrace prachu v Kordylewského oblacích v okolí libračních bodů L4 a L5 systému Země-Měsíc. Jednalo by se o historicky první in situ měření tohoto jevu. Dalšími cíli bylo studium slunečního větru a charakterizace ionizujícího záření v cislunárním prostoru a sledování meziplanetárních rázových vln. Pro splnění těchto úkolů by sonda nesla deset přístrojů vyvinutých na ČVUT, Univerzitě Karlově a Akademii věd ČR. Ústav letadlové techniky se kromě ideového návrhu mise na projektu podílel především ve dvou oblastech – výpočtech orbitální mechaniky a návrhu systému regulace teploty. Unikátní profil mise si vyžádal poměrně netradiční řešení trajektorií, kdy sonda pro cestu k Měsíci využívá postupného zvyšování apogea a nízkoenergetického transferu. Pro průlet Kordylewského oblaků pak využívá společnou gravitaci Země a Měsíce na vzdálené retrográdní dráze. Celkem bylo navrženo 27 nominálních manévrů, které musí být provedeny pro splnění všech cílů mise. Kromě toho byly dále analyzovány například i úhybné manévry pro snížení doby zastínění. V rámci návrhu systému regulace teploty pak bylo největší výzvou udržení paliva nad bodem tuhnutí ve všech fázích mise. Pro udržení všech systémů v požadovaném rozsahu teplot byly navrženy izolační materiály a radiátory a upravena vnitřní struktura sondy. Kromě toho byla na ústavu prováděna i pevnostní analýza poměrně unikátního konceptu strukturální nádrže sondy.

Studentské týmy

Podporujeme i studentské týmy, zabývající se výzkumem v této oblasti. CTU Space Research je první studentský raketový tým složený z vesmírných nadšenců z různých fakult ČVUT. Jeho hlavním cílem je propojit teorii s praxí při stavbě civilních soutěžních raket. Studenti se zapojují do všech fází vývoje – od návrhu, přes výrobu až po marketing. Tým se podílí i na popularizaci vědy a techniky a reprezentuje ČVUT na domácích i zahraničních akcích. V současnosti vyvíjí novou raketu. Unikátní kompozitová samonosná nádrž bude doplněna o nové palivové potrubí. Nový design ventilů zajistí snadnější údržbu. S každým projektem přichází tým s inovacemi a těší jej podpora školy i partnerů. Kolegové mezi sebou rádi uvítají další nadšence, kteří se chtějí připojit k cestě ke hvězdám.

Vývoji raket a kosmonautice se věnuje Czech Rocket Society (CRS), první oficiální studentský spolek v České republice s tímto zaměřením, jenž vznikl v roce 2021 jako odpověď na rostoucí zájem o kosmické technologie a jejich praktické využití mezi českými studenty. Poskytuje platformu, kde mohou studenti technických oborů rozvíjet své dovednosti, experimentovat a účastnit se národních i mezinárodních soutěží.

autoři: Milan Dvořák a Jiří Teichman
foto: Jiří Ryszawy

OK-AUR 88

Ing. JAN FRÝBORT, Ph.D.
jan.frybort@fjfi.cvut.cz

Vesmírné plavidlo s jaderným pohonem

Lidstvo hledá cesty, jak se dostat dál a rychleji do vesmíru, ale naráží na limity současných raketových nebo iontových motorů. Revolučním řešením by mohl být vývoj jaderného pohonu, který nabízí vysokou účinnost a stabilní zdroj energie a tahu. Odborníci z Katedry jaderných reaktorů Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT zkoumají dvě možné cesty, jak jaderný potenciál využít pro průzkum hlubokého vesmíru a případné osídlení dalších planet.

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

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

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

Evropská vesmírná agentura (ESA) v současnosti hledá cesty, jak nahradit technologie dodávané dříve z Ruska. Jedná se zejména o radioizotopové zdroje elektrické energie a vývoj jaderných reaktorů pro budoucí mise k Marsu a dále do Sluneční soustavy. Z tohoto důvodu vypsala ESA v roce 2023 několik výzkumných výzev, které mají za cíl přinést dostatek podkladů k rozhodnutí o nasměrování budoucího výzkumu technologií pro jaderné pohony vesmírných plavidel.

Projekt Rocketroll

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

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

Jaderný elektrický pohon

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

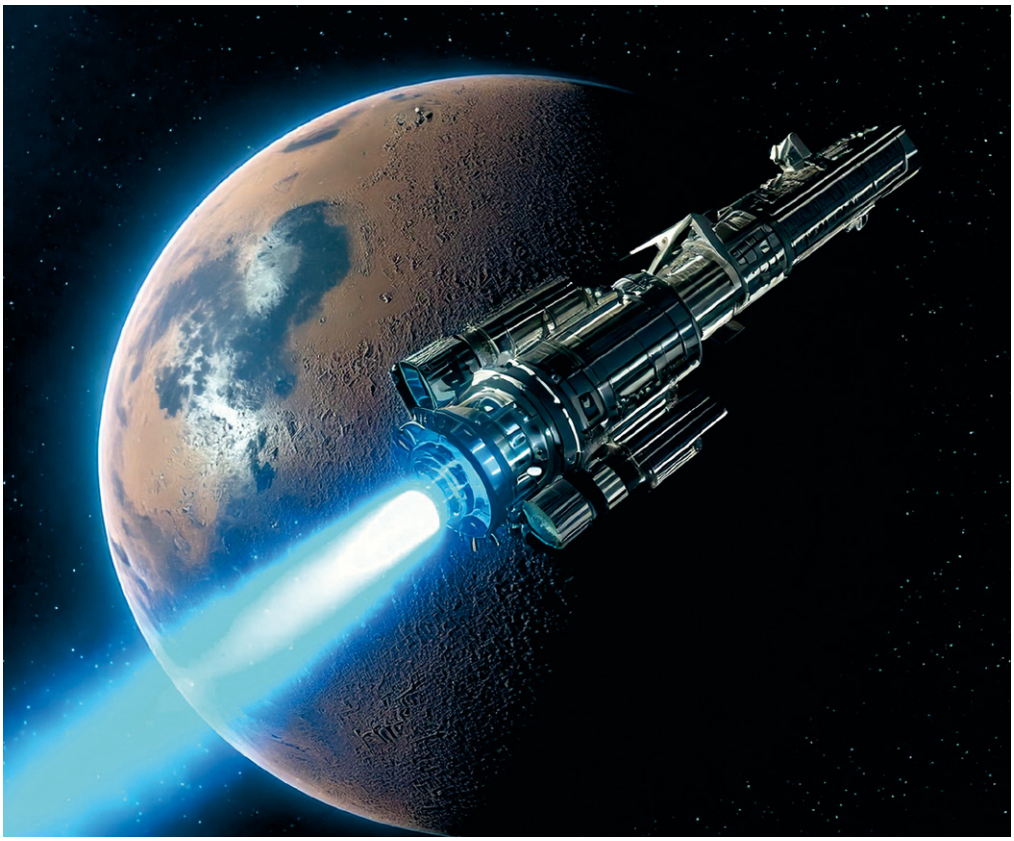
Jaderný tepelný pohon je založen na zahřívání reaktantu, jako je vodík, pomocí jaderného reaktoru, což vede k expanzi a vystřelení tohoto plynu skrze trysky a vytvoření tahu. Tato technologie nabízí výrazně vyšší účinnost ve srovnání s chemickými motory a je vhodná pro rychlé manévry a mise v hlubokém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

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

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

Základní parametry navrženého plavidla

V současné fázi vývoje není možné prezentovat všechny detaily navrženého plavidla, lze však představit základní východiska celého návrhu. Jaderný reaktor je dimenzovaný tak, aby poskytoval tepelný výkon dostatečně velký ke generování několika MW elektrické energie v konverzním



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

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

Jaderné reaktory ve vesmíru

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

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

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

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

Projekt MEGAHIT byl financovaný Evropskou komisí jako podpůrná akce zaměřená na vytvoření evropského plánu pro jaderný elektrický pohon s výkonem v řádu megawattů v rámci přípravy programu Horizont 2020. V rámci projektu bylo vytvořeno mezinárodní konsorcium a připraven referenční návrh vesmírného plavidla s celkovou hmotností převyšující 40 tun, délkou přes 30 metrů a plochou radiátorů přibližně 1000 m^2. Tepelný výkon jaderného reaktoru pro generování elektrické energie byl uvažován vyšší než 1 MW.

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

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

Jaderný tepelný pohon je založen na zahřívání reaktantu, jako je vodík, pomocí jaderného reaktoru, což vede k expanzi a vystřelení tohoto plynu skrze trysky a vytvoření tahu. Tato technologie nabízí výrazně vyšší účinnost ve srovnání s chemickými motory a je vhodná pro rychlé manévry a mise v hlubokém vesmíru.

autor: Jan Frýbort
ilustrace: archiv autora

doc. Ing. PATRIK KUTÍLEK, MSc., Ph.D.
kutilek@fbmi.cvut.cz

Zdraví astronautů při vzdálených misích

Zdravotnické technologie pro vesmírné aplikace

Zdraví astronautů při dlouhodobých vesmírných misích je klíčové nejen pro úspěch jednotlivých výprav, ale i pro budoucnost trvalého lidského osídlení vesmíru. Vystavení mikrogravitaci, vysokým dávkám radiace, uzavřenému prostředí a dalším extrémním podmínkám si vyžaduje nové technologie umožňující komplexní, nepřetržité sledování a řízení zdravotního stavu posádek. Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT, konkrétně tým Katedry zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva, se specializuje na výzkum a vývoj inovativních zdravotnických technologií, které zajistí ochranu zdraví astronautů a jejich schopnost čelit fyzickým i psychickým výzvám vesmírného prostředí.

Systém pro měření svalové aktivity osob během simulovaných vesmírných misí v laboratoři Hydronaut H03 DeepLab

Tento výzkum má navíc vysoký aplikační potenciál v oblasti pozemské medicíny, průmyslu, armádních aplikací a krizového managementu. Inovace v těchto oblastech rovněž přispívají k rozvoji tzv. Medicíny 4.0, která využívá nejmodernější digitální technologie pro personalizované, kontinuální a vzdálené sledování zdravotního stavu. Vědecký tým Zdravotnické technologie pro vesmírné aplikace se věnuje všem třem nosným oblastem odborného působení: vývoji pokročilých technologií, vědě a výzkumu, a vzdělávání, a to v kontextu vesmírných aplikací a lidského faktoru.

