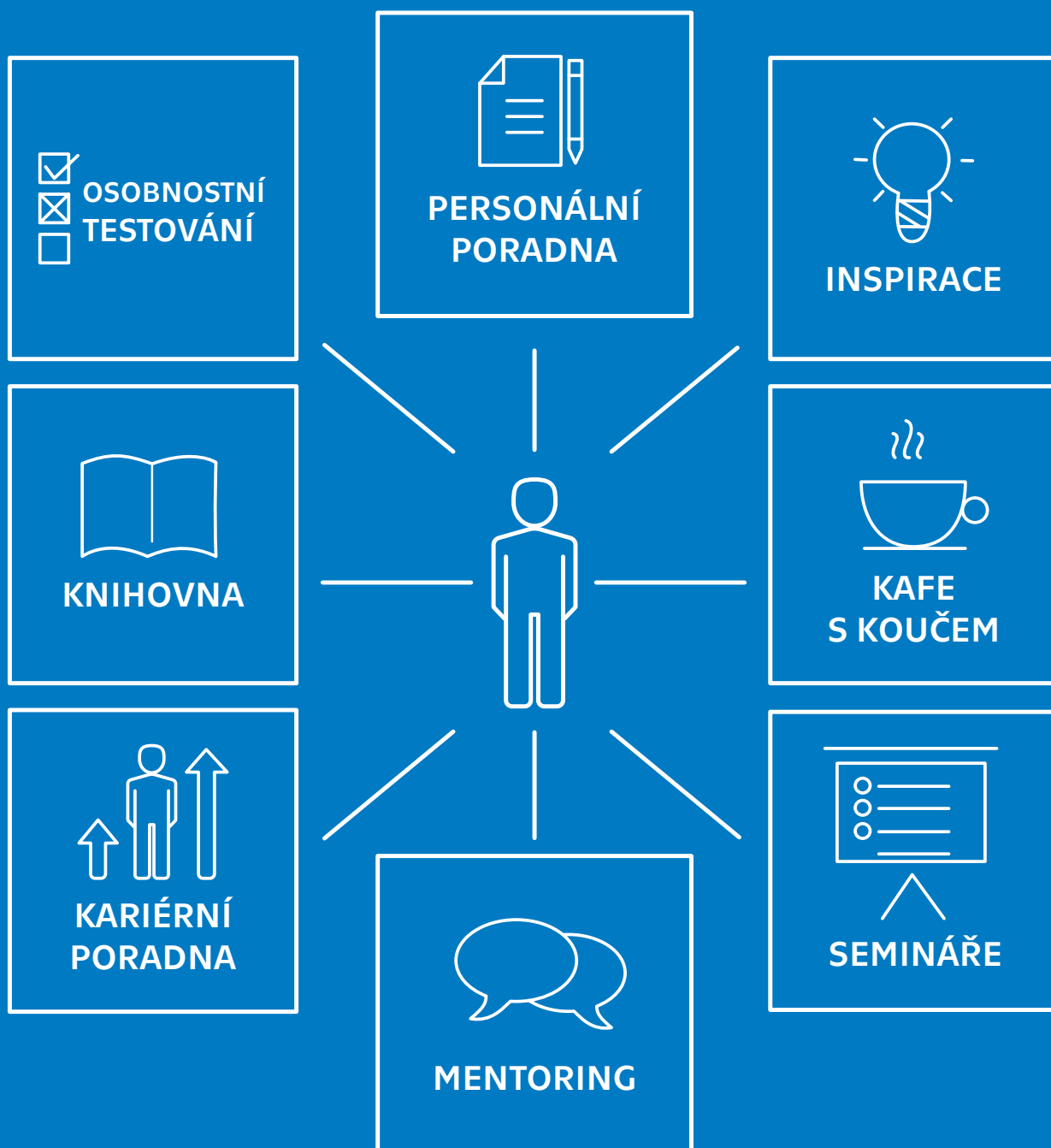


TECHNICALL[®]

ČTVRTLETNÍK ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE | 2018





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



Vážení čtenáři,

dostává se Vám do rukou další číslo našeho časopisu TecniCall. Věřím, že nebude jen vyplněním prázdninových chvil Vašeho zaslouženého volna, ale bude naopak příležitostí k udržení naší vzájemné povědomosti o tom, jak celý tým univerzity pracoval a po prázdninách i pracovat bude. Proto Vám přeji pohodové začtení se do novinek odehrávajících se nejen na půdě ČVUT, ale i všeho dění ve spojitosti s ním.

Jak jsem Vás již dříve informoval, nové vedení univerzity si na začátku svého funkčního období předsevzalo mnoho odpovědných cílů. V polovině roku 2018 mohu na základě prokaza-

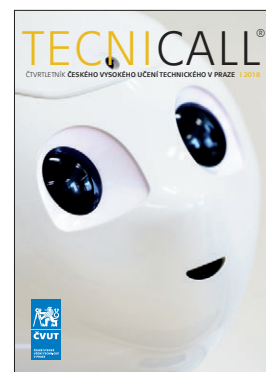
telně realizovaných opatření a z nich plynoucích konkrétních výsledků již zodpovědně konstatovat, že se nám stanovené úkoly daří naplňovat. K těm nejsložitějším a opravdu týkajícím se nás všech patřilo sestavení a schválení rozpočtu ČVUT na rok 2018. Na posledním zasedání akademického senátu v červnu 2018 byl rozpočet naší univerzity pro rok 2018 schválen. Opravdu jsem velmi potěšen, že se tak stalo díky velmi kooperativnímu a konstruktivnímu přístupu děkanů a zástupců ústavů, bez něhož by se nikdy nebylo možné na metodice financování celé naší instituce dohodnout. Toto je důkazem změny, která s novým vedením univerzity přišla, a která reálně dokazuje kooperativnost všech součástí ČVUT. Navíc díky praktické výměně informací v rámci fakult a ústavů se nám podařilo získat další velmi zajímavé projekty vědy a výzkumu, které svým zaměřením například na obranný průmysl, robotiku, kybernetiku, autonomní systémy a další dávají prostor pro realizaci opravdového potenciálu ČVUT, pokud bude spolupracovat jako tým. Důkazem, že praktická veřejnost má vůli po spolupráci s akademickou vědeckou obcí, je i podepsání několika memorandum o spolupráci s řadou významných firem a také Středočeským krajem. Těší mne, že máme na ČVUT takové odborníky, kteří jsou v čele výzkumných projektů přinášejících ČVUT nejen finance, ale především vytvářejí dobrého ducha a posilují uznalé jméno univerzity. Zkrátka se snažíme o spolupráci všemi směry, které se nám otevírají. Nezbývá, než se těšit na další reálné výzkumné výsledky a spoustu připravených příležitostí pro naše studenty.

Přeji vám hezké prázdniny a čas strávený s Vašimi nejbližšími.

Vojtěch Petráček,
rektor ČVUT v Praze

Z obsahu

- | | | | |
|---|----|---|----|
| > Může existovat více vesmírů? | 3 | > Výzkum nepolapitelných neutrin | 16 |
| > Inovace podle NUCLEI | 4 | > Učíme roboty vidět | |
| > Směřem ke špičce leteckého průmyslu | | Výzkum inteligentního strojového vnímání | 21 |
| Spolupráce mezi GE Aviation a ČVUT | 5 | > Silnice bez záplat a výtluků | |
| > Prof. Feist přednášel o pasivních domech | 6 | Nízkoúdržbová souvrství asfaltových vozovek | 24 |
| > Den lékařským fyzikem | 7 | > Zkoumání mikrosvětla | |
| > Aplikace CEBASS Bezpečnost silničního provozu | 8 | Ideální jaderná kapalina z kvarků a gluonů | 27 |
| > Laboratoř etického hackování | 9 | > Vývoj účinnějších kolektorů | |
| > Na letním kurzu přednášejí | | Energie ze slunečního záření | 30 |
| specialisté ze Stanford University | 9 | > Fotovoltaika v architektuře | |
| > Věda v evropských projektech | 10 | Inovativní i neviditelné články | 32 |
| > Nejde jen o nové objevy, přispět můžeme | | > Žijeme a pracujeme ve zdravém prostředí? | 34 |
| i aplikacemi těch dřívějších | 12 | > FlexiGuard Profesionální bezpečnostní | |
| > Jak podporovat přenos vědecko- | | dohledový systém | 36 |
| -výzkumných poznatků do praxe? | 14 | | |



TecniCall 1/2018
Časopis pro spolupráci vědy a praxe

Vydavatel:
Rektorát ČVUT
Žitkova 4, 166 36 Praha 6
IČ: 68407700

www.tecnical.cz / tecnical@cvut.cz

Vydání: léto 2018

Periodicita: čtvrtletník
Náklad: 5 000 ks / cena: zdarma
Evidenční číslo: MK ČR E 17564
ISSN 1805-1030

Šéfredaktorka
Mgr. Andrea Vondráková

Editorka
PhDr. Vladimíra Kučerová

Spolupracovníci z ČVUT
Fakulta stavební
Ing. Marie Gallová
marie.gallova@fsv.cvut.cz

Fakulta strojní
Ing. Marta Spačková
marta.spackova@fs.cvut.cz

Fakulta elektrotechnická
Ing. Jan Sláma / slamajan@fel.cvut.cz

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Eva Prostějovská
eva.prostejovska@jfifi.cvut.cz

Fakulta architektury
Ing. arch. Kateřina Rottová, Ph.D.
rotoakat@fa.cvut.cz

Fakulta dopravní
Ing. Petra Skolilová
skolilova@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 Klímtová / Nakladatelství ČVUT

Inzerce
Ing. Ilona Prausová
ilona.prausova@cvut.cz

Distribuce
ČVUT v Praze

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

Tisk
Grafotechna Plus, s. r. o.

Foto na titulu: Bc. Jiří Ryszawy
Humanoidní robot Pepper – projekt
IMPACT (str. 20–23)

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



Vítězství s robotem Květa

V mezinárodní kreativní studentské soutěži The Trail by Vinci Construction, která je zaměřena na inovace a nové technologie ve stavebnictví, vyhrál v konkurenci 1259 účastníků z 58 zemí tým studentů Fakulty stavební ČVUT v Praze s návrhem robota na úklid staveniště. Tým ve složení Lucie Stupková, Jakub Starosta, Radek Benetka a Jakub Volf zvítězil v kategorii Leonard, která umožňuje vstoupit do pařížského start-up inkubátoru skupiny VINCI Construction a spolu s vývojáři a specialisty začít na projektu v praxi pracovat.

Soutěže The Trail by VINCI Construction se účastnili studenti z 350 vysokých škol a univerzit. Do finále v Paříži, které se konalo 17. a 18. května, se probojovalo z regionálních kol celkem 14 týmů. Studenti se přitom mohli utkat s projekty inovací ve třech oblastech: stavba zítřka, trvalé stavby a město na povrchu i pod ním. Letošní ročník byl prvním, ambicí skupiny VINCI Construction je otevřít soutěž studentům každé dva roky.

Projekt robotického úklidového systému studenti připravili na katedře technologie staveb v rámci volitelného předmětu Robotické technologie ve stavebnictví. Návrh speciálního robota, jehož studenti pojmenovali Květa, je 1,6 metru dlouhý, 1,2 metru široký a 1,2 metru vysoký, plánovaná běžná rychlost je 6 km/h a maximální dojezd 42 kilometrů, robot by měl být poháněn elektrickými bateriemi, nabíjenými z obnovitelných zdrojů v dokovací stanici. Na staveništi by mu neměl dělat problém úklid a recyklace běžného odpadu ze stavební výroby, jako jsou zbytky zeminy, asfaltu, betonu, omítek, výztuže i plastů.

(red)

foto: archiv

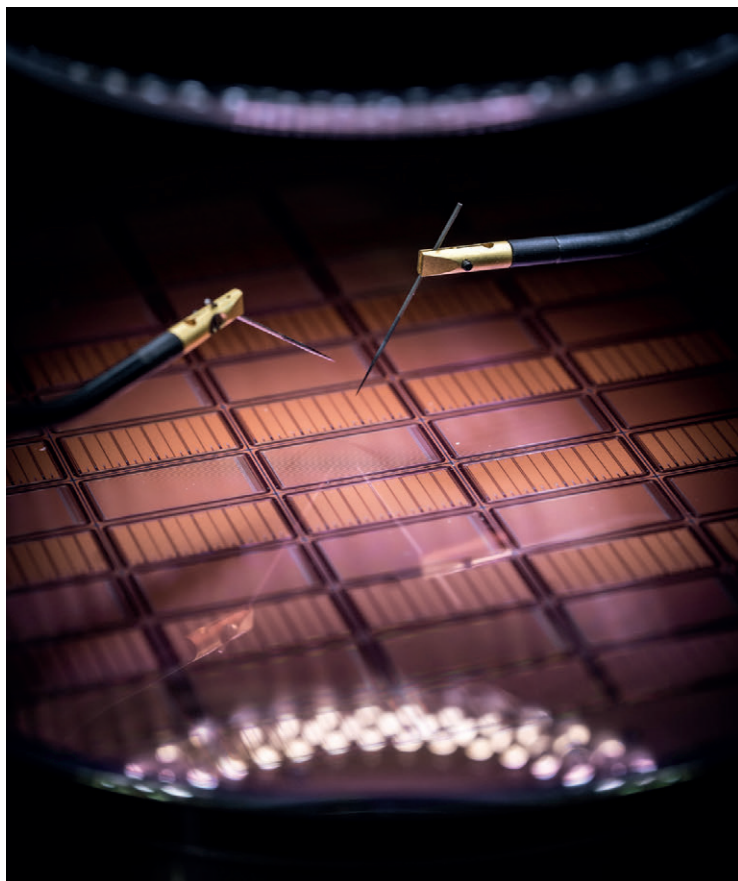
Excelentní výzkum na FJFI

Tým ČVUT pod vedením rektora doc. Petráčka získal projekt Center for Advanced Applied Science, jehož cílem je podpora excelentního výzkumu v oblasti přírodních věd. Rozpočet projektu je téměř 600 miliónů Kč s dobou řešení šest let.

Hlavním řešitelem projektu bude prof. Igor Jex, děkan Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze.

(red)

ilustrační foto: Jiří Ryszawy





Chytré a bezpečně

Rektor ČVUT docent Vojtěch Petráček podepsal 14. května spolu s hejtmankou Středočeského kraje Jaroslavou Pokornou Jermanovou memorandum, které definuje regionální a odbornou spolupráci. Ta by se měla týkat například poradenské a konzultační činnosti v oblasti ICT, informačních strategií, práce s daty, dopravní obslužnosti, dopravních staveb a projektů Smart (Smart City a Chytrý venkov) nebo Bezpečný Středočeský kraj.