V rámci řady spoluprací vyvíjí vědecký tým FBMI technologie, které umožňují dlouhodobé sledování zdravotního stavu astronautů, a to během přípravy k letu, samotného letu a po návratu na Zemi. Pro vše uvedené je nutný vývoj specifických systémů a metod záznamu a zpracování dat, na kterém se podílejí studenti v rámci svých závěrečných prací. Mají tak možnost aktivně se podílet na vývoji nositelných a přenosných zařízení, systémech pro monitoring fyzického a psychického stavu a vhodných algoritmech zpracování a interpretace dat. V rámci svých bakalářských, diplomových a doktorských prací získávají praktickou zkušenost s výzkumnou činností a vývojem moderních technologií. Pod vedením odborných mentorů se zapojují do všech fází projektů – od návrhu, přes testování až po implementaci a analýzu výsledků. Studenti jsou motivováni k prezentaci svých výsledků na mezinárodních konferencích a ke spolupráci s výzkumnými institucemi a průmyslovými partnery. V rámci mezioborové spolupráce mají také příležitost komunikovat s odborníky v různých vědních disciplínách.

Základem vyvíjených technologií pro náročné podmínky jsou nositelná elektronika a kamerové systémy, které umožňují v reálném čase 24/7 měřit širokou škálu fyziologických, pohybových a environmentálních dat. Tyto systémy jsou navrženy tak, aby dokázaly sledovat změny ve zdravotním stavu jednotlivců i celých týmů. Fyziologická data zahrnují měření řady biomedicínských dat, což poskytuje komplexní obraz o fyzické a psychické kondici jedinců. Pohybová data jsou shromažďována prostřednictvím stabilometrických plošin, kamerových systémů a dalších typů nositelných senzorů, které umožňují sledovat motorické funkce a změny ve svalově-kosterním systému. Environmentální data zahrnují monitorování okolních podmínek, jako je teplota, vlhkost nebo kvalita vzduchu.

Systémy jsou schopny analyzovat a interpretovat data v reálném čase, čímž umožňují okamžitou zpětnou vazbu pro zajištění bezpečnosti a zdraví posádek, například během vesmírných misí, ale také v armádních operacích, na ponorkách nebo v polárních výzkumných stanicích. Využití těchto technologií je navrženo tak, aby podporovalo tzv. Medicínu 4.0, kde jsou telemedicínské technologie a umělá inteligence úzce integrovány do klinických aplikací. Umělá inteligence, konkrétně strojové učení, se stává jádrem mnoha aplikací moderní medicíny, a v případě vesmírných misí budou moci plnit zásadní úlohu. AI algoritmy integrované do systémů monitoringu umožňují detekovat automaticky změny ve fyziologických parametrech, což může být klíčové pro prevenci závažných zdravotních komplikací. Algoritmy vyvinuté týmem FBMI analyzují data v reálném čase a interpretují odchylky od normálních hodnot tak, aby varovaly posádku a lékařský tým na Zemi před vznikajícími problémy. Tyto systémy využívají strojového učení, které je možné přizpůsobit individuálním fyziologickým charakteristikám astronautů, což umožňuje personalizovaný přístup. Kromě toho budou tyto algoritmy schopny predikovat fyziologické reakce posádky na různé typy zátěže, což přispěje k optimalizaci

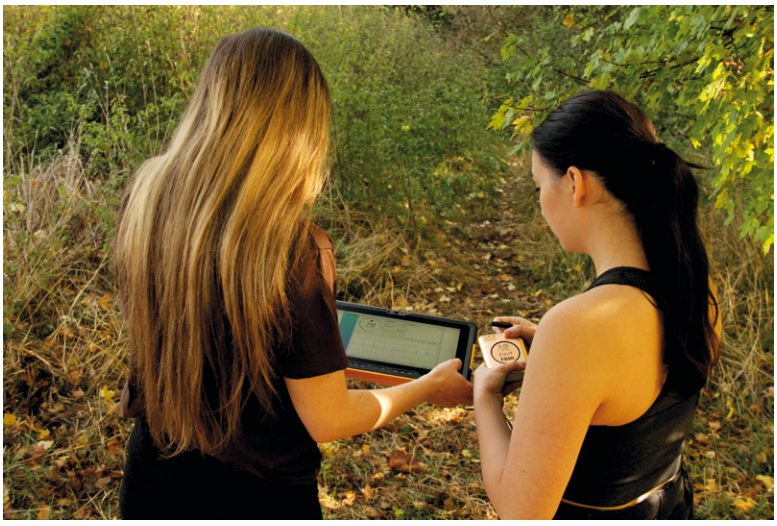
fyzické i psychické zátěže v průběhu mise.

V rámci dlouhodobého výzkumu metod záznamu a zpracování biomedicínských dat se vědecký tým FBMI podílí na vývoji inovativních technologií s dalšími R&D institucemi. Významná je spolupráce s Univerzitou obrany v Brně, konkrétně Vojenskou lékařskou fakultou, Univerzitou Karlovou, konkrétně Fakultou tělesné výchovy a sportu, Akademií věd, konkrétně Psychologickým ústavem, a dalšími. S partnery probíhá koordinace měření, volba vhodných experimentů v souladu s již existujícími vyšetřovacími a tréninkovými nástroji či návrh systémů měření. S partnery probíhají diskuze k obsahové části experimentů, neboť se jedná o multidisciplinární problematiku, kde je nutné zapojení řady odborníků.

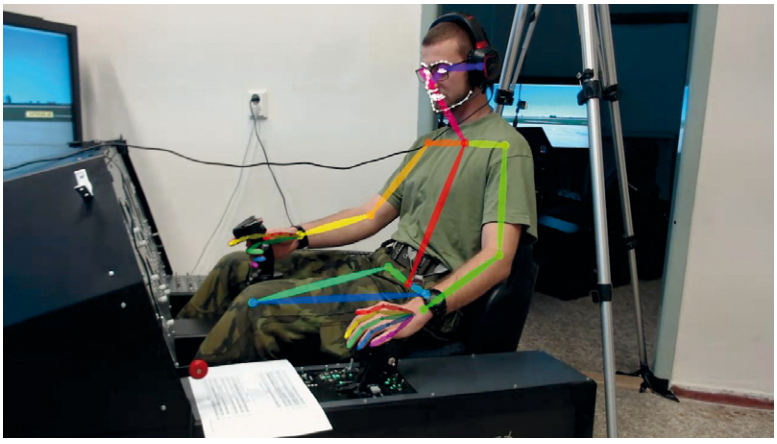
Významná spolupráce probíhá se zahraničními partnery. Slovenská akademie věd umožnila využít cenná biomedicínská data získaná během kosmického letu prvního slovenského kosmonauta Ivana Belly z roku 1999 v rámci vývoje nových metod zpracování dat. S partnery z National Taiwan University of Science and Technology jsou vyvíjeny nové metody měření a udržování fyzické kondice během dlouhodobých pobytů v stísněných prostorech. S Ben-Gurion University of the Negev jsou navrhovány perspektivní metody vzdáleného monitoringu pohybové aktivity a s Technion – Israel Institute of Technology jsou řešeny nové metody využití umělé inteligence k hodnocení pohybových dat.

Technologie vyvinuté v rámci uvedeného výzkumu mohou být v budoucnu aplikovány nejen během letů na oběžnou dráhu Země, ale například při letech na Mars nebo v dlouhodobých vesmírných stanicích, kde mohou hrát klíčovou roli v zajištění bezpečnosti a efektivity posádek. Schopnost analyzovat fyziologický a psychický stav posádky v reálném čase umožní minimalizovat rizika spojená s dlouhodobým pobytem v extrémních podmínkách a zvyšuje šance na úspěch budoucích misí.

autor: Patrik Kutílek
foto: archiv autora



Technologie pro monitorování kondice osob v ICE (isolated, confined, extreme) prostředích vycházejí z nositelných technologií vyvinutých pro sportovní aplikace



Systémy měření fyziologických a pohybových dat mohou nalézt využití v preselekci a screeningu pilotů (UO v Brně)

Biotelemetrický nositelný systém vyvinutý pro monitorování fyzického a psychického stavu osob v náročných prostředích

Systémy jsou schopny analyzovat a interpretovat data v reálném čase, čímž umožňují okamžitou zpětnou vazbu pro zajištění bezpečnosti a zdraví posádek, například během vesmírných misí, ale také v armádních operacích, na ponorkách nebo v polárních výzkumných stanicích.

doc. Ing. JAKUB HOSPODKA, Ph.D.
hospodka@fd.cvut.cz

Jak vesmír ovlivňuje letectví na Zemi

Ve vesmíru probíhá celá řada fenoménů, které mají přímý dopad na fungování některých systémů na Zemi. Tyto jevy se souhrnně označují jako vesmírné počasí (space weather). To ovlivňuje například fungování družicové navigace, dostupnost telekomunikačních služeb nebo úroveň radiace ve stratosféře. Všechny tyto faktory mají přímý vliv na leteckou dopravu, a proto se Katedra letecké dopravy Fakulty dopravní ČVUT zapojila do výzkumu této problematiky.

Zdrojem většiny vlivů vesmírného počasí je Slunce. Jeho efekty, jako jsou sluneční erupce, výrony koronální hmoty nebo vysokorychlostní sluneční vítr, je tedy třeba sledovat a případně předpovídat jejich dopad na Zemi. Například sluneční erupce mění hustotu ionosféry, a to především díky rentgenovému a ultrafialovému záření. Změna hustoty ionosféry následně ovlivňuje šíření signálů družicové navigace, které neprocházejí ionosférou nejkratší cestou, ale ohýbají se. To vede k znepřesnění určení pseudovzdálenosti, a tím i k méně přesnému určování polohy. Tento efekt tedy negativně ovlivňuje leteckou dopravu, ale zároveň představuje příležitost pro využití letadel jako detektorů chování GNSS na Zemi. V rámci Katedry letecké dopravy Fakulty dopravní již několik let probíhá výzkum možností využití letadel jako detektorů těchto dopadů. Dopravní letadla pravidelně vysílají svou polohu, zjištěnou pomocí družicové navigace, a zároveň je jejich poloha monitorována ze Země pomocí přehledové infrastruktury, jako jsou radary nebo multilaterace. Srovnání těchto poloh umožní odhadnout velikost ionosférické chyby. Vzhledem k tomu, že letadel je výrazně více než pozemních referenčních stanic, je tento přístup obzvlášť vhodný pro detekci lokálních scintilací, což jsou geograficky ohraničené bubliny v ionosféře, jež ovlivňují signál GNSS na malém prostoru. Výzkum na katedře ukazuje, že tento způsob detekce je efektivní zejména pro extrémní stavy vesmírného počasí, které jsou letadla schopna detekovat.

Dalším efektem vesmírného počasí je situace, kdy dojde k výronu elektromagnetických vln, které odpovídají vlnové délce radionavigačních prostředků. Pokud je intenzita takového výronu významná, může dojít k „přehlušení" leteckých systémů na Zemi, což znemožňuje jejich dostupnost, zejména v případě rádiového spojení. Tento dopad je obzvlášť kritický pro bezpilotní letadla, která jsou závislá na signálech dálkově řídícího pilota. Cílem výzkumu na katedře je vytvoření jednoduché aplikace pro provozovatele bezpilotních letadel, která by v reálném čase, na základě měření Astronomického ústavu Akademie věd, se kterým spolupracujeme, vyhodnocovala míru nebezpečí a informovala o možném riziku.

Posledním aspektem vesmírného počasí, kterým se Katedra letecké dopravy plánuje dále zabývat, je možný dopad radiace z vesmíru na zdraví člověka a fungování techniky. Vesmír je zdrojem různých typů záření (alfa, beta, gama, rentgen), které mohou nepříznivě ovlivnit zdraví lidí nebo výkon techniky. Většina této radiace je pohlcena atmosférou Země. Nicméně čím výše se letadlo pohybuje, tím méně radiace je atmosféra schopna pohlcovat, a tím většímu množství radiace je letadlo vystaveno. Množství radiace je naštěstí nízké a posádky letadel, pro které je to relevantní, mají povinnost sledovat dlouhodobé vystavení, aby nedošlo k překročení norem. Nicméně výzvou do budoucna je využití vysokého vzdušného prostoru. Tzv. High altitude operations (HAO) jsou nově plánované provozy ve výškách, kde doposud žádný provoz není, může jít o lety v mezosféře, tedy až ve výškách nad 80 km. Úroveň radiace je zde už tak vysoká že ohrožuje nejen lidské zdraví, ale také správné fungování techniky především vlivem častějšího výskytu tzv. single-eventupset. Cílem našeho výzkumu je tak najít vhodné postupy a nástroje k řízení letového provozu v těchto extrémních výškách, aby bylo provozně možné se vyhnout kritickým oblastem nebo časům a zajistit prostředkům ve vysokých výškách nejvyšší možnou míru bezpečnosti.

autor: Jakub Hospodka
ilustrační foto: Jiří Ryszawy

MICHAEL WAGNER
wagnemi4@fit.cvut.cz

První International Quantum Hackathon na FIT ČVUT v červnu přilákal 44 mladých talentů z celého světa. Devět studentských týmů dva dny pracovalo na řešení problémů pomocí kvantových technologií. Šíře řešených témat byla od rozpoznávání min v mořích, přes technologie v medicíně, bezpečnost v energetice, až po vesmírné technologie. Bronzový tým Toobee studentů FIT a FJFI přišel s orbitálním úklidem, který řešil pomocí kvantové optimalizace a využitím satelitů pro mechanické čištění.

Kvantové počítání

Optimalizace pro úklid vesmírného odpadu

„Soutěž byla zaměřena na oblast kvantového počítání, což je značně mnohorozměrná disciplína kombinující znalosti z kvantové fyziky, teoretické informatiky a matematiky. A tak jsme se snažili mít náš tým co nejvíce diverzifikovaný mezi těmito odvětvími. Mne a Artema Kandaurova z FJFI přivedla do kontaktu reprezentace ČVUT v soutěži IBM Qiskit Hackathonu Kvantového počítání na National Taiwan University v Tchaj-pej, která proběhla v minulém roce. Když jsme se dozvěděli, že kolegové Samuel Jursík, Martin Mašek studující obor matematického inženýrství a Jiří Viták z kvantových technologií na FJFI hledají tým, naše ideálně rozmanitá sestava byla utvořena. Nespojovalo nás žádné téma do soutěže, ale pouze myšlenka, že chceme něco změnit a zlepšit," říká Michael Wagner z Fakulty informačních technologií ČVUT, člen týmu Toobee.

A jak se vlastně rodil úspěch týmu Toobee? „V rámci mentoringu na soutěži nás nejvíce oslovil Ing. Tomáš Cinert ze společnosti Huld, zabývající se vesmírnými systémy, který nás seznámil s problémy, jimiž se NASA a Evropská kosmická agentura zabývají a vypisují na ně finanční příspěvky ve formě grantů. Dozvěděli jsme se, že v zemských orbitalech rotují miliony nebezpečných objektů, jež způsobují značné problémy. Jedná se zejména o menší tuhé objekty, připomínající kameny či kamínky různých velikostí v řádech jednotek až desítek centimetrů, které jsou způsobeny lidskou činností ve vesmíru i přirozenou cestou z meziplanetárního prostoru. Tyto objekty se vlivem gravitačního pole Země pohybují vysokou rychlostí v různých výškách a tím vznikají například srážky s našimi satelity, které tak vyřadí z provozu, nebo srážky při vysílání raket do vesmíru. Kromě toho se vlivem gravitace při svém rotování kolem Země tento odpad stále pousouvá do nižších orbitalů, až může dojít ke spadnutí na zemský povrch a způsobit tím materiální škody i ohrozit lidské životy. Odhad vesmírných agentur na cenu škody zapříčiněné těmito srážkami se pohybuje ročně v řádech stovek miliónů dolarů. A tím nám vzešlo téma, kterým bychom se chtěli dále zabývat," dodává.

Řešení bronzového týmu spočívá v tom, že jsou vyslány do orbitalů „popelářské" družice, které odpad mechanicky chytají do svých sítí, případně se využívají lasery na pozemských laboratořích, které vyhazují kameny do vyšších orbitalů (a tím pouze oddalují jejich problémovost). Jelikož se tyto kameny pohybují vysokou rychlostí v rozmezí výšek 200–36 000 km, je důsledkem toho vysoce náročná organizace a navádění těchto čističek. „Při snaze optimalizovat cenu za pohonné hmoty pro satelity, provozování laseru a celkového snížení rizika škod odpadem se dostáváme k problému, jenž je klasickými metodami, i s využitím High-performance computingu, prakticky nespočitatelný. V technickém názvosloví se jedná o variantu problému obchodního cestujícího, který patří mezi nejznámější a nejobtížnější optimalizační úlohy. V průběhu posledních let se ukázalo, že některé typy optimalizačních úloh bychom mohli na kvantovém počítači vyřešit efektivněji i bez existence rigorózního matematického důkazu. Kvantový počítač přijímá data v jiné formě, než jsme zvyklí, největším problémem, kterým se náš tým zabýval, bylo, jak tato data transformovat tak, aby průběh optimalizačního výpočtu na kvantovém počítači byl co nejvíce bezproblémový. Největší pozornost byla soustředěna na navržení systému priorit, který by při čištění bral ohled zejména na kameny největších velikostí pohybující se nejblíže ve směru objektů, které chceme chránit," vysvětluje Michael Wagner.

V rámci soutěže byl studentům umožněn vzdálený přístup k nejnovějším kvantovým počítačům od firmy IBM a mohli tedy otestovat teoretické návrhy na malých podproblémech. „I když jsou kvantové počítače stále v raném stádiu vývoje, jejich velký potenciál podněcuje větší pozornost od akademie i komerční sféry, a to umožňuje těmto projektům nadále pokračovat v realizaci," dodává Michael.

(red)
foto: archiv týmu Toobee

Mgr. ROBERT FILGAS, Ph.D.
robert.filgas@cvut.cz

Detektor dokáže najít vodu na Měsíci

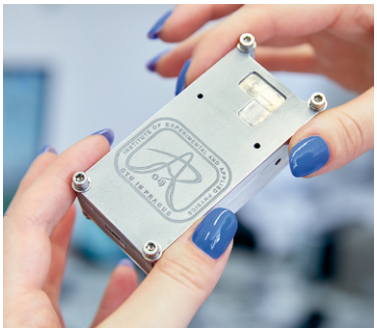
Detektory na bázi senzorů Timepix vyvinuté v Ústavu technické a experimentální fyziky ČVUT (ÚTEF) již řadu let úspěšně dobývají vesmír. Jsou využívány na Mezinárodní vesmírné stanici (ISS) i na řadě satelitů, Evropská kosmická agentura (ESA) s nimi počítá pro lunární orbitální stanici Gateway a v brzké budoucnosti by také měly pomoci hledat vodu na Měsíci.

Na mezinárodní kosmické stanici a satelitech fungují detektory na bázi Timepix od roku 2012. Pracovníci ÚTEF tehdy společně s univerzitou v Houstonu a americkou vesmírnou agenturou NASA umístili šest detektorů velikosti USB klíčenky na ISS, kde sloužily jako osobní dozimetry. Při jejich vývoji vycházeli výzkumníci ÚTEF vstříc potřebám NASA, která chtěla mít o dávkách radioaktivity, jimž jsou astronauti vystavováni, přehled v reálném čase.

Na satelitech

Laboratoř detektorových technologií ÚTEF, pro kterou se spolupráce s ISS stala pomyslnou „branou do kosmu", postupně vyvinula sofistikovanější detektory HardPix využitelné na satelitech. Ty na rozdíl od běžných dozimetrů, které měří jen předanou energii částic a určují radiační poškození, které elektronika nebo astronaut obdrží, dokáží radiační prostředí také charakterizovat. Tedy přesně určit typ částic, jejich tok a energie. A zároveň mohou zkoumat, zda částice přicházejí ze Slunce nebo z galaktického pozadí – zpoza Sluneční soustavy. Díky tomu se dají sledovat a částečně i předpovídat například sluneční bouře, které dokáží nejen poškodit satelity, ale i přerušit rádiové a GPS signály.

První zařízení pro let do kosmu, SATRAM (Space Application of Timepix Radiation Monitor), vyvinuli vědci z ÚTEF společně s kroměřížskou společností CSRC (nyní BD SENSORS). Do vesmíru se dostalo v roce 2013 na satelitu Evropské



Nejnovější radiační detektor ÚTEF HardPix o velikosti zhruba 8 x 4 x 2 cm a hmotnosti 150 g. Na předním krytu jsou vidět vyfrézované filtry pro určení energií detekovaných elektronů.

kosmické agentury Proba-V, který zkoumá zemskou vegetaci z výšky 820 km. Nachází se ve vakuu, je vystavené daleko většímu radiačnímu toku částic, musí odolávat značným teplotním výkyvům a tomu se musí také přizpůsobit vývoj vyčítací elektroniky, která komunikuje se senzorem Timepix. Detektor SATRAM v těchto náročných podmínkách obstál: na satelitu Proba-V funguje dodnes, třebaže mise několikrát překročila svoji plánovanou životnost.

Vzhledem k tomu, že šlo o vůbec první zařízení s čipem Timepix, které se osvědčilo v otevřeném kosmu, na detektorovou laboratoř ÚTEF se začala obracet i další pracoviště provádějící vesmírný výzkum. Postupně vylepšované verze radiačních detektorů s čipem Timepix absolvovaly několik dalších misí, mj. s českým CubeSatem VZLUSAT-1 (2017) či s japonským satelitem RISESAT (2019).

Výzkumníci z ÚTEF vyvinuli v roce 2018 na základě dosavadních úspěšných zkušeností univerzálně využitelný prototyp detektoru MIRAM (Miniaturized RAdiation Monitor), na jehož základě později vznikla jeho definitivní a dnes široce využívaná podoba HardPix.