„Z hlediska ČVUT bude spolupráce výhodná kvůli tomu, že výsledky naší vědecké a odborné činnosti budeme mít možnost konfrontovat s reálným prostředím. Zástupci kraje a jeho institucí budou také spolupracovat se studenty při zpracování jejich diplomových prací,“ vyzdvihuje přínosy memoranda pro ČVUT Vojtěch Petráček. „ČVUT je prestižní českou univerzitou, která má vysokou odbornou a vědeckou kapacitu v mnoha technických oborech. Cílem spolupráce je zkvalitnit život obyvatel kraje při respektování rostoucích nároků na moderní region,“ uvedla hejtmanka Jaroslava Pokorná Jermanová.

(red) foto: archiv

Může existovat více vesmírů?

Přednášku předního českého astronoma a astrofyzika Dr. Jiřího Grygara uspořádal ve středu 13. června Spolek absolventů a přátel ČVUT ve spolupráci s organizací Mensa. Tématem neobvyklého setkání byla nejen černá hmota a temná energie, ale i otázky: Rozpíná se skutečně náš vesmír? Může existovat více vesmírů? Pokud ano, jsou podobné našemu?

Jiří Grygar, člen spolku Sysifos, působí v Oddělení astročásticové fyziky Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR. Publikoval více než dvě stě odborných prací (předmětem jeho výzkumu jsou fotometrie a spektroskopie hvězd, meziplanetární hmota a astročásticová fyzika) a řadu populárně-naučných publikací. Je autorem, spoluautorem a přispěvatelem mnoha rozhlasových a televizních vzdělávacích pořadů a autorem příspěvků v časopisech, novinách či na internetu. Od roku 1966 každý rok sestavuje přehled nejdůležitějších astronomických objevů uplynulého roku pod názvem Žeň objevů, který prezentuje na přednáškách a poté zveřejňuje tiskem.

(red) foto: archiv



Virtuální dvojčata ovlivní skutečný svět

Laboratoř Centrum města budoucnosti CIIRC ČVUT byla 23. května otevřena pod záštitou rektora ČVUT doc. RNDr. Vojtěcha Petráčka, CSc., v budově Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC ČVUT). Je koncipována jako virtuální experimentální testbed města, regionu, krajiny a v něm rozmístěné technické infrastruktury, ostatních typů urbanistických osídlení a celků, které se v tomto prostoru nacházejí. Vše společně vytváří komplexně propojený systém, který bude sloužit k výzkumu, propojování akademické obce a komerční sféry a zástupců municipalit, k prezentaci projektů a ke vzdělávacím účelům. Vybrané části měst nebo i celá města budou nahrazena fyzickými či jinak zprostředkovanými modely. Nad nimi, při použití moderních vizualizačních prostředků propojených se simulačními modely, vytvoříme jejich tzv. virtuální dvojčata. Data získaná z různých senzorických sítí umístěných v reálném světě jsou lokalizovaná do fyzického modelu i do virtuálního dvojčete. Na základě analyzovaných dat v něm budou provedeny změny, které následně budou moci být realizovány zpětně i v reálném světě. Hlavními partnery jsou společnost Operátor ICT, firma Cisco (ve spojení s firmami Simac a Alef), Siemens a Vodafone.

(red) foto: Roman Sejkot



Mgr. ESTER KOPECKÁ, DiS.
Ester.Kopecka@rcmt.cvut.cz

Ústav výrobních strojů a zařízení (RCMT) Fakulty strojní ČVUT je členem řešitelského týmu projektu NUCLEI, který si klade za cíl rozvíjet spolupráci ve výzkumu a vývoji v regionu střední Evropy mezi partnery různého druhu a tím posílit jejich konkurenceschopnost. V rámci projektu se studenti ČVUT mj. mohli na konci června zúčastnit Makeathonu na veletrhu Automatica 2018 v Mnichově.

Inovace podle NUCLEI

V současné době probíhá kooperace ve výzkumu a vývoji zpravidla mezi regionálně blízkými partnery a mezi jednou firmou a jednou univerzitou nebo jinou výzkumnou organizací na konkrétním projektu nebo tématu. Partneři projektu NUCLEI vidí potenciál k intenzivnějším inovacím v těchto dvou oblastech:

- rozšíření schématu spolupráce na přeshraniční spolupráci v rámci střední Evropy (např. německá firma řeší projekt s českou výzkumnou organizací nebo naopak)
- rozšíření zájmu přímo mezi komerčními firmami na společných projektech a uplatňování myšlenky konceptu Open innovation.

kteří mají přispět k iniciaci mezinárodní spolupráce a k větší otevřenosti k výzkumu a vývoje v rámci konceptu Open Innovation, aby byla posílena konkurenceschopnost firem.

V první polovině roku 2018 proběhla série tří odborných seminářů s účastí zahraničních přednášejících z Německa a Itálie. První byl zaměřen na téma ICT ve výrobě – management životního cyklu výroby a využití Big Data pro zvyšování produktivity a snižování nákladů. Provozní náklady a energeticky efektivní výroba byly tématem druhého semináře a sérii zakončilo téma robotiky ve výrobních strojích.

Především pro studenty byl určen Open Innovation Week (23. až 25. dubna), během kterého měli možnost navštívit laboratoře RCMT

a laboratoře IPA (Industrial Production and Automation) v prostorách budovy ČVUT – CIIRC a seznámit se s jejich aktivitami a zařízením. Na exkurzi do laboratoř RCMT zavítali také učitelé matematiky a fyziky základních a středních škol, včetně několika studentů gymnázia. Uskutečnily se také dva workshopy za přítomnosti zástupců průmyslových firem. Součástí týdne inovací byla i soutěž v sestavení a programování robotů. Studentské týmy obdržely stavebnici Lego Mindstorms EV3 s rozšiřující sadou. Úkolem bylo ve stanoveném časovém limitu sestavit a naprogramovat robota tak, aby byl schopen projet po určené dráze.

Hlavním smyslem setkání Makeathon (název vychází ze základu „make things together“) na veletrhu Automatica 2018 v Mnichově, na němž díky projektu mohli být přítomni i studenti ČVUT, je:

- učit se nové věci znamená tvořit, vymýšlet, hledat cestu;
- navázat kontakty, vytvořit tým, nechat se inspirovat zkušenými mentory;
- užít si zábavu a poznat nové lidi.

Projekt tak napomáhá navazovat a udržovat vazby a spolupráci nejen mezi průmyslem a výzkumnými institucemi, ale i studenty z několika států Evropy.

V rámci projektu je vyvíjen tzv. technologický digitální periskop (www.transfertech.eu), tedy nástroj, který umožní rychlejší přístup k stávajícím výsledkům výzkumu a vývoje v oblasti robotiky, výrobních procesů, ICT, elektroniky, modelování a vizualizace v pokročilém zpracovatelském průmyslu. V databázi výzkumných témat od evropských partnerů (databáze Enterprise Europe network, CORDIS, EFRA) bude možné vyhledávat podle uplatnění v průmyslu. Každý záznam v databázi bude obsahovat popis a krátký abstrakt dosaženého cíle včetně kontaktu.

autorka: Ester Kopecká
foto: archiv FS

Studentská soutěž v sestavení a programování robotů

Součástí projektu jsou nejrůznější semináře a workshopy pro studenty i průmyslové partnery,



> Více na
www.interreg-central.eu/nuclei

Směrem ke špičce leteckého průmyslu

Spolupráce mezi GE Aviation a ČVUT

Unikátní spolupráce soukromého a akademického sektoru, na které se dohodla společnost GE Aviation Czech a ČVUT v Praze, povede k rozvoji leteckého průmyslu v České republice a upevní postavení ČVUT v oblasti Průmyslu 4.0. Díky spojení speciálního softwaru společnosti GE Aviation a technického know-how ČVUT budou moci studenti v reálném čase zpracovávat terabyty dat z provozu a testování turbovrtulového motoru a porovnávat je s teoretickým modelem.



Společnost GE Aviation Czech podepsala dohodu o spolupráci s ČVUT, která umožní Centru pokročilého leteckého a kosmického výzkumu založeného na Fakultě strojní získat znalosti a digitální modely – dvojčata moderních turbovrtulových motorů pro výzkum individuálního monitorovacího systému provozu a prediktivní údržby letadlových motorů. ČVUT, které tímto získává příležitost, aby při výzkumu výrobních technologií budoucnosti zdokonalilo vzdělávání svých studentů, je vůbec první vysokou školou v regionu střední a východní Evropy, kterou si GE pro takto úzkou spolupráci vybrala.

V rámci dohody o spolupráci GE Aviation Czech pomůže ČVUT s budováním a provozem nové infrastruktury pozemních a leteckých zkušeben. ČVUT tým posílí svoji experimentální kapacitu a lepší schopnost vyhodnocovat shromážděné poznatky s využitím Predixu, unikátního softwaru GE. Univerzita bude kooperovat s pražským Výzkumným a zkušebním leteckým ústavem (VZLU) a českým leteckým podnikem Orbis Avia v Hradci Králové.

„Jsem velmi rád, že to bude právě ČVUT, které se bude moci jako první vysoká škola na kontinentu zapojit do Predixu a stát se tak hybnou silou, pokud jde o naši společnou snahu

o posunutí Evropy na novou úroveň produktivity,” zdůrazňuje Peter Stráčár, prezident GE Europe na tiskové konferenci na ČVUT 13. února 2018.

„Spolupráce ČVUT a GE Aviation Czech se odrazí nejenom ve výsledcích výzkumu, ale s jistotou nabídne našim studentům i šanci, aby se aktivně zapojili do velmi zajímavých aktivit, které povýší jejich dosavadní studijní zážitky na zcela nový stupeň,” předpokládá rektor ČVUT Vojtěch Petráček.

Důležitost této dohody potvrzují i slova amerického velvyslance v České republice, Stephena Kinga: „Každý den vidíme výsledky našeho pevného ekonomického partnerství v pokračujícím odhodlání amerických firem investovat do české ekonomiky, univerzit a lidí. GE Aviation je příkladem toho nejlepšího, co Amerika nabízí. GE prostřednictvím výzkumu a výroby s vysokou přídanou hodnotou investuje do slibné budoucnosti Čechů i Američanů.”

Odborníkům a studentům bakalářského, inženýrského a doktorského programu umožní GE přístup do své softwarové platformy Predix. Jde o celosvětově ojedinělou průmyslovou bázi na rozhraní cloudového úložiště. GE Aviation univerzitě poskytne školení a předá potřebné znalosti související s konstrukcí turbovrtulových motorů a jejich digitál-

ním modelováním. Studenti budou shromažďovat a analyzovat tzv. big data na základě výstupů z provozu a testování motorů. Získané poznatky poslouží k včasné identifikaci potenciálních servisních zásahů ještě předtím, než nastanou. To umožní nastavení správného způsobu údržby a optimalizaci celkových nákladů na chod motorů. Na základě analýzy dat vyvinou z modelu digitální systém pro sledování provozu motorů. Kromě zajímavé práce pro své vývojáře získá ČVUT zároveň šanci, aby vedlo studenty k zájmu o letecký trh na špičkové technologické úrovni. Ze synergií GE a ČVUT může profitovat celý český letecký průmysl a celková konkurenceschopnost domácí ekonomiky.

O velmi důležitém historickém okamžiku hovoří rovněž děkan Fakulty strojní ČVUT Michael Valášek. „Máme možnost provázat prvotřídní průmyslovou expertizu s naší univerzitní bází a vytvořit skutečně konkurenceschopné kapacity a dovednosti. Povede to k dalšímu rozvoji leteckého průmyslu v České republice. A už dnes pozoruji více než dvojnásobný nárůst zájmu studentů o výuku konstrukce leteckých motorů,” dodává.

(red)

foto: Jiří Ryszawý



Profesor Wolfgang Feist přednášel o pasivních domech

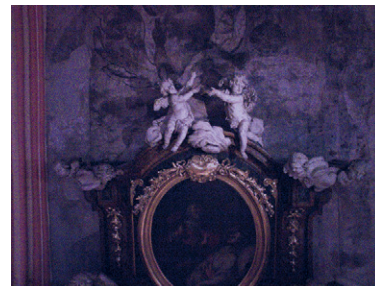
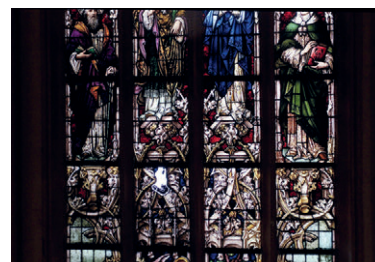
Profesor stavební fyziky na Univerzitě v Innsbrucku a zakladatel Passivhaus Institut v Darmstadtu Wolfgang Feist navštívil Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT s přednáškou Results from 25 years Passivhouse Accompanying Research, během které se podělil o zkušenosti z výzkumu a vývoje energeticky pasivních domů. Standart pasivního domu vznikl v roce 1988 v diskuzi mezi profesorem Bo Adamsonem z Lund University ve Švédsku a Wolfgangem Feistem. Projekt pasivního domu se dále vyvíjel a jeden z prvních domů byl v roce 1990 postaven v německém Darmstadtu. Budova splňovala svůj počáteční cíl – velkou energetickou úsporu při svém provozu. Dnes už zdokonalenou verzí těchto budov je energeticky nulový dům (nZEB), který při své spotřebě plně využívá energii z místních zdrojů.

(red) foto: UCEEB

Drony v kostelu

Ve dnech 14. a 15. května snímala skupina autonomních dronů z výzkumného týmu multirobotických systému, který působí pod vedením Dr. Martina Sasky na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze, gotický proboštský farní kostel svatého Mořice v Olomouci. Díky unikátním technologiím se památkáři mohli „podívat“ do těžko přístupných míst a zhodnotit tak stav církevních památek.

(red) foto: FEL



Znalosti získají přímo v provozu společnosti

Masarykův ústav vyšších studií ČVUT a Czech Airlines Technics (CSAT), dceřiná společnost Českého Aeroholdingu poskytující služby v oblasti údržby a oprav letadel, uzavřely 2. května memorandum o spolupráci v oblasti Lean managementu a dalších projektech, při kterých si budou vzájemně vyměňovat informace důležité pro rozvoj firmy i pro výuku.

Díky partnerství získají studenti znalosti přímo v provozu společnosti. Nyní mohou reálně využívat teoretické poznatky

ve firemní praxi za přítomnosti mentora CSAT, který jim bude k dispozici a předá jim praktické informace. Jedná se tak o inovativní způsob výuky předmětu přímo v hangáru.