Finance na vývoj obou zařízení poskytla v rámci svých projektů ESA, která v nich pro sebe uviděla potenciál. V agentuře od počátku počítali s tím, že zařízení jako HardPix by mohlo být časem umístěno na všechny její mise. A tak se už v zadání objevil požadavek, aby měl detektor malý objem a hmotnost. Oproti doposud používaným zařízením SREM (Standard Radiation Environment Monitor) či NGRM (New Generation Radiation Monitor) se měly zmenšit o jeden řád při maximálním možném zachování funkčnosti. Původní detektory ESA váží více než 1 kg a mají objem přes 1 l, takže do stále více využívaných CubeSatů se prakticky nedají integrovat. Oproti tomu HardPix má váhu jen 150 g a vejde se do dlaně.

O detektory HardPix by mohly perspektivně projevit zájem i komerční firmy. A také vývojářům satelitů by mohly pomoci optimalizovat podobu jejich jednotlivých komponent. Pokud má satelit létat na určité orbitě po stanovenou životnost, musí se design přizpůsobit radiační degradaci součástek – solárních panelů i veškeré elektroniky. A síť radiačních monitorů typu HardPix nabízí možnost přesně stanovit dávku, které je na daném místě a za daný čas satelit vystavován, a podle toho optimalizovat výběr součástek tak, aby nebyly odolné málo, ale ani příliš (radiačně odolné součástky jsou mnohem dražší a méně výkonné).

Zájem ze strany komerčních firem však zatím příliš velký není.

Detektor SATRAM v podobě žluté krabičky na spodní straně satelitu Proba-V. První zařízení s čipem Timepix v otevřeném vesmíru.

A tak ÚTEF spolupracuje především s vesmírnými agenturami. I ty mohou při vývoji satelitů díky popsaným schopnostem detektorů HardPix ušetřit, ale zajímavý je pro ně především vědecký aspekt: získávání dat pro sledování „vesmírného počasí" a ideálně i jeho předpověď. A ÚTEF, který svým partnerům detektory často poskytuje v rámci vědecké spolupráce, se zase může podílet na vyhodnocování dat. Společné publikace a dokončené doktoráty jsou potom měřítkem vědeckého výkonu a prestiže nejen v rámci ČVUT, ale i celosvětově.

Přenos dat

Z prvních prototypů detektorů vyvinutých v ÚTEF se z vesmíru přenášely velké objemy hrubých dat, která bylo nutné na Zemi zpracovávat. A to znamenalo časovou prodlevu. V případě ISS nebo satelitu Proba-V, které využívají síť pozemních stanic ESA a mohou stahovat velké objemy dat, to nepředstavuje velký problém. Potíž nastává u malých CubeSatů, které jsou závislé například na stanici menší společnosti nebo univerzity, která může data přenášet jen v omezeném množství a často jen ve chvíli, kdy nad ní satelit prolétá.

A to je dnes pro výzkumníky ÚTEF nová výzva. V poslední době pracují na vývoji speciálního softwaru založeného na umělé inteligenci či neuronových sítích, který umožňuje vyhodnocovat získaná data přímo v detektoru HardPix, tedy přímo ve vesmíru. Jestliže hardware detektorů již dosáhl velké pokročilosti, schopnost zpracovávat data „on board" může jejich hodnotu ještě značně zvýšit. Vedle malé velikosti, váhy a spotřeby by se tak jeho předností mohl stát také minimální objem nezbytného přenosu dat.

Vzhledem k vysokým nákladům na vývoj takového zařízení je dnes pro ÚTEF důležitá především spolupráce s agenturami jako ESA, která podobné projekty financuje a kde má ÚTEF díky předchozím úspěchům dobré jméno.

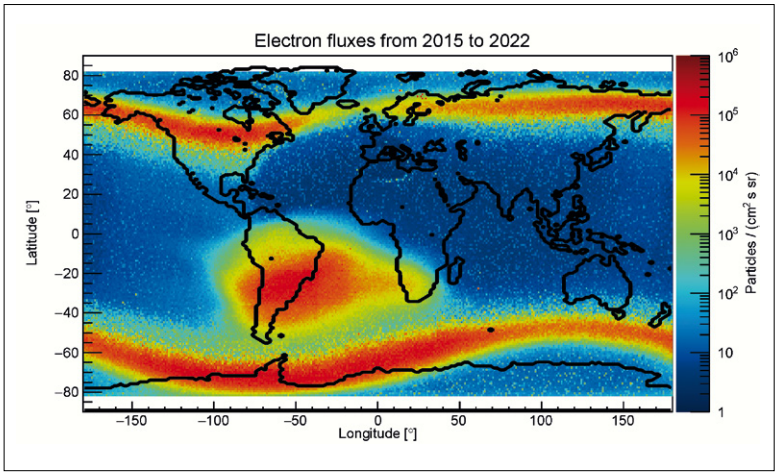
Jedním z příkladů úspěšné spolupráce je plánovaná vesmírná stanice Gateway, která bude obíhat kolem Měsíce. ESA plánuje na první stavební modul stanice umístit všechny evropské radiační monitory, které se v minulosti osvědčily. A tak oslovila i ÚTEF s tím, že chce zvenčí stanice instalovat dva detektory HardPix, a zevnitř podobné zařízení MiniPIX vyvinuté na základě patentů ÚTEF jeho spin-off společností ADVACAM.

Perspektivní je také spolupráce s Robinsonovým ústavem z Nového Zélandu, který vyvíjí supravodivé magnety a chce zjistit, jaký vliv má supravodivý magnet na radiační prostředí ve vesmíru. Na jejich zařízení, které bude na začátku roku 2025 přimontováno na plášť ISS, budou umístěny dva HardPixy.

A konečně – ÚTEF již delší dobu plánuje využití zařízení na bázi Timepix jako neutronového spektrometru. Neutrony byly při průzkumu radiačního prostředí v kosmu doposud přehlížené, přestože dokáží také značně škodit. Cílem výzkumníků ÚTEF bude jejich detekce. A s pomocí neutronových spektrometrů se chystají také hledat vodu na Měsíci a případně Marsu. Pokud těleso jako Měsíc nebo Mars nemá magnetické pole a hustou atmosféru, jeho povrch je neustále bombardován kosmickým zářením. Jeho interakcí s povrchem vznikají rychlé neutrony, které se při průchodu vodou zpomalují, a měřením toku těchto pomalých, tzv. termálních neutronů lze mapovat výskyt vody pod povrchem.

Ideální by samozřejmě bylo umístit zařízení na robotické vozítko, které by povrch mohlo zkoumat lokálně. Na Marsu se již o něco podobného pokoušela mise Curiosity, ale na Měsíci by mohlo jít o světovou premiéru. Podobnou misi výhledově chystá ESA. Ale Měsíc se dnes snaží dobýt i menší komerční společnosti, které by detektory vyvíjené v ÚTEF díky nízké váze a rozměrům také mohly zaujmout.

autor: Robert Filgas
ilustrace: archiv autora



Tok elektronů na oběžné dráze Země naměřený detektorem SATRAM mezi lety 2015 a 2022. Lze vidět zvýšený tok částic v blízkosti pólů a v oblasti jihoatlantické anomálie, který je následkem tvaru magnetického pole Země.

Ing. Mgr. RADOVAN SUK
sukradov@fel.cvut.cz

Virtuální astronauti

Úniková hra přináší zážitek vesmírné mise

Virtuální realita otevírá nové možnosti pro vzdělávání i seberozvoj. Aplikace, kterou vyvinuli odborníci z Fakulty elektrotechnické ČVUT (FEL) ve spolupráci s partnery, je toho důkazem – propojuje vědu, týmovou aktivitu a herní zábavu. Studenti na vybraných středních školách si díky ní mohou vyzkoušet roli astronautů, objevovat taje vesmíru a čelit reálným výzvám. Rozvíjejí tak nejen technické znalosti, ale i schopnost řešit problémy pod tlakem, což je nezbytné i v každodenním životě na Zemi.

Vstoupit do světa vesmíru, zažít na vlastní kůži stav beztíže a plnit vědecké úkoly jako skuteční astronauti – to vše nyní umožňuje aplikace Deloitte Space Shuttle, která využívá virtuální realitu. Nová úniková hra, kterou společně vytvořili vývojáři z Katedry počítačové grafiky a interakce FEL a poradenská a technologická společnost Deloitte, poskytne studentům i široké veřejnosti jedinečný zážitek. Celý projekt byl realizován s podporou Planetum – Hvězdárny a planetária hl. města Prahy, který garantoval odbornou stránku aplikace.

Deloitte Space Shuttle je týmová multiplayerová hra, která simuluje život a práci na palubě Mezinárodní vesmírné stanice (ISS). Po nasazení VR brýlí se hráči ocitnou v autentickém prostředí inspirovaném skutečným kosmickým modulem. „Naším cílem bylo vytvořit co nejrealističtější prostředí. Hráči například musí předměty ve stavu beztíže připevňovat suchými zipy, jinak by plavaly volně ve vzduchu," říká vedoucí laboratoře virtuální a rozšířené reality FEL dr. David Sedláček.

„Naším cílem bylo vytvořit co nejrealističtější prostředí," říká vedoucí laboratoře virtuální a rozšířené reality FEL dr. David Sedláček.

Vývoj aplikace trval dva roky a na jeho podobě se významně podílelo osm studentů této fakulty. Ti při programování využívali reálné materiály a záběry z ISS, aby vytvořili co nejvěrnější simulaci podmínek na oběžné dráze. „Díky virtuální realitě se hráči musí přizpůsobit i nezvyklému způsobu pohybu – odrážejí se od madel a přidržují se jich, což je velmi specifická zkušenost," popisuje David Sedláček klíčovou vesmírnou odlišnost, kterou museli vývojáři zvládnout. Přesto aplikace zachovává komfort uživatelů a omezuje například možnost otáčení se ve vzduchu, aby nevznikal pocit nevolnosti.

Aplikace míří do škol

Aplikace obsahuje dva herní scénáře. První z nich je zaměřený na vzdělávání, kde tříčlenná posádka plní výzkumné úkoly a provádí vědecké experimenty, podobně jako skuteční astronauti. Druhý scénář přináší napětí a drama. V něm hráči čelí reálným hrozbám vesmíru, jako je útok kosmického smetí nebo radiace, a jejich úkolem je rychle a efektivně reagovat, aby zachránili stanici i sebe.

„Když se hra přepne do režimu únikové hry, účastníci musí spolupracovat a využít týmového ducha, aby splnili úkoly a dostali se do bezpečí," vysvětluje Jan Spratek z Planetum. Tato herní dynamika rozvíjí nejen technické dovednosti hráčů, ale i jejich schopnost zvládat stres při práci v týmu.

Nová aplikace bude brzy dostupná na dvou středních školách – Gymnáziu Josefa Božka v Českém Těšíně a Smíchovské střední průmyslové škole a gymnáziu. Planetum navíc plánuje nasadit aplikaci pro širokou veřejnost ve své virtuální laboratoři. Tímto způsobem se zážitky z vesmíru dostanou k širšímu publiku a pomohou popularizovat vědecká témata, zejména mezi studenty a žáky základních a středních škol.

Původně byla aplikace vytvořena pro interní účely Deloitte, jako nástroj pro nábor nebo teambuilding. Postupem času však její potenciál narostl a nyní ji Deloitte profiluje jako službu v oblasti mentoringu a rozvoje lidských zdrojů. Aplikace totiž umožňuje sledovat herní akce z pohledu třetí osoby. Pozorovatelé tak mohou poskytovat rady hráčům, případně hodnotit jejich týmovou spolupráci a komunikaci. Často se po několika minutách odhalí, jaké emoce hráči prožívají a jak se chovají pod tlakem.

Inovativní technologie tak přináší nový způsob, jak rozvíjet schopnosti jednotlivců i týmů zábavnou formou. Projekt má velký potenciál nejen v Česku, ale i globálně, což potvrzuje i plánovaná verze aplikace v angličtině pro mezinárodní trh.

autor: Radovan Suk
foto: Petr Neugebauer, FEL

Vstoupit do světa vesmíru, zažít na vlastní kůži stav beztíže a plnit vědecké úkoly jako skuteční astronauti – to vše nyní umožňuje aplikace Deloitte Space Shuttle, která využívá virtuální realitu.

Vývoj aplikace trval dva roky a na jeho podobě se významně podíleli studenti Fakulty elektrotechnické ČVUT.

Ing. MILAN SLIACKY, Ph.D.
sliacky@fd.cvut.cz

Bc. JOLANA JERIOVÁ
jeriojol@student.cvut.cz

Kosmický odpad

Skrytá hrozba vesmíru očima studentky

Perspektivním kosmickým technologiím se na Fakultě dopravní ČVUT dlouhodobě věnuje projekt Technologie pro blízký vesmír. Pod vedením Ing. Milana Sliackeho, Ph.D., z Katedry dopravní telematiky v jeho rámci vznikla zajímavá bakalářská práce studentky Jolany Jeriové zabývající se kosmickým odpadem – fenoménem, který je stále častěji skloňovaný nejen v odborných diskusích. Přinášíme informace a názory z práce, kterou studentka úspěšně obhájila.

Foto nahoře: Družice na oběžné dráze rozpadající se na několik kusů. zdroj: Wikipedie https://en.wikipedia.org/wiki/Space_debris#/media/File:Satellite_break-up_ESA375611.jpg

Kolem Země se právě teď pohybuje přes 130 milionů uměle vytvořených objektů, které mají energii alespoň jako padající jablko. Ale jen necelé jedno procento z těchto objektů je možné detekovat, sledovat a případně se mu vyhnout. Některé mají velikost mikrometru a neváží ani jeden gram, jiné mají velikost osobního vozidla a váží pár tun. Takové předměty tvoří kosmický odpad. Obíhají Zemi, nemají (již) žádnou funkci a kvůli své vysoké rychlosti, a tedy vysoké kinetické energii představují riziko pro jiné, funkční, či dokonce obydlené objekty ve vesmíru.

Kosmický odpad o hmotnosti jednoho gramu pohybující se rychlostí 7 km/s má stejnou kinetickou energii jako osobní vozidlo pohybující se přes 20 km/h. Větší těleso, řekněme hliníková koule o průměru 10 cm, bude mít při stejné rychlosti kinetickou energii stejnou jako osobní vozidlo jedoucí přes 210 km/h. Kolize s takovýmto objektem ve vesmíru představuje katastrofické následky, a to přitom víme minimálně o 40 000 objektech větších než 10 cm. Bylo by tedy velmi nešťastné, kdyby k takovým kolizím docházelo. Bohužel k nim již dochází…

V roce 2009 se srazily dvě družice, jedna aktivní a druhá neaktivní – tedy kosmický odpad. Obě měly hmotnost několik stovek kilogramů a jejich kolizní rychlost byla skoro 12 km/s. Důsledkem tohoto střetu bylo přes 1 800 fragmentů větších než 10 cm, 60 000–120 000 fragmentů větších než jeden cm a přibližně 3–6 milionů fragmentů větších než jeden milimetr. Tato kolize byla, co do počtu fragmentů, jednou z nejkatastrofálnějších. Víc objektů vzniklo jen u tzv. antisatelitního testu (jedná se o test zbraně určené ke zničení družice) v roce 2007, kdy Čína vyzkoušela svou zbraň a zničila (bohužel úspěšně) svou meteorologickou družici. Při této události vzniklo přes 3 400 fragmentů větších než 10 cm.

S velikostí objektů v případě kolize roste závažnost následku, ovšem klesá pravděpodobnost kolize. Problém ovšem představují takové objekty, které jsou příliš malé, aby je šlo spolehlivě sledovat, ale zároveň příliš velké, aby napá-

Kosmický odpad je problém, který se musí řešit v relativně krátké době, abychom mohli i nadále využívat výhody, které nám vesmír přináší. V sázce je provádění vědeckého výzkumu ve vesmíru, globální satelitní navigační systémy, a také satelitní komunikační systémy. Abychom si udrželi možnost zkoumat vesmír a zajistili udržitelný rozvoj těchto systémů, je nutné investovat do řešení a regulací, které zajistí bezpečný a čistý vesmír pro budoucí generace.

chaly při kolizi zanedbatelnou škodu. Taková skupina objektů dostala název Lethal Non-Trackable (LNT) debris (Smrtící nesledovatelné objekty). Jejich velikost může být několik centimetrů.

Množství kosmického odpadu v čase roste, a to exponenciálně. A roste nejen počet kusů kosmického odpadu, ale samozřejmě také počet funkčních satelitů. To je dané především v současnosti již relativně levnou dopravou do vesmíru. To, co bychom před více než 40 lety dopravili do vesmíru za 85 000 amerických dolarů, nyní stojí necelé 2 000. Důvodem jsou mimo jiné znovupoužitelné raketové nosiče.

Kvůli mnoha důvodům, zejména nízké latenci signálu, ale také výše uvedené levné dopravě, se stala velmi oblíbenou nízká oběžná dráha (výška oběžné dráhy do 2 000 km nad povrchem Země). Na ní je velké množství funkčních družic, ale také například Hubbleův vesmírný dalekohled a Mezinárodní vesmírná stanice (ISS). Zvlášť v posledních letech zde přibývá velké množství družic od společnosti SpaceX, a to družice Starlink. Jedná se o satelitní konstelaci zajišťující internetové pokrytí po celé Zemi. K říjnu 2024 se na nízké oběžné dráze vyskytovalo přes 6 400 funkčních satelitů Starlink, což tvoří přes 60 procent všech satelitů v blízkém vesmíru! Ale i na této oběžné dráze se nachází velké množství kosmického odpadu: fragmenty z výše zmíněné kolize a antisatelitního testu, neaktivní družice a nejrůznější jiné typy kosmického odpadu.

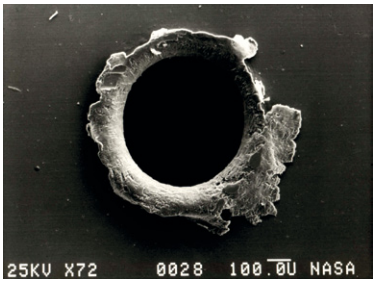
Protože je Mezinárodní vesmírná stanice obydlená, je nutné neustále vyhodnocovat potenciální riziko kolize ISS s kosmickým odpadem. Pokud pravděpodobnost kolize ISS s jiným objektem přesáhne 0,01 procenta, musí se provést tzv. protikolizní manévr, při kterém se upraví orbita ISS. Od roku 1999 bylo nutné provést již 38 takovýchto manévrů, jejichž příčinou byl kosmický odpad. Tolikrát již byli astronauti v ohrožení.

Řešením problému kosmického odpadu není jednoduché, ale existuje několik inovativních přístupů. Vědci pracují na satelitech, které se po skončení mise dokážou navést na nízkou oběžnou dráhu a následně shoří v atmosféře. Jsou vyvíjeny lasery, které by mohly měnit dráhu menších úlomků, a také speciální vesmírné tahače, které by mohly odstraňovat větší kusy odpadu. Český projekt LASAR zkoumá možnosti využití laserů k přetížení solárních panelů specifických nebo vybraných satelitů. Přetížením panelu dojde k jeho odpojení prostřednictvím přepěťové ochrany, postupnému vybití baterie a následnému restartu celého systému. Díky vynucení restartu je šance na opravu softwarové poruchy, která často bývá příčinou znefunkčnění satelitu. Ale důležitá je také prevence vniku kosmického odpadu: moderní raketové nosiče a satelity jsou navrhovány tak, aby minimalizovaly uvolňování odpadu, a to ve všech fázích své činnosti.

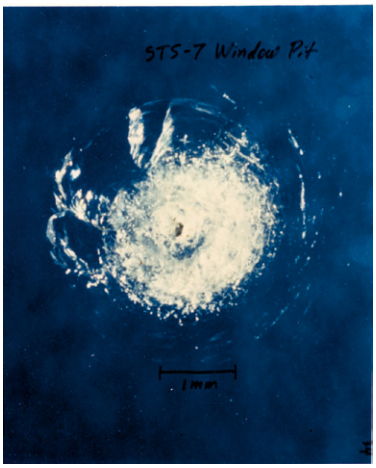
Vesmír patří všem, a proto je potřeba spolupráce mezi státy. Mezinárodní organizace, jako je OSN, už diskutují o regulacích, které by omezily vznik nového odpadu. Bezpečnostní protokoly, jako je sledování a plánování úhybných manévrů, jsou dnes klíčové. V roce 2021 se například musela ISS třikrát vyhnout kolizím s vesmírným odpadem.

Kosmický odpad je problém, který se musí řešit v relativně krátké době, abychom mohli i nadále využívat výhody, které nám vesmír přináší. V sázce je provádění vědeckého výzkumu ve vesmíru, globální satelitní navigační systémy, a také satelitní komunikační systémy. Abychom si udrželi možnost zkoumat vesmír a zajistili udržitelný rozvoj těchto systémů, je nutné investovat do řešení a regulací, které zajistí bezpečný a čistý vesmír pro budoucí generace.