Na základě uzavřeného memoranda budou studenti zpracovávat také seminární, bakalářské i diplomové práce na témata spojená s Lean managementem a s procesy přímo v Czech Airlines Technics. Memorandum, které bylo uzavřeno na tři roky s možností prodloužení na další

období, podepsal za CSAT předseda představenstva Pavel Haleš, člen představenstva Ivan Píkl a za Masarykův ústav vyšších studií ČVUT ředitelka Lenka Švecová. Společnost Czech Airlines Technics již podepsala v prosinci loňského roku memorandum o spolupráci rovněž s Fakultou dopravní. S ČVUT firma řeší řadu projektů a pravidelně se účastní konferencí a různých akcí pro studenty.

(red)
foto: archiv



Testování s Porsche

Novinku v řízení automobilů úspěšně otestovali vědci z Fakulty elektrotechnické ČVUT. Pro řízení vyvinuli systém obdobný tomu, který se používá u civilních i vojenských letadel. Pilot při něm neovládá přímo jednotlivé prvky, ale pouze předává impulzy elektronické řídicí jednotce, která manévry sama provede s ohledem na další parametry letu. Novou technologií se zabývá výzkumná skupina Martina Hromčíka z katedry řídicí techniky FEL. Ve spolupráci s Porsche Engineering už ji dokonce úspěšně otestovala při reálné jízdě.

(red)
foto: archiv

Kybernetická bezpečnost

Zástupci Masarykova ústavu vyšších studií a Fakulty elektrotechnické ČVUT, společností ERA-BHC CS s.r.o., Omnipol, a.s., CybEe a velvyslanec Estonska v České republice podepsali smlouvu o poskytnutí platformy Cyber Hygiene e-Learning Software. Ta se skládá z jednoho tisíce uživatelských licencí pro potřeby univerzitních studentů a zaměstnanců, které budou mít ve spolupráci s distributorem této platformy pro ČR, firmou ERA-BHC CS s.r.o., k dispozici zatím na dobu dvou let. Studenti se tak seznámí s jedním z důležitých nástrojů pro udržování kybernetické bezpečnosti a producent softwaru získá kvalifikovanou zpětnou vazbu.

(red)

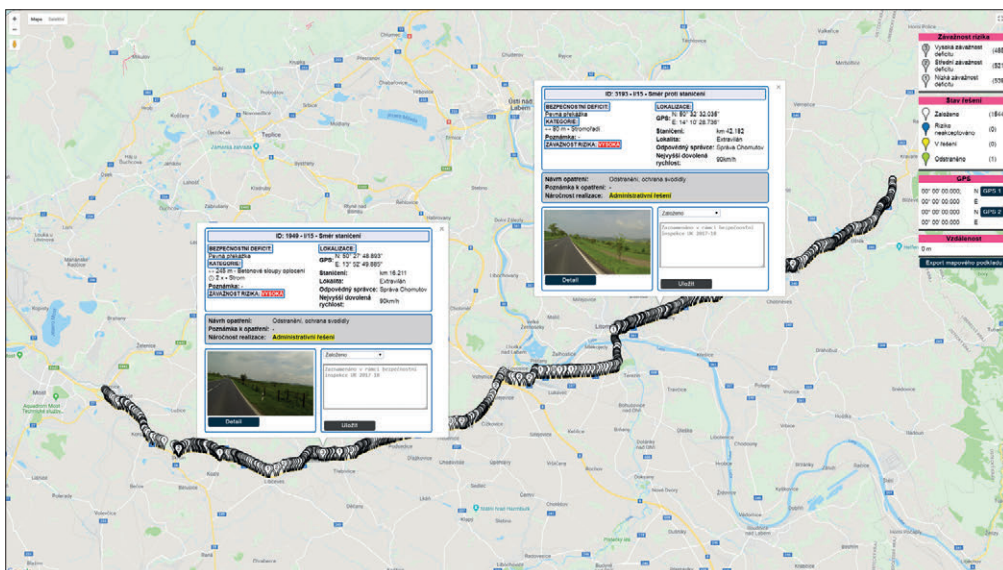
Den lékařským fyzikem

Seznámení s oborem radiologická fyzika a představením dvou jeho odvětví – nukleární medicíny a radioterapie – nabídla 30. května Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v rámci Dne lékařským fyzikem. Jeho účastníci se dozvěděli nejen informace o oboru a fakultě, ale při praktickém cvičení si sami vyzkoušeli práci s radionuklidovým ozařovačem, se zubním rentgenem nebo plánování léčby zářením. Odpolední program zakončila exkurze do klinické praxe – na odděleních nukleární medicíny, radioterapie nebo radiodiagnostiky ve špičkových nemocnicích v Praze. Radiologická fyzika je zajímavý obor kombinující fyziku ionizujícího záření se zdravotnictvím – a tedy ideální pro ty, kteří se nemohou rozhodnout mezi technikou a medicínou. A také pro ty, kteří chtějí zachraňovat zdraví a životy, ale přímý kontakt s pacienty je neláká...

(red) foto: Jiří Ryszawo



Ing. Bc. KAREL KOCIÁN
kocian@fd.cvut.cz



**Ilustrativní ukázka
prezentačního rozhraní
na mapovém podkladu.**

Primární benefit aplikace lze spatřovat v možnosti konkrétního vyjadřování se k jednotlivým záznamům ze strany odpovědného správce pozemní komunikace, jenž má možnost uvést, zda deficit akceptuje, respektive aktuálně řeší nebo jestli jej již odstranil.

Protože aplikace pracuje s takto „živými“ daty, je možno pomocí intuitivního a názorného statistického vyhodnocení aplikovat efektivní management kontroly, kdy lze analyzovat aktuální stav prací při eliminaci zaznamenaných dopravně bezpečnostních deficitů. Aplikace také rozlišuje několik rolí uživatelů, kterým přísluší různá práva. Například vybraná odborná veřejnost má možnost pouze nahlížet do jednotlivých sestav deficitů, avšak vyjadřovat se ke stavu prací mohou pouze odpovědní správci.

Dále je uživatelům umožněno upravit si sestavy dle vlastní potřeby nebo realizovat vlastní statistické vyhodnocení. Pro dosažení požadované uživatelské přívětivosti aplikace mimo jiné umožňuje zobrazit záznamy nejen ve standardním prezentačním rozhraní, ale také na mapovém podkladu. Další výhodou systému je jeho modularnost, tedy možnost prohlížení výsledků jednotlivých bezpečnostních inspekcí ve standardizovaném rozhraní. Každá bezpečnostní analýza tak může být zaměřena na různorodou tematiku. Aplikace pochopitelně nabízí možnost jednotlivé záznamy exportovat do standardních formátů (XML, CSV, XLSX a PDF) a využít tak data i pro jiné účely.

autor: Karel Kocián

> Více na
<https://cebass.fd.cvut.cz/>

**Webová aplikace obsahuje
informace o dopravně
bezpečnostních závadách
na silniční síti ČR o délce
téměř 4 tisíc km.**

Aplikace CEBASS |

Bezpečnost silničního provozu

CEBASS neboli „Centrální Evidence Bezpečnostních Analýz Silniční Sítě“ reprezentuje koncepční metodický přístup, který byl vyvinut na Fakultě dopravní ČVUT zaměstnanci Ústavu soudního znalectví v dopravě ve spolupráci se zástupci Ředitelství silnic a dálnic ČR. Webová aplikace slouží nejen pro potřeby zpracování dat získaných při bezpečnostních inspekcích, ale i k jejich účinnému řízení, tj. pro prezentaci evidovaných rizik a jejich následnou eliminaci.

Aktuálně webová databáze obsahuje identifikované dopravně bezpečnostní deficity na pozemních komunikacích, které patří do sítě TEN-T, nebo resp. nahrazujících plánovanou síť TEN-T (2 100 km). Zároveň na základě podnětu od ŘSD ČR byla v posledních dvou letech tato primární databáze rozšířena o veškeré pozemní komunikace, které jsou právě ve správě ŘSD ČR na území Karlovarského, Ústeckého, Středočeského a Jihočeského kraje. Celkově tak webová aplikace obsahuje informace o dopravně bezpečnostních závadách na silniční síti ČR o délce téměř 4 tisíc km. V návaznosti na její pozitivní přínos došlo v polovině června letošního roku ze strany Fakulty dopravní ČVUT k poskytnutí časově neomezené licence pro ŘSD ČR. Tímto je fakticky této organizaci umožněno

využívat aplikaci i pro spolupráci s jinými zhotoviteli tematicky obdobných projektů. Primární celospolečenský benefit lze spatřovat v možnosti širšího aplikování tohoto efektivního nástroje na rozsáhlejší silniční síť než jen na pozemní komunikace, které posuzuje Fakulta dopravní.

Součástí každého záznamu je standardizovaný popis deficitu obsahující specifikaci závady a její lokalizaci, uvedení míry závažnosti a stanovení náročnosti realizace navrhovaného opatření. Kvůli zvýšení názornosti každý záznam obsahuje i ilustrativní fotografii. Návrhy sanačních opatření správci sledované silniční sítě koncepčně nastiňují, jakým způsobem dosáhnout v řešené lokalitě adekvátní úroveň bezpečnosti silničního provozu.

Mgr. ZUZANA KARNOUBOVÁ
karnozuz@fit.cvut.cz

Laboratoř etického hackování



„Hodní hackeři“ pomůžou firmám prověřovat systémy. V současné době roste důležitost zabezpečení IT systémů a je tak stále větší poptávka po erudovaných odbornících, kteří se oboru bezpečnost věnují. Fakulta informačních technologií ČVUT a NN Group jsou si vědomy potřeby vzdělávání těchto specialistů, a právě proto také vznikla vysoce specializovaná Laboratoř etického hackování, která byla na fakultě slavnostně otevřena 26. dubna 2018.

Úkolem etického hackování je simulovat aktivity reálných útočníků tím, že se hledají slabiny systému s cílem zvýšení jeho bezpečnosti. Tato činnost je legální a etická, a obvykle probíhá ve spolupráci s majitelem či administrátorem systému. V nové laboratoři je vytvořeno prostředí, kde si studenti budou moci vyzkoušet, jak napadnout různé IT systémy. Jeden z počítačů je navíc určen pro ofenzivní roli studenta, který má k dispozici řadu nástrojů k napadení systému s bez-

pečnostními chybami a zranitelnými místy, které může využít.

„Fakulta informačních technologií ČVUT byla první technickou fakultou v České republice, která akreditovala studijní obory specializované na bezpečnost počítačových systémů a sítí a její absolventi jsou v praxi velmi žádaní. I nadále se FIT snaží budovat kvalitní a moderní zázemí, kde si budou moci studenti vyzkoušet teorii v praxi,“ říká prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc., vedoucí nové laboratoře.

Na letním kurzu přednášejí specialisté ze Stanford University



Letní kurz programování Introduction to Computer Science připravila pro studenty středních škol Fakulta informačních technologií ČVUT ve spolupráci se Stanford University. Unikátní akce, letos je jedinečným kurzem tohoto druhu v Evropě, se koná od 9. do 20. července v prostorách fakulty. Jejím cílem je naučit středoškoláky základy programování zábavnou formou. „Je výsledkem dvaceti let práce desítek učitelů s více než deseti tisíci jeho absolventy,“ říká koordinátor projektu doc. RNDr. Josef Kolář, CSc.

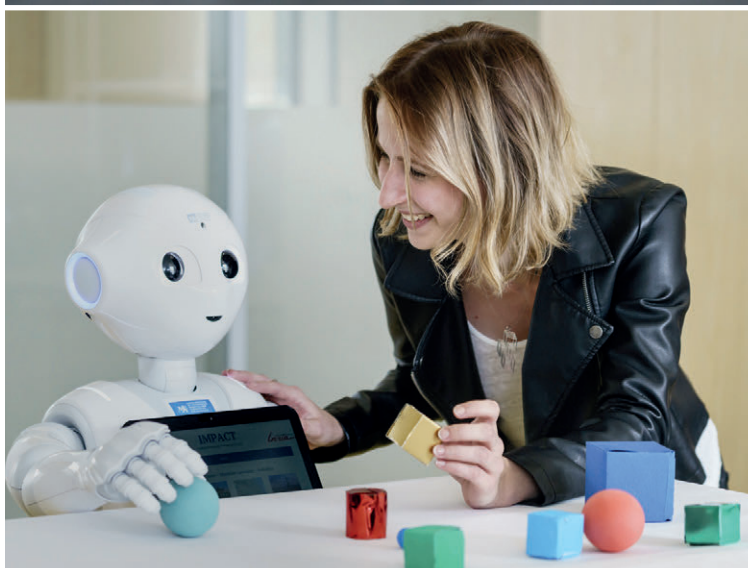
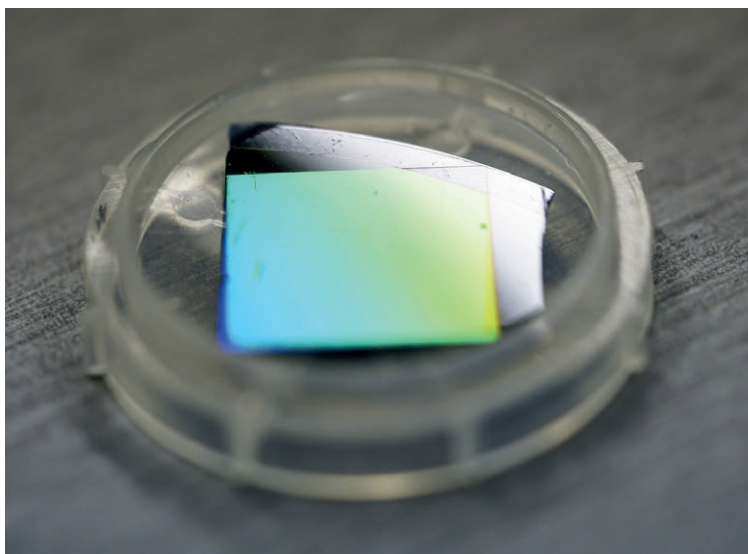
Kromě přednášek a zadaných programovacích úloh v počítačových laboratořích čekají na účastníky i diskuse v malých skupinách s individuálním přístupem. Výuka v anglickém jazyce probíhá v prostorách fakulty, vyuč-

jícími jsou profesori a studentští lektori ze Stanford University i z FIT. Účastníci tak mají jedinečnou příležitost zjistit, jak vypadá úvodní informatický kurz na jedné z nejlepších světových univerzit – Stanford University. Díky propracovaným výukovým materiálům a zadávaným úlohám má výuka formu zábavné hry, při níž účastníci snadno postupují vpřed. Podle docenta Koláře se bude probírat programovací jazyk Karel a úvod do programování v jazyce Java. „Kurz je sice určen především úplným začátečníkům, ale jistě se na něm nebudou nudit ani ti, kteří již s programováním nějakou zkušenost mají,“ dodává doc. Kolář. Nezpochybnitelnou výhodou kurzu je i jeho cena: je totiž zdarma, a to včetně ubytování a stravy. Studenti platí pouze účastnický poplatek ve výši 500 Kč.