(red)



Zásah fotovoltaického panelu družice SolarMax pod elektronovým mikroskopem. Otvor má průměr 0,5 mm. foto: NASA https://de.m.wikipedia.org/wiki/Weltraum-müll#/media/Datei%3ASMM_panel_hole.jpg



Malý impaktní kráter na jednom z oken raketoplánu Challenger po kolizi s kouskem barvy během letové mise STS-7. zdroj: Wikipedie https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Space_debris_impact_on_Space_Shuttle_window.jpg

Následek nárazu malého hliníkového projektilu ve velmi vysoké rychlosti do hliníkového kvádru. Projektil má průměr 1,2 cm, pohyboval se rychlostí 6,8 km/s a kvádr má tloušťku 18 cm. Takové rychlosti a velikosti jsou u kosmického odpadu na nízké oběžné dráze obvyklé, fotografie dokazuje, že kinetická energie takových objektů je velmi velká. Projektil na fotce mimochodem není originál, ten se při nárazu vypařil. zdroj/kredit: ESA https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Hypervelocity_impacts_and_protecting_spacecraft

Pět kroků, které omezí problémy s ukládáním dat

Tipy pro správu kritických podnikových dat, složitých pracovních zátěží a distribuovaných prostředí

Současné podnikání je založeno na datech. Využití analytiky a poznatků získaných z dat je klíčové pro podporu inovací a přijímání informovaných rozhodnutí. Správa rostoucích objemů kritických podnikových dat, orientace ve složitých pracovních zátěžích a řešení distribuovaných úložných prostředí však mohou představovat značnou výzvu. Následuje pět návrhů účinných strategií, jak řešit běžné problémy s ukládáním dat a vylepšit infrastrukturu podnikového úložiště.

Efektivní škálování pomocí objektového úložiště

Organizace generují a analyzují obrovské objemy nestrukturovaných dat; škálovatelnost úložiště objektů se proto stává kritickým faktorem. Růst dat probíhá exponenciálně a často bývá nepředvídatelný, což může stávající systém úložišť rychle zahltit. Chcete-li udržet krok s měnícími se požadavky na úložiště, potřebujete řešení, které lze snadno škálovat, a to jak horizontálně, tak i vertikálně.

Objektové úložiště poskytuje škálovatelné řešení tím, že ukládá data v diskrétních jednotkách, nikoli v hierarchických adresářích nebo blocích s pevnou velikostí. Každé jednotce je přiřazen jedinečný identifikátor, což umožňuje její efektivní správu a vyhledávání v distribuovaném systému. Tento přístup předchází problémům s výkonem, které jsou spojené s tradičními blokovými nebo souborovými úložnými systémy.

Tip: Řešení jako FlashBlade nabízejí téměř nekonečnou škálovatelnost, která umožňuje přizpůsobení rychle se zvětšujícím objemům dat. Takto lze zajistit náskok před růstem dat, aniž by bylo třeba snižovat výkon systému.

Optimalizace výkonu pomocí víceúrovňového úložiště

Různé typy dat a pracovních zátěží mají různé požadavky na výkon. Zatímco vysoce výkonná úložná řešení, jako jsou disky SSD, jsou nezbytná pro kritické podnikové úlohy, data s méně častým přístupem lze ukládat úsporněji. Víceúrovňové úložiště umožňuje přidělovat data do různých úrovní úložiště na základě jejich výkonnostních potřeb a nákladové efektivity.

S vrstveným úložištěm lze dynamicky přesouvat data mezi jednotlivými úrovněmi na základě vzorů přístupu, aniž by došlo k narušení výkonu systému. Například úložiště FlashArray//X dokáže efektivně zpracovávat vysoce výkonné úlohy úrovně (tier) 0 a kritické úlohy úrovně 1, zatímco méně kritická data se dají přesunout tak, aby ukládání bylo úspornější.

Tip: Konsolidace pracovních zátěží do jediného úložiště prostřednictvím softwarově definovaného úložiště může eliminovat problémy s migrací a zajistit konzistentní výkon v celé infrastruktuře.

Zvýšení zabezpečení pomocí vestavěných ochranných prvků

Nárůst ransomwaru a dalších sofistikovaných kybernetických hrozeb zdůrazňuje potřebu robustního zabezpečení dat. Tradiční ochrana perimetru sítě je důležitá, ale i data uložená uvnitř organizace potřebují ochranu před škodlivými útoky i náhodnou ztrátou.

Přijetí víceúrovňové architektury zálohování a využití úložných řešení s vestavěným šifrováním může výrazně zvýšit zabezpečení dat. Platforma Evergreen//One se integruje se systémy FlashArray, FlashBlade a Pure1 a nabízí pokročilé funkce zabezpečení. Patří mezi ně vždy zapnuté šifrování, ověřování na úrovni protokolu a snímky SafeMode, které snižují rizika ransomwaru a zajišťují, že data zůstanou chráněná a obnovitelná.

Zajištění infrastruktury i pro budoucí požadavky

Chce-li si firma udržet agilitu a konkurenceschopnost, musí úložnou infrastrukturu přizpůsobovat vyvíjejícím se požadavkům a technologickému pokroku. Softwarově definovaný přístup poskytuje flexibilitu a škálovatelnost potřebnou k tomu, aby systémy byly stále aktuální a přitom nedocházelo k omezením na úrovni hardwaru.

Portfolio Evergreen nabízí platební model předplatného, který umožňuje bezproblémové upgrady a rozšíření. Tento přístup zákazníkům pomůže udržet krok s měnícími se požadavky na data a zároveň snížit celkové náklady na vlastnictví (TCO). Produkty Evergreen zajišťují, že systém úložišť zůstane pružný a aktuální, čímž chrání investice a minimalizuje rizika narušení.

Zjednodušení správy úložišť

Správa stále distribuovanějších a složitějších úložných prostředí může představovat problém. Komplexní řešení správy úložišť ale dokáže zjednodušit správu, zajistit dostupnost dat a shodu s předpisy a zároveň snížit zátěž týmů IT.

Systém Pure1 poskytuje jednotné rozhraní pro správu všech úložných polí s využitím optimalizací založených na umělé inteligenci a proaktivní podpory. Průběžným monitorováním a řešením potenciálních problémů dříve, než ovlivní provoz, zvyšuje Pure1 efektivitu správy úložišť a podporuje úsilí týmů podnikového IT.

Cesta vpřed

Zvládnutí složitosti prostředí moderního IT vyžaduje strategickou rovnováhu mezi řízením rizik a podporou inovací. Zaměřením se na zmíněné strategie mohou podniky snížit problémy s ukládáním dat, zmírnit související rizika a vytvořit základ pro udržitelné inovace, které povedou k dlouhodobému úspěchu.

Paul Melmon,
ředitel pražského R&D centra Pure Storage

Zvon po odleptání vřetena a zavěšení srdce

Zvon nanesený na vřeteno z Al slitiny

DAVID BŘEZINA
david.brezina@fjfi.cvut.cz

Ing. ONDŘEJ KOVÁŘÍK, Ph.D.
ondrej.kovarik@fjfi.cvut.cz

Na veletrhu FORMNEXT v Německu v druhé půlce listopadu představili odborníci z Katedry materiálů Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT (FJFI) unikátní zvon, který vznikl díky metodě nadzvukového nanášení materiálu, známé jako „cold spray". Zvon má ukázat, že poškozené historické zvony lze touto metodou opravit bez zhoršení zvukových vlastností.

Unikátní metoda na opravu historických zvonů

Při této metodě se jemné částice kovu nebo jiných materiálů urychlují plynem na rychlost až Mach 3 (cca 3 700 km/h). Díky vysoké rychlosti se částice při dopadu pevně spojí s povrchem a vytvoří kompaktní vrstvu.

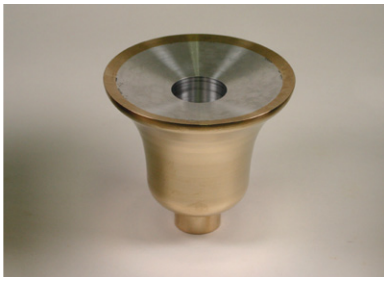
„Potenciál metody spočívá v její schopnosti opravit historicky cenné zvony. V místech úderů srdce se zvony opotřebovávají, vznikají impaktní krátery, které nejprve ovlivňují zvuk zvonu, později koncentrují namáhání a mohou vést ke vzniku trhlin a následnému poškození zvonu. Nadzvuková kinetizace dokáže vyrobit materiál, který sice nedosahuje parametrů lité zvonoviny, velmi se jim ale přibližuje, jak ukazuje náš výzkum prováděný ve spolupráci s Ústavem přístrojové techniky Akademie věd a firmou Impact Innovations GmbH," vysvětluje výhody výzkumník Ondřej Kovářík z Katedry materiálů FJFI ČVUT. FJFI se touto problematikou dlouhodobě zabývá a své poznatky už využila například při úpravě srdce největšího českého zvonu Zikmund.

Na návrhu a výrobě modelového zvonu spolupracovali partneři z Česka i zahraničí. Tvar žebra zvonu navrhla Slezská Polytechnika, která má zkušenosti například s odlitím největšího světového zvonu Vox Patris. Samotné nanášení materiálu provedla německá firma Impact Innovations GmbH, která je lídrem v oblasti nadzvukového nanášení. Její technologie se testují i při výrobě částí raketových motorů Ariane.

Konečný tvar zvonu vznikl na Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, který má potřebné technologie a zkušenosti pro finální úpravy.

Hotový zvon dostal kompozitní ocelovo-plastové srdce, které vyrobili na 3D tiskárně v UJP PRAHA a.s. Celý zvon je tedy vyroben aditivními metodami.

autor: David Březina
foto: Ondřej Kovářík



Zvon po obrobení, zbytek vřetena čeká na odleptání

Ing. PAVEL BURGET, Ph.D.
pavel.burget@cvut.cz

5G IIoT Gateway

Návrh a průběžné sledování 5G SA sítí

RICAIP Testbed Praha na Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC) provozuje již několik let privátní kampusovou 5G síť, kterou zde vybudovala společnost T-Mobile. Ta zaměřuje jednu ze svých klíčových obchodních aktivit na zavádění 5G komunikace a kampusových sítí do průmyslového prostředí. Testbed je velmi vhodné prostředí, kde lze testovat různé scénáře ještě předtím, než se nasadí u koncového uživatele. Mezi takové projekty patří projekt vývoje zařízení 5G IIoT a aplikace pro průběžné sledování kvality 5G sítě.

5G IIoT a jeho instalace pro sběr dat na MSV 2024 foto: Jiří Ryszawy

5G IIoT Gateway je pokročilé, modulární průmyslové řešení podporující 5G a 4G konektivitu. Jeho architektura umožňuje přímé připojení měřicích a datových modulů, což jej činí vysoce přizpůsobitelným pro různé průmyslové aplikace. Gateway disponuje dvěma Ethernet porty a podporuje MQTT a OPC UA pro efektivní přenos dat. Je navržen pro aplikace vyžadující vysokou rychlost a nízkou latenci a prostřednictvím VXLAN umožňuje přenášet protokoly PROFINET a PROFIsafe přes 5G SA síť. Zařízení bylo komercializováno společností TRIX Connections, oficiální spin-off firmou ČVUT, a nasazeno v pilotním provozu ve spolupráci se společností T-Mobile.

Výrobek kombinuje pokročilou architekturu hlavní jednotky fungující jako 5G router s modularitou založenou na interní sběrnici, díky které lze k hlavní jednotce připojovat rozšiřující datové moduly. V současné době existují v produkční verzi moduly pro třífázové měření elektrické spotřeby a plně konfigurovatelný a variabilní I/O modul. Druhý zmíněný umožňuje pro každý I/O pin nastavit, jestli bude fungovat jako analogový nebo jako digitální, a to včetně nastavení úrovní signálu. V prototypové verzi existuje ještě IO-Link master. V zařízení i v jednotlivých modulech je možné aktualizovat firmware vzdáleně.

V současné době neexistuje na trhu podobné zařízení s konektivitou do 5G SA sítí, které by integrovalo měřicí a datové moduly přímo v architektuře zařízení. To umožňuje uživatelům snadno přizpůsobit a rozšiřovat systém podle specifických potřeb včetně přenosu pomocí protokolu PROFINET. Díky nízké latenci, vysoké rychlosti a spolehlivé komunikaci skrze 5G sítě usnadňuje 5G IIoT implementaci pokročilých průmyslových IoT řešení v reálném čase.

Významnou vlastností, která neexistuje ani u jiných zařízení pro 5G komunikaci v průmyslu, je integrace systému pro kontinuální sledování kvality 5G sítě. Tato vlastnost je součástí celkového konceptu práce s 5G sítěmi v průmyslu, jak ji nabízí T-Mobile ve svých řešeních, kde se klade velký důraz na bezporuchový provoz zaručený tzv. SLA (Service Level Agreement). Klíčovým předpokladem jsou jednak vhodně rozmístěné antény, ale i tak se mohou přenosové podmínky vzhledem k měnícímu se prostředí v průmyslových provozech měnit. Pro rozmístění antén jsme vytvořili řešení, které pomocí evolučních algoritmů navrhne uspořádání tak, aby splnilo požadovaná kritéria na zajištění kvality signálu v požadovaném prostoru a zároveň bylo maximálně ekonomicky efektivní vzhledem k ceně instalace.

Sledování podmínek prostředí probíhá právě pomocí kontinuálního měření kvality 5G sítě, kdy se měří síla signálu, latence a přenosová rychlost v uživatelsky definovaných sekvencích. Tyto údaje se vyhodnocují na serveru, kde také probíhá analýza aktuálních podmínek a případně i predikce jejich dalšího vývoje. Pokud hrozí porušení SLA, jsou podniknuty příslušné kroky.

Řešení je výsledkem několika let vývoje, který byl završen transferem technologií prostřednictvím spin-off firmy ČVUT včetně jejich využití společností T-Mobile v jejích komerčních aktivitách. Pro uživatele toto řešení přináší výrazné zvýšení robustnosti celého řešení 5G infrastruktury a rozšiřuje možnosti využití této moderní technologie v průmyslových provozech.

autor: Pavel Burget

Ing. PAVEL BURGET, Ph.D.
pavel.burget@cvut.cz

Bc. SERHII VORONOV
serhii.voronov@cvut.cz

Pro dynamickou oblast gastronomie vyvinuli výzkumníci z RICAIP Testbedu Praha při Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC) nový koncept robotického baru, který přetváří tradiční představy o přípravě nápojů. Tento projekt kombinuje řadu nejnovějších technologií včetně umělé inteligence a umožňuje zákazníkům objednat si oblíbený nápoj pouhým stiskem tlačítka na tabletu.

Robovýčep

Technologie a spolupráce pro inovace

Výzkumný tým vyvinul také mobilní verzi zaměřenou výlučně na čepování piva, která představuje unikátní technologické řešení kombinující přesnost robotiky s flexibilitou mobilního zařízení. Robovýčep je nejnovějším příkladem úspěšné synergie mezi akademickou sférou a průmyslovými partnery. V průběhu vývoje se k jeho realizaci kromě výzkumníků připojily různorodé skupiny se specifickými znalostmi a zkušenostmi – od studentů průmyslového designu, kteří přinesli do projektu svěží nápady, po experty na technologie i odborníky z oboru konstrukčního inženýrství a strojírenství. Spolupráce v tomto širokém spektru otevírají nové cesty k inovacím a řešení výzev nejen v gastroprůmyslu, ale i v jiných odvětvích.

Mobilní robotický výčep představuje pokročilé technologické řešení se dvěma kolaborativními roboty KUKA, které kombinuje umělou inteligenci, senzoriku a robotiku pro precizní automatizaci čepování piva. Toto řešení je unikátní v oblasti gastronomie, kde propojuje technologie obvykle využívané v průmyslu, čímž rozšiřuje jejich potenciální uplatnění. Systém zahrnuje neuronovou síť YOLO, která v reálném čase analyzuje data z kamer, tenzometrů a průtokoměrů, a na základě těchto informací řídí pohyby robotů a činnost ventilů. Tím je zajištěn optimální poměr piva a pěny a efektivní energetický provoz.

Robotický výčep je navíc vybaven pokročilým diagnostickým systémem, který detekuje a předchází potenciálním problémům, čímž minimalizuje výpadky a zajišťuje plynulý provoz. Integrované senzory kontrolují průběh čepování a sledují podávání kelímků, což umožňuje ostrovní provoz robotického výčepu bez lidské obsluhy (až na výměnu sudů) v téměř jakémkoli prostředí. Každý z robotů dokáže čepovat najednou až do čtyř kelímků, přičemž průběh čepování je nastaven tak, že průměrná doba na vydání jednoho piva je pod deset sekund. Neuronová síť zajišťuje přesnost čepování i za měnících se podmínek, například při konci sudu nebo při jeho výměně.

Tento systém demonstruje, jak lze pomocí neuronových sítí efektivně řídit procesy, které se dají obtížně fyzikálně modelovat, což je patrné na konstantní kvalitě i za složitějších podmínek. Dalšími významnými prvky jsou speciálně navržená řídicí deska a modul pro identifikaci věku zákazníků, což je jednou z podmínek, aby mohl být robovýčep provozovaný bez lidské obsluhy. Díky propojení s IoT cloudem může analyzovat data pro optimalizaci výkonu a umožňuje vzdálenou správu, což šetří provozní náklady a zvyšuje efektivitu.

Financování pokročilé fáze vývoje robotického výčepu bylo zajištěno díky podpoře Evropského centra pro digitální inovace při ČVUT (EDIH CTU), které se zaměřuje na pomoc malým a středním podnikům s implementací inovativních technologií. Tato podpora pokryla především práci vývojového týmu. Pro experimentální účely a vývoj byly zapůjčeny roboty KUKA. Projekt je nicméně určen ke komerčnímu financování a otevírá se prostor pro další partnery. Součástí konceptu je například i napojení platební brány, kde jsou aktuální možnosti řešení konzultovány s Českou spořitelnou.

Tento příklad ukazuje, jak lze univerzitní výzkum efektivně převést do komerční sféry. Vývoj pokročilého prototypu byl podpořen programy financovanými z Evropské unie a Národního plánu obnovy, avšak pro dokončení a komerční nasazení jsou potřeba další zdroje. Ty mohou být zajištěny buď přímo koncovým uživatelem technologie, nebo finančními institucemi specializujícími se na podporu inovací.

Poslední pilotní testy probíhaly na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně v říjnu 2024, kde robotický výčep servíroval více než 1 200 piv a poskytl důležitá data pro zlepšení modelu neuronové sítě pro řízení čepování. Další představení proběhlo na veletrhu Smart City Expo v Barceloně v listopadu 2024, kde byl systém prezentován jako příklad technologické inovace s potenciálem rozšíření do dalších oblastí mimo gastronomii. Dlouhodobým cílem projektu je další zvýšení autonomie systému a rozšíření jeho funkcionalit, včetně možnosti individuální volby stylu čepování.

autoři: Pavel Burget a Serhii Voronov
ilustrace: archiv autorů

Ing. Mgr. RADOVAN SUK
sukradov@fel.cvut.cz

Lapen do sítě | Robotický „lovec" chrání před útoky dronů

Zbrusu nového „lovce dronů" představila Fakulta elektrotechnická ČVUT, která na jeho vývoji spolupracuje se společností EAGLE.ONE a Fly4Future, oficiálním spinoutem ČVUT. Právě jeho schopnost zneškodnit narušitele vzdušného prostoru efektivně a tím nejbezpečnějším možným způsobem je největší předností robotického systému Eagle.one.

Letiště, elektrárny, věznice, silové složky, ale i ochrana důležitých osob – všude tam v blízké budoucnosti najde uplatnění robotický „lovec" Eagle.one. Narušitele vzdušného prostoru v blízkosti objektů kritické infrastruktury či tzv. měkkých cílů lapá ve vzduchu do sítě, která se před zásahem vysune z podvěsu. Od podobných produktů na trhu se český robot odlišuje tím, že dokáže chytat i rychle letící cíle pohybující se po obtížně predikovatelných trajektoriích.

„Náš robot dosahuje rychlosti až 100 km v hodině a během letu se dostává na samotné hranice současné robotiky. Museli jsme významně vylepšit jeho senzorické vnímání prostoru pomocí lidaru a kamer a také zapracovat na jeho schopnosti akcelerace. Výsledkem je velmi silný stroj, kterému neuniknou ani agilní drony schopné velmi rychle měnit trajektorii letu," říká doc. Martin Saska, vedoucí Skupiny multirobotických systémů (MRS) působící na Katedře kybernetiky FEL ČVUT.

Chytit narušitele do sítě pomáhá umělá inteligence

Právě možnostmi odchytu rychle letících cílů Eagle.one výrazně přesahuje dostupná konkurenční řešení. K tomu, aby robotický „lovec" dokázal vystihnout pohyb narušitele vzdušného prostoru, využili výzkumníci z FEL metod umělé inteligence. Díky palubní umělé inteligenci je schopen pracovat zcela samostatně a bez jakéhokoliv zásahu člověka naplánovat optimální trajektorii k odchycení nepřátelského dronu.

Řídicí systém Eagle.One je vyvíjen na Katedře kybernetiky FEL. „Využíváme při tom metod strojového učení, které vyhodnocují data na základě simulace tisíců hodin reálného letu. Nejprve jsme analyzovali současné nejpokročilejší metody pro zachycení nekooperujících dronů. Všechny klíčové aspekty jsme následně zahrnuli do našeho plánování, které jsme dále optimalizovali tak, aby umožnilo co nejrychlejší odchyt na stovkách různých typů narušitelů," popisuje doc. Martin Saska vývoj algoritmů AI, které pomohou robotickému lovci dostat narušitele do sítě. Vedle optimálního řízení dronu a strategického plánování samotného zásahu je umělá inteligence využívána k rozpoznání letícího objektu a na vyhodnocení jeho nebezpečnosti.