autor: Zuzana Karnoubová
foto: archiv FIT

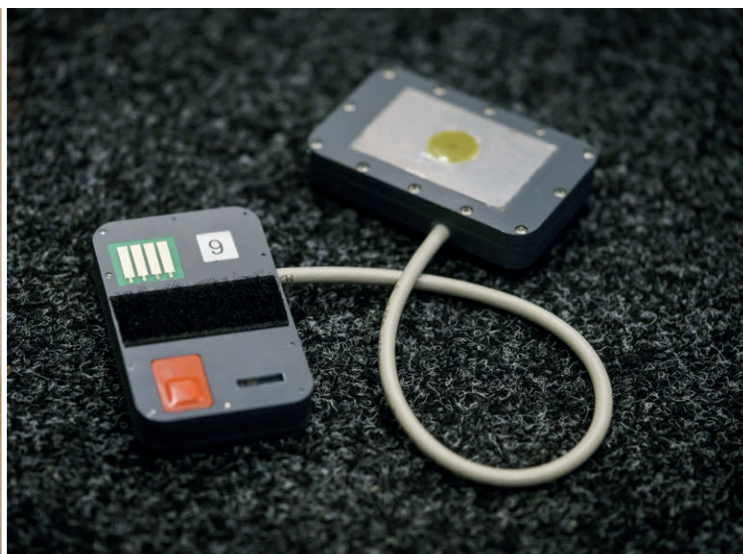
VED

v evropských projektech





Výzkum pod zamrzlou hladinou bajkalského jezera, učení robotů vidět a vnímat, vývoj nových technologií pro kvalitnější silnice, zkoumání jaderné hmoty, fotovoltaika jako zdroj energie i architektonický prvek, kontrola stavu hasičů či vojáků při náročném zásahu... To jsou zajímavá a užitečná témata, jimž se v projektech podpořených ze strukturálních fondů Evropské unie nyní věnují specialisté ČVUT v Praze. V tématu tohoto vydání časopisu TecniCall představujeme alespoň některé z devadesáti „evropských“ projektů, které se nyní realizují v laboratořích pražské techniky.



prof. Ing. ZBYNĚK ŠKVOR, CSc.
zbynek.skvor@cvut.cz

Nejde jen o nové objevy, přispět můžeme i aplikacemi těch dřívějších

O vědě a výzkumu na ČVUT

hovoříme s prorektorem prof. Zbyňkem Škvorem

Vzniká na ČVUT hodně vynálezů nebo patentů, které pomáhají vylepšovat náš každodenní život?

Určitě ano. Řada z nich se ale nedočká rozšíření, a to je škoda. Snažíme se proto mezi akademické pracovníky a studenty předdávat informace, pro každou z fakult školíme tzv. „technologické skauty“.

Ve kterých oblastech jsou zdejší vědci nejúspěšnější?

To záleží na způsobu, jakým

úspěšnost měříme. Definitivní odpověď na tuto otázku přinese až čas. Podle nejnovějších výsledků oborových hodnocení publikací je ČVUT nad průměrem České republiky takřka ve všech disciplínách, kterým se věnuje, a to i tam, kde je to trošku překvapivé. Stovky procent nad mediánem naší země jsou například publikační výstupy ČVUT v ekonomických oborech... Ale znovu: nechme čas, ať naše výsledky zhodnotí.

Můžete jmenovat výzkum a jeho výsledky, jenž vás v poslední době zaujal natolik, že jste byl pyšný, že máte jako prorektor právě vědecko-výzkumnou činnost na univerzitě ve své gesci?

Mne velmi potěšily výsledky našich mladých týmů v mezinárodních soutěžích. Mám na mysli výborná umístění autonomně řízených vozidel a dronů, F 1:10 či Abů Bin Zayed price pro drony autonomně přistávající na kličkových vozidlech.

prof. Ing. Zbyněk Škvor, CSc.,

prorektor ČVUT pro vědu, tvůrčí činnost a doktorské studium
Mezi jeho profesní zájmy patří počítačem podporovaný návrh mikrovlnných obvodů, numerické výpočty elektromagnetického pole, přesná mikrovlnná měření. Publikoval téměř 200 prací, v dřívější době i z oblasti programování malých osobních počítačů. Působí na Katedře elektromagnetického pole Fakulty elektrotechnické ČVUT. Vede nebo vedl mnoho projektů. Účastnil se založení národních odboček mezinárodních organizací – Československé sekce IEEE, Českého centra IEE a České pobočky International Travelling Summer School on Microwaves and Lightwaves.



ČVUT patří mezi největší výzkumné instituce nejen v České republice, ale i ve světě. Má široký záběr výzkumných aktivit v inženýrských disciplínách, základní i aplikovaný výzkum hraje dlouhodobě na naší vysoké škole podstatnou roli. Je vědecko-výzkumný potenciál zdejších výzkumníků plně využit, nebo hledáte partnery a investory pro další oblasti?

Na nedostatek práce si naši vědci nestěžují... to ale neznamená, že neustále nehledáme nové výzvy či partnery.

Významné jsou granty a finanční podpora nejen od českých institucí a agentur, ale i od Evropské unie. Právě vybrané projekty, podpořené ze strukturálních fondů EU, představujeme v tématu tohoto vydání časopisu TecniCall. Sledujete jejich realizaci, máte detailnější představu, čemu se v jejich rámci kolegové

Podle nejnovějších výsledků oborových hodnocení publikací je ČVUT nad průměrem České republiky takřka ve všech disciplínách, kterým se věnuje, a to i tam, kde je to trošku překvapivé.

na fakultách či vysokoškolských ústavech věnují?

Představení alespoň některých projektů v rámci TecniCallu je vynikající nápad. Detailně řešení stovek grantů sledovat nemohu, jednak proto, že je jich velmi mnoho, ale především proto, že podrobněji rozumím jen problematikám několika z nich. Určitě bychom ale měli dělat více pro to, aby naši výzkumníci měli lepší povědomí o tom, na čem ostatní pod stejnou střechou ČVUT pracují.

Jednotlivci i týmy na fakultách a ústavech jsou členy mezinárodních výzkumných skupin. Jak široké je toto zapojení do celosvětové vědy?

Jsme malým kousíčkem světové vědy. Zapojení našich pracovníků do mezinárodní spolupráce s vynikajícími pracovišti se zlepšuje, některá pracoviště jsou na tom v tomto směru velmi dobře, jiná méně. Ještě nás zde čeká kus cesty.

Daří se na ČVUT propojovat vědu a studium? Zapojují se studenti do řešení výzkumných projektů, daří se je získávat pro vědeckou práci na fakultách namísto odchodu do praxe?

Magisterské a doktorské studijní programy ČVUT bezesporu vědu a studium propojují. Jsme v tom dobří, ale je stále co zlepšovat.

Mají mladí vědci na fakultách dostatečnou podporu, včetně té finanční? Je už situace lepší než dříve, kdy doktorské stipendium bylo jen pár tisíc korun?

Doktorská stipendia se po mnoho let neměnila. Na počátku byla vyšší než minimální mzda, pak už ani její úroveň nedosahovala.

Letos byla po letech navýšena zhruba na výši minimální mzdy. Jedna osoba za to může žít... Pravděpodobně ale nejde čekat, že by někdo chtěl studovat v doktorském programu pro peníze, které si tím ihned vydělá. Nástupní mzdy absolventů poskytované průmyslem jsou rozhodně vyšší.

ČVUT je silnou značkou a v oblasti vědy jistě i sázkou na jistotu. Mají firmy zájem o spolupráci při vývoji jejich produktů? Technika jde dopředu, mění se materiály, technologie a spousta dalšího... Zájem firem o spolupráci roste. Bývá to ale často tak, že se firmy snaží, aby měly klíčové fáze vývoje svých produktů pod vlastní střechou. ČVUT se někdy účastní na vývoji konečných produktů pro trh, mnohem častěji však jeho role spočívá v tom, že přijde s něčím úplně novým a po překonání zásadních problémů ponechá konečnou komercializaci firmě. Je to model vyzkoušený i ve světě.

Věříte, že se dožijete toho, že by se vědec z ČVUT stal nositelem Nobelovy ceny?

Bylo by to samozřejmě krásné, ale nevsadím si na to. I tak věřím, že věda na ČVUT je přínosem.

A když budu trochu přizemnější a nebudu myslet na vrcholnou vědu, tak napadá vás nějaký objev, jenž by se mohl narodit ve zdejších laboratořích? Třeba v oboru robotiky, biomedicíny či jiných oblastech, které mají na naší univerzitě viditelné výsledky i na mezinárodním poli?

Nemusí to být jen objev. Jako technická vysoká škola můžeme přispět i aplikacemi dřívějších objevů. Když zmiňujete biomedicínu, pak se na ČVUT narodila řada léčebných přístrojů či pomůcek. Namátkou uvedu profesora Jana Vrba a jeho aplikátory pro léčbu pacientů postižených zhoubnými nádory či docenta Roberta Penhakera a jeho patentované nástroje pro operace jater...

**Vladimíra Kučerová
foto: Jiří Ryszawy**



Jak podporovat přenos vědecko-výzkumných poznatků do praxe?

Most mezi akademickým prostředím a průmyslem tvoří na ČVUT Odbor pro řízení projektů a transfer technologií. Mezi jeho klíčové aktivity patří administrace a řízení celoškolských dotačních projektů zaměřených na podporu vzdělávání a uplatňování výsledků vědy a výzkumu v praxi. Současně nabízí široké spektrum odborných služeb v oblasti ochrany duševního vlastnictví a komercializace a podporuje nadějně inovační projekty začínajících firem.



Významnou součástí odboru je centrum pro řízení projektů, které zajišťuje administraci i řízení celoškolských dotačních projektů, z nichž některé představujeme v tématu červencového vydání časopisu *TecniCall* (přehled vybraných dotačních projektů a aktivit odboru v rámci administrace projektů je popsán v přehledu dotačních projektů – viz tabulky). Toto však zdaleka není jediná odborná kompetence.

Není pochyb o tom, že výsledky vědy a výzkumu vzniklé na ČVUT je potřeba účelně chránit. Originální nápady jsou základním stavebním kamenem inovací a na půdě ČVUT jich v oblasti technologií vzniká celá řada. Když se navíc dokážou uplatnit v některém z průmyslových odvětví a přinášet zpět vložené investice pro univerzitu, výzkumníky i studenty, je to ideální stav. K tomu je potřeba efektivní a často naprosto

specifická podpora. A to je úkolem dvacítky odborníků různých profesí, kteří sídlí v 7. patře budovy na rektorátu ČVUT nebo v oficiálním inkubátoru ČVUT InQbay v Opletalově ulici v Praze 1. Tento tým nezajišťuje podporu přenosu výsledků vědy a výzkumu do praxe osamoceně, ale zahájil například spolupráci s týmem technologických skautů a mezioborových koordinátorů z fakult a součástí, kteří vyhledávají inovativní nápady a projekty na půdě svých fakult, nebo s předními průmyslovými partnery a experty na vybraná průmyslová odvětví.

Součástí odboru je také patentové středisko, které zajišťuje ochranu duševního vlastnictví ať už formou patentů, užitných nebo průmyslových vzorů, nebo ochranných známek. Tento tým není pouze administrativním centrem nebo jen

kontaktním místem pro ohlášení vzniku vynálezu. Tím péče o původce z ČVUT teprve začíná. Specialisté komercializace poskytují komplexní doporučení v oblasti např. práva, ekonomie, financí, obchodu a marketingu. Pro každého investora je totiž zásadní to, zda jde pouze o dobrý nápad, či o produkt nebo službu, za kterou stojí reálný podnikatelský záměr (tzv. Business Case). Odbor pro řízení projektů a transfer technologií se tak stává vstupní branou průmyslu na ČVUT. Proto se zde také organizují diskusní setkání s odborníky z různých firem, včetně těch zahraničních, nedávno třeba z USA, Japonska a Jižní Koreje. Jsou naplánovány workshopy s experty na podporu inovací z Izraele.

Studenti i absolventi ČVUT, kteří přemýšlí o vlastním podnikání, mají možnost rozvíjet své dovednosti i originální nápady v oficiálním inkubátoru ČVUT InQbay, který byl otevřen v roce 2016. V moderním co-workingovém prostředí mají studenti a vědci možnost přenést své inovativní nápady a zajímavé projekty do praxe. Inkubátor zajišťuje systematickou podporu Start-up firem a zvyšuje tak šance projektů, vznikajících na ČVUT, na úspěšný vstup do komerční sféry. InQbay nabízí nejen kancelářské zázemí, ale také podporu ve formě mentoringu, koučinku, workshopů, propojování s partnery nebo potencionálními klienty. Složení podpořených projektů je velmi pestré: na jedné straně jsou zde týmy, které se zabývají IT aplikacemi pro cestování nebo pro hledání pracovních příležitostí, na druhé straně jsou nájemníky InQbay firmy, které se zabývají vývojem mobilních ochranných bariér nebo speciálních výhřevných stolků do hotelů a restaurací.

autor: Monika Dobiášová
foto: Jiří Ryszawy

> Více na <http://orptt.cvut.cz>

Aktuálně řešíme okolo devadesátky dotačních projektů

ČVUT vychovává špičkové odborníky, vědce i manažery, pro které se snaží zajistit co možná nejlepší podmínky pro výuku i aplikovaný výzkum. Podpora ze strukturálních fondů Evropské unie umožňuje tyto cíle naplňovat. Řízení i administrace dotačních projektů probíhá v centru pro řízení projektů.

Projektoví specialisté odboru pro řízení projektů a transfer technologií ČVUT zajišťují administraci i řízení vybraných dotačních projektů, aktuálně je jich okolo devadesáti. Aby bylo možné přislíbené platby ze strukturálních fondů Evropské unie čerpat, je nutná průběžná komunikace s řídícími orgány a neustálé sledování aktualit a změn. Řešitelé jsou tak informováni o nových příležitostech, které projekty, resp. jednotlivé výzvy představují. Administrace, která je spojená s podáváním projektových žádostí, změn a zpráv o realizaci, je velmi komplexní disciplína a klade vysoké nároky na odborné znalosti, koordinaci, přesnost, pečlivost a systematickост práce.

Stejně jako ostatní vysoké školy se i ČVUT zapojilo do operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV). Očekává se, že míra podpory ČVUT nejpozději do jednoho roku přesáhne 10 miliard Kč. Právě s podporou prostředků z výzvy Budování expertních kapacit – transfer technologií se ČVUT intenzivně podílí na rozvoji lidských zdrojů v odborných znalostech transferu technologií a vzdě-

lává technologické skauty a mezioborové koordinátory na 7 fakultách a 4 součástech ČVUT.

Hlavním cílem dalšího dotačního projektu Koncept Praha z operačního programu OP – PPR je podpora přípravy transferu technologií a znalostí z ČVUT v Praze do oblastí a témat řešených samosprávou hlavního města Prahy. Výsledkem projektu by měl být co nejvyšší počet inovací uplatněných na trhu a využívaných uživateli veřejných služeb, které zajišťuje nebo poskytuje samospráva hlavního města Prahy.

Odbor se společně s dvanácti zahraničními partnery zapojil v rámci celoevropského operačního programu Interreg Danube do projektu DA-SPACE, který nabízí podmínky k realizaci nápadů a inovací prostřednictvím otevřených inovačních laboratoří na podporu inovací v regionu Podunají. V případě ČVUT se studentské týmy pod vedením odborníků z Fakulty informačních technologií, mentorů a oborových specialistů zaměřují na přeměnu vlastních nápadů na inovativní projekty.

Na začátku nového akademického roku bude ČVUT podávat další projekty do OP VVV s cílem rozšíření mobility výzkumných pracovníků a vytváření nových atraktivních vzdělávacích programů ke zvýšení kvality vzdělávání.

autor: Ivo Staněk

1. Administrované projekty: Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání (informace ke dni 21. 6. 2018)

Název výzvy	Počet projektů
Podpora excelentních výzkumných týmů	7
Výzkumné infrastruktury	4
Budování expertních kapacit – transfer technologií	1
ESF pro vysoké školy	1
ERDF pro vysoké školy	10
Výzkumné infrastruktury pro vzdělávací účely	17
Rozvoj výzkumně zaměřených studijních programů	15
Excelentní výzkum	6
Předaplikační výzkum	3
Dlouhodobá mezisektorová spolupráce	7
Rozvoj kapacit pro výzkum a vývoj	2
Mezinárodní mobility výzkumných pracovníků MSCA – IF	1
Mezinárodní mobility výzkumných pracovníků	1
Podpora rozvoje studijního prostředí na VŠ	2
CELKEM	77

2. Administrované projekty: Operační program Praha pól růstu

Název výzvy	Počet projektů
Podpora transferu technologií a znalostí z výzkumných organizací do praxe	8

3. Řízené projekty: Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Název výzvy	Název projektu
Budování expertních kapacit – transfer technologií	Podpora expertních kapacit pro efektivní transfer technologií na ČVUT
ESF pro vysoké školy	Institucionální podpora Českého vysokého učení technického v Praze
Mezinárodní mobility výzkumných pracovníků MSCA – IF	Mezinárodní mobility výzkumných pracovníků MSCA – IF na ČVUT
Mezinárodní mobility výzkumných pracovníků	Mezinárodní mobility výzkumných pracovníků na ČVUT
Podpora rozvoje studijního prostředí na VŠ – VRR	VRR44 – Podpora rozvoje studijního prostředí na ČVUT v Praze
Podpora rozvoje studijního prostředí na VŠ – MRR	MRR44 – Podpora rozvoje studijního prostředí na ČVUT v Praze

4. Ostatní řízené projekty

Název výzvy	Název projektu
Podpora transferu technologií a znalostí z výzkumných organizací do praxe	Koncept Praha



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Praha – pól růstu ČR



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Ing. KAREL SMOLEK, Ph.D.
Karel.Smolek@cvut.cz

Mgr. LUKÁŠ FAJT
Lukas.Fajt@cvut.cz



Výzkum nepolapitelných neutrin

Neutrína jsou jedinými známými elementárními částicemi, jejichž základní vlastnosti dosud čekají na odhalení. Neutrinová fyzika je nyní jedním z nejdynamičtějších odvětví základního výzkumu ve fyzice. Pracovníci Ústavu technické a experimentální fyziky ČVUT se výzkumu neutrin věnují dlouhodobě. Aktivita ústavu v této oblasti jsou od roku 2017 podporovány dvěma projekty financovanými z evropských strukturálních fondů v rámci programu OP VVV: Podzemní laboratoř LSM – česká účast ve výzkumné infrastruktuře evropského významu a Inženýrské aplikace fyziky mikrosvětla.

Instalaci optických modulů detektoru Baikal-GVD je možné provádět pouze v zimě, kdy je hladina jezera Bajkal zamrzlá. Na snímku je zařízení používané pro manipulaci se stringy nesoucí optické moduly detektoru.

Z vesmíru k nám neustále přilétá velké množství vysokoenergetických neutrin. O jejich původu toho není moc známo, ale soudí se, že by nám jejich pozorování mohlo dát zajímavé informace o bouřlivých procesech probíhajících hluboko ve vesmíru či vyjasnit některé dosud nevyřešené otázky o jeho struktuře. K pozorování těchto neutrin se v současné době používá jako detekční médium velký objem ledu či vody.

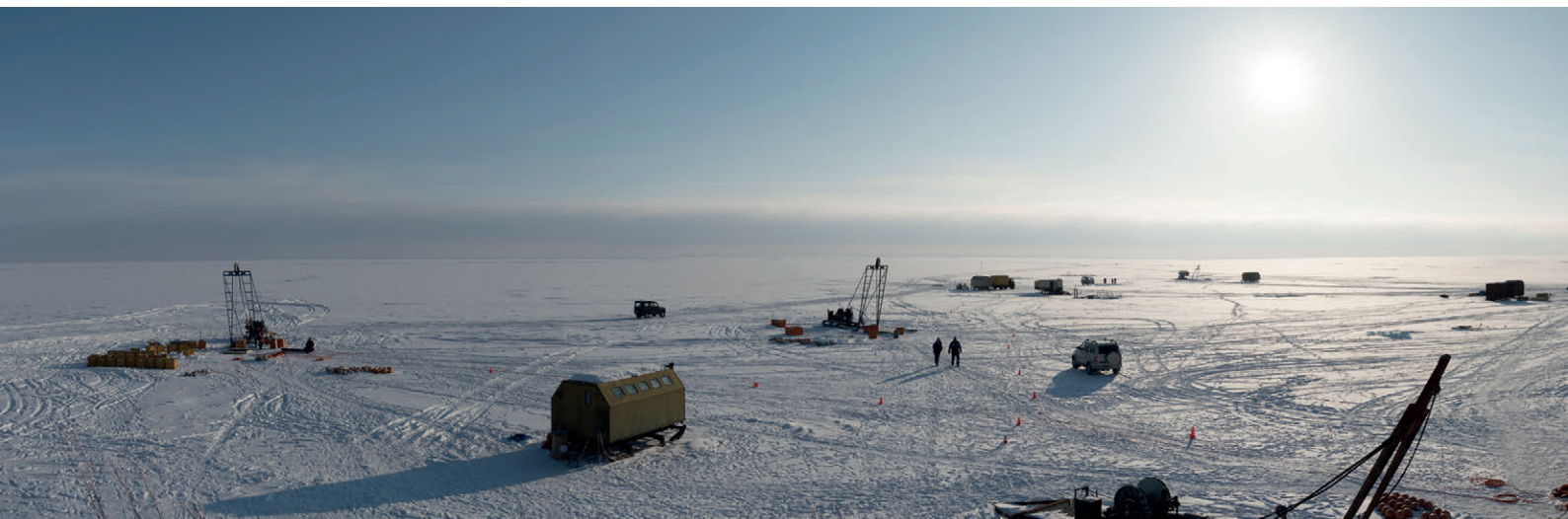
Existenci neutrin předpověděl v roce 1931 Wolfgang Pauli. Pomocí nové částice tak vysvětlil ztrátu energie a hybnosti, kterou fyzikové pozorovali při beta rozpadu jader. Podle Pauliho se při takovéto přeměně neutron změní na proton a kromě elektronu z jádra vylétne ještě jedna částice. Neutrina necítí žádnou jinou sílu nežli slabou a gravitační interakci, což je činí jen těžko detekovatelnými. Svazek neutrin může snadno procházet vrstvami hmoty a dokonce může pro-

stupovat planetami i hvězdami. Proto od předpovědi jejich existence trvalo 25 let, než byla neutrina přímo experimentálně pozorována.

Neutrina jsou všudypřítomná. Odhaduje se, že všude kolem nás se v každém cm^3 prostoru nachází asi 330 reliktních neutrin pocházejících z dob Velkého třesku. Jejich velké množství produkuje i naše Slunce. Každou sekundu každým cm^2 našeho těla projde několik desítek miliard neutrin vzniklých

v jádru Slunce. A to dokonce i v noci, protože pro neutrina je Země prakticky neviditelná. Také reaktory v jaderných elektrárnách jsou jejich intenzivními zdroji. Procházejí nádobou a stíněním reaktoru prakticky bez zeslabení a pracovníci ÚTEF je též využívají ve svém výzkumu.

Tento výzkum klade velké nároky na detekční techniku umožňující registrovat velmi slabě interagující neutrina, což vyžaduje vytvořit prostředí s extrémně nízkou



kou četností nežádoucích pozadových a šumových událostí. K tomu se využívá jednak konstrukčních materiálů s extrémně nízkou vlastní radiací (např. archeologického olova z vraků římských lodí jako stínění před vnější radiací) a sofistikovaných detekčních systémů s velkými citlivými objemy. Experimenty mající za cíl zkoumat neutrína se musí umisťovat i hluboko pod povrch Země, aby citlivé přístroje nebyly ovlivňovány radiací přicházející k nám z vesmíru.

Pracovníci ÚTEF jsou zapojeni do řady mezinárodních experimentů studujících procesy tzv. dvojitého rozpadu beta, které mohou odhalit některé vlastnosti neutrin (např. experiment SuperNEMO v podzemní laboratoři LSM ve Francii). Jádra některých izotopů nemohou z energetických důvodů podléhat obyčejné beta přeměně (výsledné jádro by bylo těžší), ale mohou podstoupit náraz dvojitou přeměnu beta, protože výsledné jádro je lehčí než původní. Toto jsou nejpomalejší v přírodě naměřené

procesy s poločasy rozpadu na úrovni $\sim 10^{18}$ – 10^{26} let, tedy s poločasy rozpadu o mnoho řádů většími, než je trvání vesmíru. Některé důležité typy dvojitého beta rozpadu nebyly dosud naměřeny. Předpokládá se, že by mohly mít poločas rozpadu dokonce na úrovni $\sim 10^{28}$ let.

Z vesmíru k nám neustále přilétá velké množství vysokoenergetických neutrin. O jejich původu toho není moc známo, ale soudí se, že by nám jejich pozorování mohlo dát zajímavé informace o bouřlivých procesech probíhajících hluboko ve vesmíru či vyjasnit některé dosud nevyřešené otázky o jeho struktuře. K pozorování těchto neutrin se v současné době používá jako detekční médium velký objem ledu či vody.

V oblasti neutrinové astrofyziky je ÚTEF zapojen do mezinárodního projektu Baikal Gigaton Volume Detector (Baikal-GVD). Velkoobjemový detektor GVD je jedním z aktuálně budovaných neutrinových teleskopů nové generace. Cílem projektu je detekce kosmických neutrin pomocí detektoru tvořeného velkým objemem vody na dně Bajkalu, nejhlubšího a největšího sladkovodního jezera na světě, jenž je umístěn v jeho jihozápadní části (3,6 km od břehu), kde jezero dosahuje hloubky 1366 metrů. Detektor samotný zabírá spodních 525 metrů jezera, na konci první fáze jeho výstavby v roce 2020 bude zabírat přibližně 0,4 km³ vody.

Nejdůležitějším elementem detektoru GVD je optický modul. Jedná se o průhlednou skleněnou

sféru s průměrem přibližně 40 cm, která je schopna odolávat vysokým tlakům, které panují na dně jezera. V ní je umístěn fotonásobič, který umožňuje registrovat jednotlivé fotony vytvořené nabitými částicemi procházejícími objemem detektoru a převádět detekované světlo na měřitelný elektrický signál. Optické moduly jsou mezi sebou propojeny podvodními kabely, díky nimž je možné převádět naměřené signály do dalších modulů k analýze, zpracování a odeslání na břeh, 36 optických modulů je s vertikálním rozstupem 15 m zavěšeno na tzv. stringu (vláknu). Stringy rozmístěné od sebe ve vzdálenosti několika desítek metrů vytváří trojrozměrnou síť světlocitlivých zařízení. Jednotlivé části detektoru jsou propojeny s pobřežním datovým centrem pomocí 3,6 km dlouhého podvodního kabelu. Ten je položen na dně jezera, aby nedošlo k jeho poškození lodní dopravou či sítěmi rybářů.

Neutrína jsou částice s nulovým nábojem a jejich detekce při pouhém průchodu detektorem není možná. Nicméně je můžeme detekovat nepřímo pomocí dceřiných částic vzniklých při interakcích neutrin v objemu detektoru nebo v jeho blízkém okolí (až několik kilometrů) prostřednictvím slabé interakce. Pravděpodobnost takového děje je velmi nízká, detektorem tak projde nepovšimnuto obrovské množství neutrin. Pokud však k interakci dojde, vytvoří se rychle letící elektricky nabitá částice (např. elektron) a při průchodu vodou ji provází světlý záblesk. Toto svě-

Instalace optických modulů detektoru Baikal-GVD pod zamrzlou hladinou jezera Bajkal. Na pracích se podílel i pracovník ÚTEF Lukáš Fajt (první zleva).





telné zařízení pak může být detekováno optickými moduly s přesností až na jednotky nanosekund. Taková detekce v kombinaci se znalostí přesné pozice modulů umožňuje rekonstruovat dráhy nabitých zachycených částic, a potažmo i původního neutrína, a snažit se tak nalézt jejich zdroje.