Výzkumníci pracují také na koordinaci několika robotů, kteří by vzájemně spolupracovali při odchytu více cílů. Díky umělé inteligenci by tak mohli ve skupině postupovat obdobně, jako když smečka šelem zaútočí na svou kořist.

Jak vypadá odchyt nepřátelského dronu?

Osmivrtulový robot Eagle.One o hmotnosti 15 kg dokáže být standardně 365 dní v roce v pohotovostním režimu v chráněném mobilním hangáru, který mu zajišťuje vhodné podmínky – od teploty až po dobíjení baterií. Součástí systému je lokalizační jednotka složená z 3D lidarů (lidar je metoda rozpoznávání okolí na základě odrazu pulzního světelného paprsku). Ta chrání perimetr střeženého objektu a pokud zaznamená podezřelý letící objekt, zásahový dron se automaticky aktivuje a během několika vteřin je ve vzduchu připraven k zásahu.

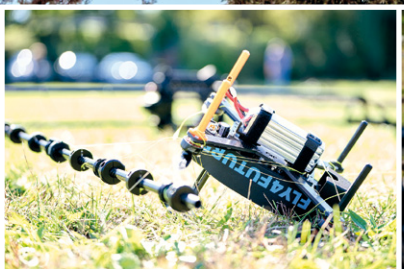
Oproti předchozí verzi Eagle.One, pro jehož testování poskytovala prostor Vězeňská služba České republiky, novější robot umožňuje zvýšit počet odchytů nepřátelských dronů. „Předchozí hardware umožňoval pouze jeden pokus, nově jich má neomezený počet," vyjmenovává inovace u nejnovější verze doc. Martin Saska, který vedle toho zmiňuje i vyšší spolehlivost robota, který je schopen lovit drony o maximální hmotnosti pěti kilogramů (v případě pomalu letících dronů až 20 kg), a to ve výšce až několika kilometrů nad zemí. Maximální doba letu je 40 minut.

Podstatnou výhodou systému Eagle.One je, že zneškodnění nepřátelského dronu probíhá nejbezpečnějším možným způsobem. V případě, že nese výbušniny nebo jiné nebezpečné látky, mohlo by při sestřelení palnou zbraní či elektromagnetickým dělem dojít ke katastrofě. Eagle.One s odchyceným dronem v síti opatrně přistane na bezpečném místě, jež dopředu určí pyrotechnici.

„Cílová skupina pro využití Eagle.One je poměrně široká, protože míst, kde drony nejsou žádoucí, je celá řada. Nejčastěji se ale setkáváme se zájmem ze strany letišť, u kterých přítomnost neautorizovaného dronu způsobuje zásadní ohrožení pro letový provoz. Zájem projevují také věznice a hraniční přechody, kde jsou drony často používány pro pašování zakázaných látek, předmětů a zbraní. Je potřeba zmínit také provozovatele kritické infrastruktury a továren, ve kterých i malý dron nesoucí trhavinu může způsobit obrovské škody. Samostatnou kapitolou jsou pak obranné složky," upřesňuje Ing. Ladislav Urbánek ze společnosti Eagle.one, který má ve firmě na starosti prodej robotů v rámci Evropy. Zájemci o toto unikátní řešení jsou z celého světa a poptávka je natolik veliká, že nynější objednávky dokáže firma uspokojit až v průběhu příštího roku.

autor: Radovan Suk
foto: Petr Neugebauer, FEL

Museli jsme významně vylepšit jeho senzorické vnímání prostoru pomocí lidaru a kamer a také zapracovat na jeho schopnosti akcelerace. Výsledkem je velmi silný stroj, kterému neuniknou ani agilní drony schopné velmi rychle měnit trajektorii letu," říká doc. Martin Saska



IVANA MACNAROVÁ
Ivana.Macnarova@fit.cvut.cz

Strojové zpracování vědeckých dat

Jak efektivněji plánovat, sledovat a hodnotit vědecká data? Jak mohou vědci ušetřit až 70 procent nutné administrativní práce na svých projektech? Fakulta informačních technologií ČVUT v Praze (FIT ČVUT) se jako partner podílí na jedné z klíčových částí evropského projektu Open Science Plan-Track-Assess Pathways (OSTrails) v rámci programu Horizon Europe ve spolupráci s 38 partnery, který si klade za cíl zefektivnit interoperabilitu a strojovou zpracovatelnost plánování, sledování a vyhodnocování výzkumu v rámci evropské iniciativy pro otevřenou vědu (EOSC).

Cílem projektu OSTrails je zlepšit způsob plánování, sledování a hodnocení vědeckých poznatků nad rámec stávajících metod a podpořit celoevropskou spolupráci k vylepšení nástrojů a propojení jejich klíčových částí pro výzkum a inovace. Projekt je koordinovaný organizací OpenAIRE, která zajišťuje otevřenou vědeckou komunikační infrastrukturu pro podporu evropského výzkumu. Zapojuje klíčové hráče v oblasti plánování správy dat, nástrojů pro hodnocení FAIR a znalostní grafy z celé Evropy.

Vědci z FIT ČVUT se podílí na jedné z klíčových částí správy dat – na jejich plánování, s cílem zjednodušit a zautomatizovat celý proces díky strojovému zpracování plánů výzkumníků. Pracují na zvýšení míry automatizace a propojení jednotlivých nástrojů systému tak, aby výsledkem plánování nebyl jen formální dokument pro poskytovatele financí, ale skutečně využitelný a strojově zpracovatelný plán správy dat (Machine-Actionable Data Management Plan). Tato automatizace nejen urychlí práci, ale také umožní výzkumníkům soustředit se více na samotný výzkum a méně na technické a administrativní záležitosti.

„Je pro náš tým opravdu čest být součástí tohoto významného projektu a mít příležitost tuto problematiku posunout mílovými kroky kupředu, a to jak v oblasti standardizace a technických řešení, tak i přizpůsobení českým podmínkám a jejich následného využití," uvádí doc. Ing. Robert Pergl, Ph.D., vedoucí projektu za FIT ČVUT.

V rámci pilotního projektu v České republice spolupracuje FIT ČVUT s partnery, jako jsou sdružení CESNET, Národní technická knihovna a grantové agentury GA ČR a TA ČR. Tyto instituce mají za cíl vědce podporovat, aby výzkumná data splňovala principy FAIR (dohledatelnost, dostupnost, interoperabilita, znovupoužitelnost). V praxi to znamená, že nástroje vyvíjené v rámci projektu umožní výzkumníkům, ale i grantovým agenturám snížit administrativní zátěž a zjednodušit práci s daty – od jejich ukládání až po další využití ve výzkumu. Část pilotního projektu se uskuteční i přímo na ČVUT. V systému DSpace, určeném pro ukládání publikací a dalších výstupů univerzity, výstupy projektu umožní ověřit soulad s FAIR principy, tedy zejména kvalitu všech potřebných údajů (metadat) v souladu s doporučeními. Tento proces podpoří FAIR kvality výstupů ČVUT.

Tým vědců z FIT ČVUT, pod vedením doc. Roberta Pergla, již přes šest let aktivně vyvíjí pokročilý open-source nástroj Data Stewardship Wizard (DSW), který pomáhá výzkumníkům detailně plánovat správu dat. Tento nástroj zahrnuje také důležitý vzdělávací aspekt, neboť provází výzkumníky různými oblastmi správy dat a zdůrazňuje využití existujících standardů i dalších doporučení jako jsou například i FAIR principy nebo Open Science. DSW je součástí federace propojovaných nástrojů v projektu OSTrails.

Ing. Marek Suchánek, Ph.D. et Ph.D., vedoucí Laboratoře normalizovaných systémů FIT ČVUT, říká: „Projekt OSTrails je klíčový pro budování EOSC, neboť využívá již různé existující nástroje používané napříč Evropou a zaměřuje se na jejich vhodné propojení. Ve výsledku si tyto, ale případně i další budoucí nástroje budou moci efektivně předávat informace a přinášet společně hodnotu vědcům, data stewardům, výzkumným institucím i grantovým agenturám, které již nebudou muset ručně zadávat a spravovat často stejné údaje na více místech. Praktickou využitelnost bude testovat řada tematických i národních pilotních implementací. Navíc tento projekt má přesah i mimo Evropu díky úzké vazbě na mezinárodní organizaci Research Data Alliance a její zájmové i pracovní skupiny. Pro pokročilý open-source nástroj DSW jde tudíž o velmi klíčové zapojení i s ohledem na naši vedoucí roli v jednom z tzv. pracovních balíčků projektu."

autorka: Ivana Macnarová
foto: archiv autorky

> Více na https://ostrails.eu/

INFORMAČNÍ CENTRUM ČVUT

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

NAŠÍM CÍLEM

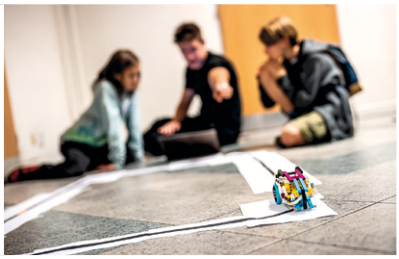
je bezplatné poskytování informací o ČVUT a jeho součástech a navigace po univerzitním kampusu.

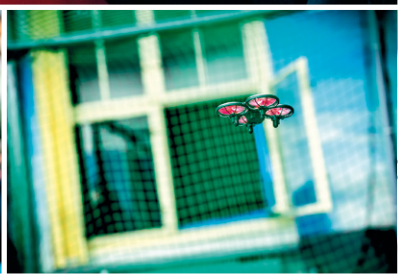
Zde si vyberete ze široké nabídky propagačních předmětů s logem ČVUT.

Poskytneme Vám také informace o akcích, které se pod záštitou ČVUT konají.

Propagační předměty s logem ČVUT si lze prohlédnout i zakoupit v Informačním centru nebo objednat v internetovém obchodě na stránkách **eshop.cvut.cz**.

Kontakt:
infocentrum@cvut.cz
+420 224 359 952
Jugoslávských partyzánů 1580/3,
Praha 6, vchod A





Noc vědců na ČVUT

Letošní ročník celoevropské akce Noc vědců měl téma „Proměna“, čímž akcentoval 100 let od úmrtí spisovatele Franze Kafky. ČVUT nachystalo pro návštěvníky mezi pátou a desátou hodinou večerní spoustu vědeckých a technických atrakcí, a to na mnoha místech v Praze, ale také v Děčíně a letos poprvé i v Buštěhradu.

(red) foto: Jiří Ryszawy