Detekcí vysokoenergetických neutrin se v současné době zabývá několik mezinárodních experimentů umístěných na různých místech Země (Antarktida, Středozemní moře, jezero Bajkal), přičemž každé prostředí se vyznačuje jistými výhodami a nevýhodami. Mezi hlavní výhody jezera Bajkal patří vysoká čistota vody, relativně velká hloubka jezera, zajišťující dokonalé odstínění světla z povrchu a částečné potlačení kosmického záření vytvářejícího v detektoru nechtěné pozadí, a také jednoduchá dopravní dostupnost. Velkou předností umístění detektoru do Bajkalu je také skutečnost, že jezero samotné na přibližně tři měsíce v roce zamrzá vrstvou ledu o tloušťce až 90 cm. To výrazně usnadňuje instalaci nových optických modulů a také výměnu nefunkčních nebo špatně fungujících částí detektoru, kterou je tak možné provádět velice jednoduše suchou nohou a pomocí automobilů bez nutnosti použití lodí a speciálně školených posádek. Velmi přínosná je také skutečnost, že ve sladkovodních jezerech je řádově menší obsah fluorescenčních organismů a radioaktivního izotopu ^{40}K způsobujících falešné světelné záblesky, které velice komplikují detekci neutrin.

Až do roku 2015 sestávala kolaborace Baikal-GVD pouze z ruských výzkumných institucí. V roce 2015 se do ní zařadili i první zahraniční účastníci, mezi nimi i vědci z ÚTEF ČVUT. Mezi jejich hlavní úkoly patří provádění časových a nábojových kalibrací, analýza dat a pomoc s vývojem samotného softwarového rozhraní pro analýzu dat. Pracovníci ÚTEF se také aktivně podílejí na zimních expedicích přímo na zamrzlém jezeře Bajkal, kde probíhá instalace nových stringů, stejně jako výměna a opravy starších optických modulů, které se porouchaly nebo nefungují korektně. Dalším z důležitých úkolů, které by měly být v brzké době vyřešeny, je optimalizace a zrychlení celé analýzy dat tak, aby bylo možné monitorovat a rekonstruovat detekovaná neutrina co nejdříve po jejich interakci. Tuto informaci o detekci a směru příchodu poté bude možné sdílet s dalšími astrofyzikálními experimenty, ať už pozemními či orbitálními. Ty budou moci zaměřit své detektory na určenou polohu a pokusit se zaměřit další typy částic pocházejících ze stejné události. Taková detekce by umožnila lépe porozumět mechanismu vzniku a urychlení těchto vesmírných poutníků a lépe pochopit významné vesmírné události, jako například střet černé díry s neutronovou hvězdou apod.

**autoři: Karel Smolek
a Lukáš Fajt
foto: Bair Shaybonov**

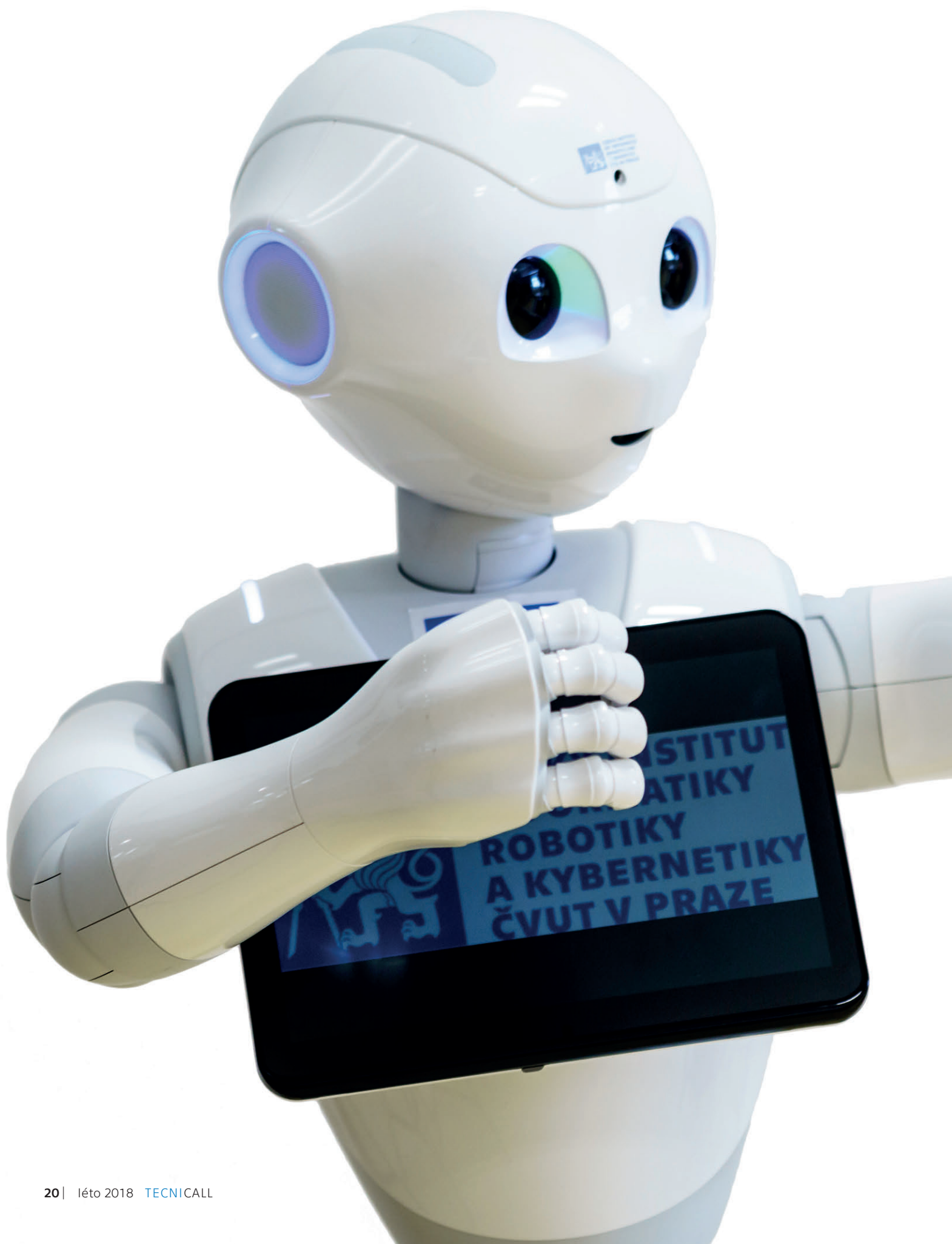


Detail optického modulu detektoru Baikal-GVD. Modul slouží k detekci fotonů vyzařovaných rychle letící nabitou částicí vytvořenou při interakci kosmického neutrina ve vodě jezera.

Ústav technické a experimentální fyziky (ÚTEF)

Českého vysokého učení technického v Praze byl založen v roce 2002 jako experimentální základna ČVUT pro výzkum v částicové a jaderné fyzice. Zapojuje se do řady mezinárodních projektů základního výzkumu. Jeho program vychází mimo jiné i z vědeckých projektů řešených v mezinárodních ústavech, v nichž je Česká republika členskou zemí (CERN, Švýcarsko, či Spojený ústav jaderných výzkumů – SÚJV Dubna, Rusko). V návaznosti na fundamentální experimenty se v Ústavu rozvíjí moderní detektorové technologie (křemíkové stripové a pixelové detektory, scintilační detektory) a jejich aplikace v zobrazování (radiografie a tomografie), ve vesmíru v družicových experimentech (detekce kosmického záření, senzory pro rentgenové dalekohledy) a také technologie využívané v nízkopozadových podzemních experimentech.

> Více na <http://www.utef.cvut.cz/>



Robot samostatně učící se nové pracovní postupy, nebo robot-záchranář, jenž si poradí v prostředí člověku velmi nebezpečném, či je užitečným pomocníkem pro staré, případně nemocné lidi. To jsou příklady možných aplikací inteligentního strojového vnímání, na kterém se podílejí vědci v laboratořích Českého vysokého učení technického. Od poloviny loňského roku se na Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT (CIIRC) věnuje výzkumný tým kolem Dr. Ing. Josefa Šivice novým metodám počítačového vidění a strojového učení pro aplikace v autonomní robotice.

Dr. Ing. JOSEF ŠIVIC
Josef.Sivic@cvut.cz

Ing. Mgr. EVA DOLEŽALOVÁ
Eva.Dolezalova@cvut.cz

Učíme roboty vidět |

Výzkum inteligentního strojového vnímání

IMPACT – Inteligentní strojové vnímání Dr. Ing. Josefa Šivice.

Mezinárodní partnerství

Strategickým mezinárodním partnerem je v projektu IMPACT přední francouzský výzkumný institut pro oblast výpočetní techniky a automatizace Inria. V současné době se spolupráce slibně rozvíjí i v dalších směrech. Díky těmto vazbám byl CIIRC ČVUT, spolu se špičkovými světovými instituty jako Robotics Institute na Carnegie-Mellon University v USA nebo Max Planck Institut v Tübingenu v Německu, přizván jako jeden ze sedmi spolupracujících partnerů do mezinárodní sítě nového specializovaného institutu na výzkum umělé inteligence PRAIRIE (PaRis Artificial Intelligence Research Institute). PRAIRIE zakládají v Paříži s přímou podporou prezidenta Emmanuela Macrona tři francouzské akademické instituce a jedenáct firem jako např. Amazon, Facebook, Google, Microsoft či Valeo. Cílem je vybudovat nové centrum, které se stane světovým lídrem v oblasti výzkumu umělé inteligence.

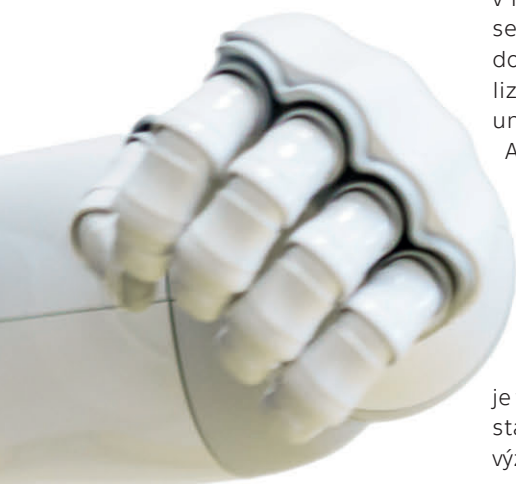
Vědecké cíle

Představte si například inteligentní robotickou výrobní linku, která se sama naučí nový složitý pracovní postup podle demonstrace kvalifikovaného pracovníka a dokáže sama postup adaptovat na další pracoviště po celém světě. Nebo autonomního záchranného robota, který sám vykonává úkoly

v prostředí jinak pro člověka nepřístupném. Dalším příkladem může být robot – pomocník v domácnosti, který pomůže v nepředvídaných situacích nemocnému nebo starému člověku. Všechny tyto aplikace vyžadují od strojů vizuální porozumění stále se měnícího okolního světa, učení se novým znalostem a dovednostem a jejich adaptaci do nových předem nepředpokládaných situací. Vytvořit stroje, které by měly takovéto schopnosti, je jedním z centrálních problémů umělé inteligence. Během šestiletého trvání projektu IMPACT se asi nepodaří vyřešit všechny problémy, nicméně cílem je učinit významný krok vpřed a posunout tímto směrem hranice současného poznání v oblastech strojového učení, počítačového vidění a robotiky.

Tým

IMPACT dává dohromady špičkové zkušené vědce z ČVUT a francouzského institutu Inria společně s deseti mladými vědci a doktory. Propojení pracovišť v Praze a v Paříži je zajištěno pravidelnými návštěvami studentů a výzkumníků a samozřejmě prací na společných publikacích. Velká příležitost k pokroku v umělé inteligenci leží i ve spolupráci s týmy výše zmíněných OP VVV projektů dr. Josefa Urbana a prof. Roberta Babušky. Možnosti se otevírají také dalším pracovištím napříč ČVUT. Příkladem je začínající spolupráce s Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT a Ústavem jaderné fyziky Akademie věd ČR ve výzkumu použití metod hlu-



Projekt IMPACT, což je zkratka anglického „Intelligent Machine Perception“, tedy „Inteligentní strojové vnímání“, je jedním ze tří, se kterými CIIRC ČVUT v roce 2017 uspěl v rámci výzvy „Podpora excelentních výzkumných týmů“ Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV). Dotační prostředky v celkovém objemu téměř 400 mil. Kč umožní během let 2017–2022 ve spolupráci se zahraničními výzkumnými partnery vybudovat na CIIRC ČVUT silné týmy. Jedná se konkrétně o projekt AI&Reasoning – Umělá inteligence a uvažování, vedený dr. Josefem Urbanem, R4I – Robotika pro Průmysl 4.0, vedený prof. Robertem Babuškou, a právě

V budově na třídě Jugoslávských partyzánů je k dispozici nejmodernější robotické experimentální vybavení světové úrovně, ať již robotické manipulátory nebo mobilní roboty. Prostředí CIIRC ČVUT je také unikátní svou kombinací základního a aplikovaného výzkumu. To stimuluje tvorbu základních výsledků a v rámci dalších navazujících projektů jejich převod do konkrétních aplikací ve spolupráci s dalšími pracovišti CIIRC, ČVUT a s průmyslovými partnery.

Představte si například inteligentní robotickou výrobní linku, která se sama naučí nový složitý pracovní postup podle demonstrace kvalifikovaného pracovníka a dokáže sama postup adaptovat na další pracoviště po celém světě. Nebo autonomního záchranného robota, který sám vykonává úkoly v prostředí jinak pro člověka nepřístupném. Dalším příkladem může být robot – pomocník v domácnosti, který pomůže v nepředvídaných situacích nemocnému nebo starému člověku. Všechny tyto aplikace vyžadují od strojů vizuální porozumění stále se měnícího okolního světa.

bokého učení na analýzu srážek těžkých iontů. Kromě s Inria se spolupráce rozvíjí i s řadou dalších mezinárodních akademických i průmyslových partnerů, jako jsou ETH Zürich nebo Google DeepMind.

Zázemí

V budově na Jugoslávských partyzánů je k dispozici nejmodernější robotické experimentální vybavení světové úrovně, ať již robotické manipulátory nebo mobilní roboty. Prostředí CIIRC ČVUT je také unikátní svou kombinací základního a aplikovaného výzkumu. To stimuluje tvorbu základních výsledků a v rámci dalších navazujících projektů jejich převod do konkrétních aplikací ve spolupráci s dalšími pracovišti CIIRC, ČVUT a s průmyslovými partnery.

První výsledky

Již během prvního roku projektu IMPACT bylo přijato k publikaci několik odborných článků, další jsou v recenzním řízení. Příkladem je nová metoda na přesnou lokalizaci kamery ve známém, ale rozlehlém a měnícím se prostředí. Nově navržená metoda kombinuje algoritmy odhadování geometrických omezení s metodami hlubokého učení a výrazně překonává výsledky ostatních v současnosti známých algoritmů. Metoda může najít uplatnění při přesné navigaci robotů v průmyslových halách nebo veřejných prostorech, jako jsou nemocnice. Výzkumný tým se také podílel na přípravě testovacích experimentů pro lokalizaci samoříditelných aut v měnících se podmínkách. Výsledkem bylo důležité zjištění, že současné metody vizuální lokalizace mají výrazné problémy v některých typech povětrnostních podmínek. Výstupem, který spojuje matematiku

a techniku a ukazuje, že pokročilé matematické výsledky v algebraické geometrii mohou mít velký praktický význam, je tvorba efektivních algoritmů pro rekonstrukci trojdimenzionálních modelů světa.

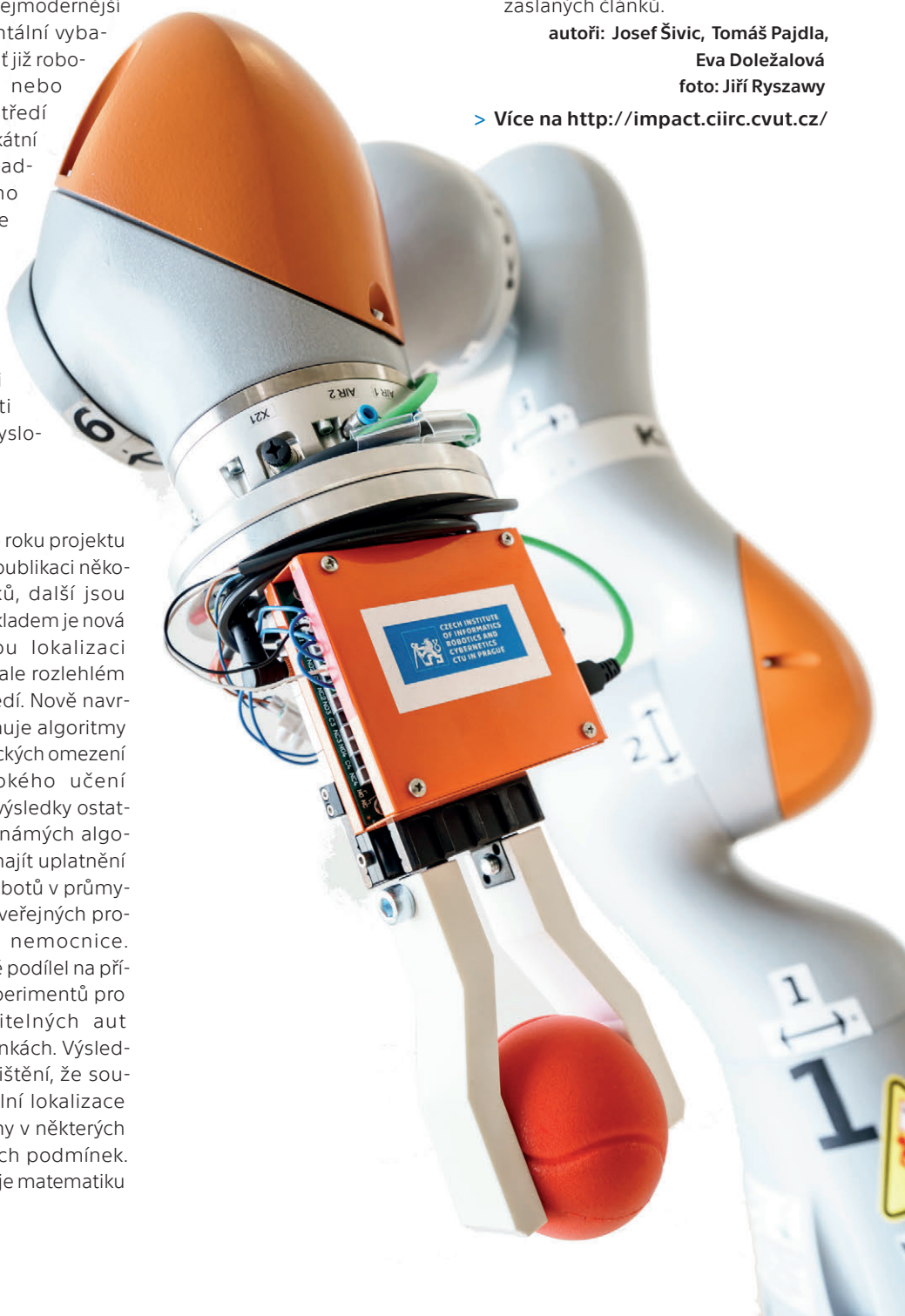
Metody vyvinuté v projektu IMPACT tak mají uplatnění v navigaci, trikovém filmu i trojdimenzionálním

mapování. Všechny tyto výsledky budou publikovány v létě 2018 jako tzv. „spotlight“ prezentace na prestižní konferenci CVPR 2018 (IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition) v Salt Lake City v USA. Získat „spotlight“ prezentaci není jednoduché. Míra úspěšnosti je jen asi desetiprocentní ze všech zaslaných článků.

autoři: Josef Šivic, Tomáš Pajdla,
Eva Doležalová
foto: Jiří Ryszawy

> Více na <http://impact.ciirc.cvut.cz/>

Robot KUKA IBR iiwa s chapadlem Schunk v laboratoři robotiky a strojového vnímání CIIRC ČVUT





Dr. Ing. Josef Šivic
hovoří s humanoidním
robotem Pepper.

Praha má potenciál stát se minimálně středoevropským hubem umělé inteligence

Hlavním řešitelem projektu IMPACT je Dr. Ing. Josef Šivic, výzkumník, jenž působí v mezinárodních vědeckých týmech v Evropě a má mj. zkušenosti z působení na prestižním MIT v USA. Jeho oborem je počítačové vidění.

Přicházíte z francouzského institutu INRIA. Před tím jste působil v laboratoři informatiky a umělé inteligence na MIT v USA a na Univerzitě v Oxfordu. Proč jste se rozhodl právě pro ČVUT a jeho Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky? Co vás k tomu motivovalo a v čem vidíte potenciál?

Shrnu bych to do tří hlavních důvodů. První byl vědecký. Projekt IMPACT je příležitost k vytvoření silného multidisciplinárního týmu na rozhraní počítačového vidění, strojového učení a robotiky. Průlomový pokrok ve strojovém učení a zejména v konvolučních neuronových sítích vytváří nyní jedinečnou příležitost pro počítačové vidění i robotiku. V CIIRC ČVUT máme vynikající výzkumné pro-

středí se špičkovou infrastrukturou a dalšími týmy pracujícími na souvisejících výzkumných tématech.

Za druhé, v projektu vidím příležitost, jak posílit vědu v České republice. Myslím, že Praha má potenciál stát se minimálně středoevropským hubem umělé inteligence. Doufám, že se nám podaří do České republiky přilákat další mladé vědce a podobně jako s institutem PRAIRIE v Paříži, navázat spolupráci s dalšími špičkovými institucemi v Evropě a ve světě.

Má třetí motivace je osobní. Já i moje žena jsme původně z Prahy a máme k České republice stále silné rodinné i osobní vazby. Poté, co se nám narodila dcera, jsme se rozhodli alespoň částečný návrat vyzkoušet.

Pracujete v mladém mezinárodním týmu. Jak byste jej charakterizoval?

Nesporným úspěchem je, že se do týmu podařilo přilákat několik mladých skvělých výzkumníků ze zahraničí, a to i přes obrovskou mezinárodní konkurenci v nabídkách práce jak v akademické, tak průmyslové sféře. Ceníme si ale možnosti zapojení dalších fakult ČVUT. Díky tomu začíná spolupráce

s talentovaným studentem FJFI, který bude zkoumat použití metod hlubokého učení na analýzu srážek těžkých iontů.

Jaké konkrétní výsledky svého výzkumu očekáváte?

Připravujeme například článek o učení manipulačních dovedností robotů z instruktážních videí na Youtube. Výše zmíněnou práci na lokalizaci bychom rádi výrazně posunuli k navigaci v nových neznámých prostředích. Nebo začínáme další česko-francouzskou spolupráci ve vývoji efektivních algoritmů posilovaného učení. Zde doufáme, že se podaří snížit velké množství dat, které je v současné době pro posilované učení potřeba. Tím stroje alespoň o něco přiblížíme schopnostem člověka, který se dokáže učit jen z několika málo příkladů. Nakonec chci zmínit připravovaný výzkum propojení metod algebraické geometrie s metodami hlubokého učení, kde bychom rádi odbourali nutnost zdlouhavé kalibrace robotických systémů a umožnili automatickou kalibraci robotů za chodu v měnícím se prostředí.

autorka: Eva Doležalová
foto: Jiří Ryszawy

Silnice bez záplat a výtluků |

Nízkoúdržbová souvrství asfaltových vozovek

Každý uživatel silnic a dálnic (obecně pozemní komunikace) zná onu situaci: dlouhé kolony, stavební stroje na silnici, proklínané dopravní značky upozorňující na práci na silnici a občas vkrádající se pocit, že danou silnici přeci před několika lety opravovali. Skutečnost, které se, bohužel, rozvinuté ekonomiky neumí vyhnout.

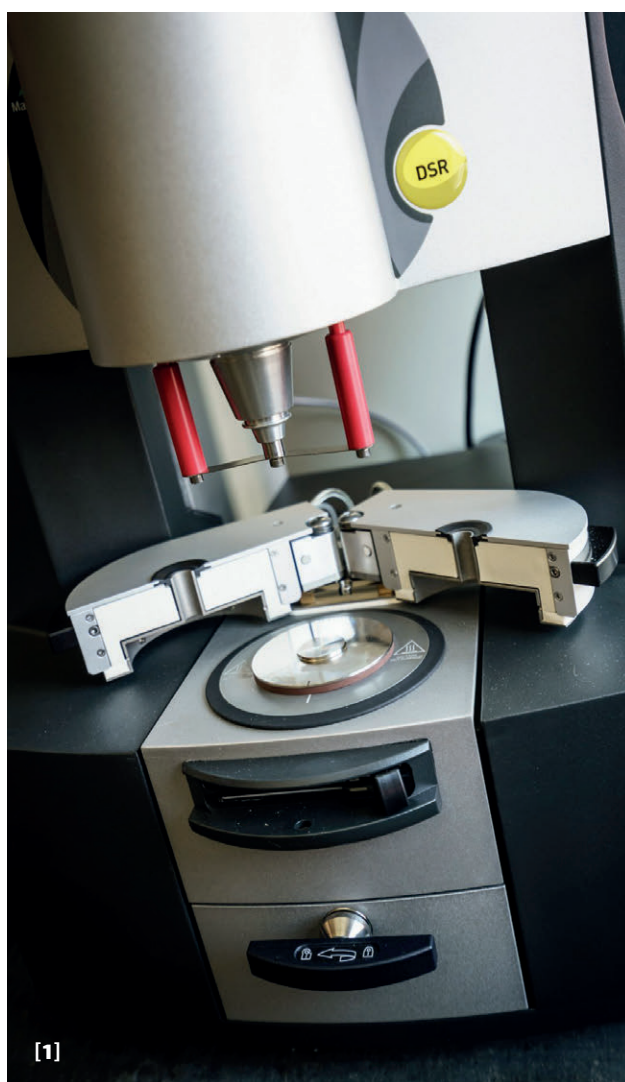
Dopravní infrastruktura představuje jeden z klíčových veřejných majetků, který jakýkoli stát má a který v sobě akumuluje značnou ekonomickou hodnotu. Tvoří vzájemně propojenou síť jako neuronová propojení v těle každého primáta a je nadále stěžejní pro zajištění mobility zboží, služeb a osob, umožňuje rozvoj municipalit i regionů. Současně však s postupem času má rostoucí nároky na svou údržbu. Tato skutečnost je dána tím, že s rozvojem daného územního celku – ať je jím stát nebo větší region – se postupně těžiště budování nové infrastruktury přesouvá do její obnovy, správy a účelné údržby. Proč? Jednoduše proto, že žádná z konstrukcí není a při stavu našeho poznání zatím nedokáže být věčná.

Dopravní infrastruktura je pod tlakem milionů opakujících se účinků jednotlivých vozidel, čímž se materiál opakovaně zatěžuje a odlehčuje. Část těchto dopadů umí stavební materiály nebo stavební kompozity absorbovat a konstrukce zvládají relaxovat, přičemž zatížení má za následek jako odezvu deformaci, která je ve velké míře dočasná (vratná), část zůstává nicméně v podobě nevratné deformace, která se postupem času akumuluje. Pokud by náš svět byl ideální, fungovala by asfaltová vozovka

jako příklad opakovaného stlačování dokonale pružného gumového míčku – stlačím a po uvolnění se mi míček vrátí do původního tvaru. Tuto dokonalost však na pozemní komunikaci nelze vytvořit. Druhým aspektem je prostředí – klima, střídání ročních období, přítomnost kyslíku a UV záření. I na konstrukci vozovky a na materiálové složky tyto účinky v čase postupně více či méně působí, přičemž účinky nejsou izolované, ale vzájemně se kombinují, působí společně nebo v nějakém sledu, přičemž jako vlivy přirozeného přírodního prostředí kolem nás se jen těžko dají přesně predikovat a simulovat. Jednotlivé jevy způsobují jiné formy napětových stavů v konstrukci nebo naopak mohou vést k tzv. stárnutí materiálu. To je typické pro organické látky, kam patří například asfalt. Podobně jako většina organismů podléhá i tato organická hmota (termo)oxidativnímu stárnutí. Obdobně jako u člověka, i u asfaltové vozovky tento proces lze v rozumné míře zpomalovat či řídit, nelze si jej však plně podmanit a nelze jej eliminovat. Spojíme-li obě výše uvedené skupiny účinků dohromady, dopravní zatížení a klimatické účinky, je výsledkem poznání, že jakoukoli silnici či dálnici čas od času je třeba opravit, provést výměnu části konstrukce nebo aplikovat cosi jako „face-lift“. Otázkou pouze je, jak často a jak efektivně.

Z výše uvedeného důvodu jsou potřebná taková technická řešení a inženýrské přístupy k jejich dosažení, které umožní účelné prodloužení životnosti konstrukcí vozovek při zachování co nejvyšší užitné hodnoty konstrukcí pozemních komunikací. Respektována přitom musí být ekonomická efektivita technického řešení i jeho investiční přiměřenost, minimalizace environmentálních dopadů a generování minima ekologických rizik.

Bezesporu je tu i společenský rozměr reprezentovaný především potřebným komfortem, dostupností a mobilitou. V případě dopravně intenzivně využívaných částí infrastruktury, jež vedou k potenciálně kratším cyklům údržby či obnovy (v důsledku vysokých intenzit počtu vozidel), je důležité minimalizovat omezení, která vznikají pro jejich uživatele – např. dopravní kongesce v důsledku uzavírek, dlouhé objízdné trasy, při kterých se neúměrně zatěžuje další území, nebo naopak vznikají časové ztráty pro uživatele apod. Pokud jsou opravy silniční infrastruktury nezbytné, je žádoucí upřednostnit taková řešení, která v budoucnosti povedou k rychlejšímu provedení takových zásahů. V kontextu uvedeného se v případě pozemních komunikací jeví jako nejvíce efektivní identifikovat a podporovat rozvoj takových technických řešení, která umožňují získat konstrukce asfaltových vozovek, u kterých bude naplněn předpoklad prodlouženého životního cyklu (fyzické životnosti) a zároveň se nastaví takové skladby konstrukce vozovky, u které se prováděná oprava v nezbytných intervalech omezí na rychlé provedení obnovy tenkých obrusných vrstev (např. souvislá oprava kilometru enormně zatíženého městského okruhu během jednoho až dvou dnů). Takový přístup pak není nadmíru náročný jak časově, tak ani z hlediska dalších ekonomických výdajů. Navíc při vhodném nastavení takového technického systému lze docílit co nejvyšší opakované využitelnosti materiálu z původní obrusné vrstvy, která tvoří vrchní vrstvu pozemní komunikace. Její tloušťka se u asfaltové vozovky zpravidla pohybuje v rozmezí 3–5 cm. Tato vrstva udává estetický vzhled, ovlivňuje hlučnost na styku vozovky a pneumatik vozidel, zajišťuje dostatečné protismykové



vlastnosti, chrání v maximální míře zbytek konstrukce od přímého účinku klimatických vlivů. Pod obrusnou vrstvou se nachází zpravidla ložní vrstva, která přenáší účinky dopravního zatížení dále do konstrukce a má především v co největší míře zajistit odolnost proti rychlé akumulaci trvalých deformací. Tedy musí být na jedné straně dostatečně tuhá, aby se snadno nedeformovala, na straně druhé nesmí být v našich klimatických podmínkách nadměrně tuhá, aby při náhlém poklesu teploty nevznikal nechtěný křehký lom a tedy se netvořily trhliny, které jiným způsobem vedou k porušení vozovky. Je zjevné, že silniční stavební inženýr balancuje mezi několika stavy, které velmi často jdou jeden proti druhému. On musí volit vhodně konsensuální řešení.

V rámci dílčího projektu jedné z výzev Operačního programu Praha pól růstu (řešení 2017 až 2018), rozvíjí Katedra silničních staveb Fakulty stavební ČVUT technickou inovaci, která spočívá v několika aspektech. Ryze z technologického hlediska je identifikována a experimentálně pro podmínky v České republice dále uzpůsobena asfaltová směs mastixového typu pro ložní vrstvu. Vývoj byl v této oblasti doposud zaměřený na vlastní technický návrh a postupnou optimalizaci nového typu asfaltové směsi typu asfaltový koberec mastixový pro ložní vrstvy (značeno jako SMA L). U tohoto typu asfaltové směsi byly v průběhu roku 2017 experimentálně ověřeny dvě kategorie tohoto typu směsi, a sice SMA 16 L a SMA 22 L. Druhá z uvedených variant byla dále uplatněna na přibližně dva kilometry dlouhém úseku

silnice II. třídy (II/236 úsek Kačice–Smečno), přičemž pokládku realizoval průmyslový partner, firma Froněk spol. s r.o. Z důvodu posouzení potenciálu tohoto typu asfaltové směsi byly provedeny i podvarianty s uplatněním 30 % a 50 % asfaltového recyklátu, tedy materiálu získaného odfrézováním původních vrstev. Tímto přístupem se sleduje jiný z všeobecných trendů v Evropě, kterým je směřování k bezodpadové společnosti. Asfaltová směs typu SMA L vychází z konceptu, který zná silniční stavitelství více než třicet let u obrusných vrstev, kde se klasické mastixové koberce SMA používají u vozovek s nejvyšším dopravním zatížením, a to s ohledem k jejich potenciálu dosahovat delší životnosti. V případě přenesení původního konceptu SMA směsi do ložní vrstvy vozovky se očekává, že tato

[1] Dynamický smykový reometr pro provádění komplexních funkčních zkoušek asfaltových pójiv
[2] Jedna z možností stanovení tuhosti kompozitu zkouškou opakovaného namáhání v příčném tahu
[3] Zkouška odolnosti asfaltové směsi proti trvalým deformacím; zatížené kolo přejíždí při zvýšené teplotě mnoha tisíce cyklů asfaltovou desku a simuluje jev známý řidiči z vozovky.

Pokud by náš svět byl ideální, fungovala by asfaltová vozovka jako příklad opakovaného stlačování dokonale pružného gumového míčku – stlačím a po uvolnění se mi míček vrátí do původního tvaru. Tuto dokonalost však na pozemní komunikaci nelze vytvořit.

konstrukční vrstva i při větším dopravním zatížení bude schopna vykazat životnost až 25 let. Pokud se navrhne v dostačující tloušťce a s dodržáním požadavků na vstupní materiálové komponenty, lze pro obrusnou vrstvu namísto tradičních řešení (3–5 cm silné asfaltové vrstvy) uplatnit tenké asfaltové vrstvy s tloušťkou max. 3 cm. Laik se oprávněně bude ptát, k čemu je takové snažení dobré? Odpovědí je uplatnění nízkoúdržbového krytového souvrství vozovky. Momentální zkušenost z pozemních komunikací nejen v ČR, ale například i v technologicky vyspělejší Německu je taková, že obrusná asfaltová vrstva v průměru vykazuje životnost 10–12 let. Tedy po této době je velmi často nutné vrstvu odfrézovat a provést novou pokládku. V řadě případů se bohužel ukazuje, že tradiční vrstvy nedosahují více než dvacetileté životnosti, což znamená nutnost provádět např. po patnácti letech odfrézování 10–12 cm vozovky s provedením nového asfaltového souvrství. Takové řešení souvislé opravy samozřejmě představuje určitou ekonomickou hodnotu, současně však znamená i potřebu

delší uzavírky pro provedení opravy. Pokud tedy bude možné ložní vrstvu navrhnout a realizovat jako kompozit s delší životností, jenž navíc bude překryt tenčí obrusnou vrstvou, se sice během např. 25letého období nevyhneme souvislé opravě, nicméně tato se bude moci během tohoto období omezit jen na tenkou obrusnou vrstvu (odstraňovat budeme 3 cm a nikoli 10 cm a více). To přinese ekonomicky levnější řešení a časově rychlejší realizaci takové opravy. Odfrézování a nová pokládka tenké vrstvy bude vyžadovat významně kratší čas. Navíc, takový koncept umožňuje efektivně aplikovat, zejména v zastavěných územích, i obrusné vrstvy se sníženou hlučností, čímž se aktivně přispívá k zlepšení kvality života obyvatel snížením emise hluku na styku pneumatik a povrchu vozovky. Takové hledisko je jedním z dalších dílčích cílů, které výzkumný projekt sleduje.

Aby uvedená řešení byla pro veřejné správce silniční infrastruktury snadno uplatnitelná, je druhým významným cílem a očekávaným výsledkem projektu zpracování metodiky využívání nízkoúdržbových krytů asfaltových vozo-

vek. Metodika je rozdělena na tři oblasti. Jsou to vozovky s dlouhou životností, nízkoteplotní asfaltové směsi (a uplatnění tohoto konceptu při návrhu a řešení nových typů krytových souvrství) a asfaltové směsi pro obrusné vrstvy vozovek se sníženou hlučností (v tomto bodě v úzké provázanosti na výsledky řešení dosažené v rámci centra kompetence CESTI, což představuje jiný významný projekt aplikačního výzkumu a vývoje, který ČVUT od roku 2013 řeší). Tato ucelená metodika shrnuje možné technické přístupy a popisuje způsoby zahrnutí konceptu nízkoúdržbových obrusných vrstev do konstrukčního návrhu vozovky. Klíčovým aspektem je skutečnost, že metodika má pomoci veřejným správcům definovat, jak vhodně buď jednotlivé typy asfaltových směsí nebo celá krytová souvrství definovat ve stavebních projektech, potažmo v zadávacích podmínkách veřejných zakázek. Do budoucna má přitom sloužit jako pracovní pomůcka a technický rádce pro správce pozemních komunikací v ČR (primárně pro TSK hl. m. Praha, dále ale i pro ŘSD, krajské správy a údržby silnic či velká statutární města).

V naší zemi je více než 55 tisíc km silnic a dálnic mimo města a obce, a více než 70 tisíc km místních komunikací. Stáří konstrukcí vozovek je různorodé: od 1 roku do 60 let (a stárneme). Jedná se o veřejný majetek s hodnotou v řádu stovek miliard korun. Při použití asfaltové směsi mastixového typu pro ložní vrstvy v celé České republice se takové řešení může teoreticky dotknout až 10 tisíc km pozemních komunikací (generuje řády milionů tun asfaltových směsí). Při předpokládané ceně tuny asfaltové směsi 1800 korun se jedná o potenciálně miliardové efekty.

autor: Jan Valentin

foto: autor a Jiří Ryszawy

Čerstvě provedená pokládka asfaltové směsi typu SMA 22 L na silnici II. třídy (II/236 u obce Kačice), září 2017



Zkoumání mikrosvěta |

Ideální jaderná kapalina z kvarků a gluonů

Nové poznatky o mikrosvětě se snaží získat vědci Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT při výzkumu srážek iontů. V rámci projektu OPVVV „Brookhavenská národní laboratoř – účast České republiky“, který fakulta řeší ve spolupráci s Ústavem jaderné fyziky Akademie věd České republiky a Univerzitou Karlovou, studují na experimentech v Brookhavenské národní laboratoři v USA vlastnosti horké a husté jaderné hmoty vytvářené ve srážkách těžkých iontů. Na této tematice pracují v rámci velkých mezinárodních kolaborací STAR a PHENIX. Konkrétně se podílejí na sběru experimentálních dat a provozu detektorů částic, které ve srážkách iontů vznikají, a tato data dále analyzují.

Spíš než o mikrosvětě bychom měli mluvit o femtosvětě, protože femtometr (10^{-15} m) je velikost protonů v jádře atomu. Samotná jádra zlata, která srážíme na urychlovači RHIC v Brookhavenské národní laboratoři (BNL), mají velikost jen o něco málo větší než deset femtometrů. V tomto malém prostoru několika femtometrů se odehrávají zajímavé fyzikální procesy, které zkoumáme. Kruhový urychlovač RHIC (z angl. Relativistic Heavy Ion Collider) má obvod 3834 m a mohou se v něm urychlovat ve dvou trubicích proti sobě svazky polarizovaných protonů nebo také jader atomů, nejčastěji jader zlata. Kinetická energie po urychlení je značná, u protonů to může být až 250 GeV a u jader zlata až 200 GeV na nukleon. Takto urychlená jádra se pohybují rychlostí dosahující 99.995 % rychlosti



světla a je možné je nechat srazit v prostoru experimentu STAR a co nejpřesněji zaznamenat v jeho detektorech různé částice, které při srážce vzniknou.

Jak vypadal vesmír v prvních mikrosekundách od Velkého třesku?

Experiment STAR dokáže zaznamenávat až tisíc srážek za sekundu. Komplexní analýzou těchto dat na výpočetních centrech v BNL a Lawrence Berkeley National Laboratory v Berkeley získáváme nové fyzikální informace. Pro nás je nejvíce zajímavá část srážky, která trvá po dobu 10^{-23} s. Po tuto dobu je jaderná hmota extrémně horká a hustá. Tento okamžik je zajímavý i z pohledu kosmologie. Když se podíváme na noční oblohu, vidíme typicky světlo z hvězd, které k nám letělo desítky až stovky let. To zna-

mená, že máme ve skutečnosti informaci o vesmíru z nějaké dřívejší doby. Když hledáme dál, můžeme najít i starší pohled, například velkou galaxii v souhvězdí Andromedy, která je ve vzdálenosti 1,7 milionů světelných let. Navíc 23. dubna 2009 kosmická observatoř Swift Gamma-Ray Burst pozorovala desetisekundový záblesk v souhvězdí Lva, který doprovázel zánik supernovy před třinácti miliardami let. To je již událost pozoruhodně časově blízká vzniku samotného vesmíru. Avšak o to více je fascinující, že jaderná hmota, kterou ve srážkách jader v BNL vytvoříme, je ve stavu, ve kterém byl vesmír po uplynutí pouhé první mikrosekundy od Velkého třesku. Za obvyklých podmínek je hmota složená z protonů a neutronů v jádrech atomů a elektronů v jejich atomových obalech. Již od sedmdesátých

Do vývoje křemíkových detektorů pro vědecké a průmyslové aplikace v Centru aplikované fyziky a pokročilých detekčních systému na FJFI ČVUT je aktivně zapojena řada studentek a studentů.

Pro nás je nejvíce zajímavá část srážky, která trvá po dobu 10^{-23} s. Po tuto dobu je jaderná hmota extrémně horká a hustá. Tento okamžik je zajímavý i z pohledu kosmologie. Když se podíváme na noční oblohu, vidíme typicky světlo z hvězd, které k nám letělo desítky až stovky let. To znamená, že máme ve skutečnosti informaci o vesmíru z nějaké dřívejší doby.

Teorie silných interakcí, nazývajících se kvantová chromodynamika, popisuje vzájemné působení kvarků a gluonů, které nesou tzv. barevný náboj.

V přírodě existuje šest typů – vůní kvarků: dolů, nahoru, podivný, půvabný, dolní (krásný), horní (pravdivý) kvark. Z trojic dvou nejlehčích kvarků se skládají protony a neutrony. Částice, které se obecně skládají ze tří kvarků, se nazývají baryony. Každý kvark má také svůj antikvark z antihmoty.

let minulého století je známo, že i protony a neutrony mají svou vnitřní strukturu a skládají se ze tří kvarků, které na sebe působí silnou interakcí pomocí gluonů. Teorie silných interakcí, nazývajících se kvantová chromodynamika, popisuje právě toto vzájemné působení kvarků a gluonů, které nesou tzv. barevný náboj. V přírodě existuje šest typů – vůní kvarků: dolů, nahoru, podivný, půvabný, dolní (krásný), horní (pravdivý) kvark. Z trojic dvou nejlehčích kvarků se skládají protony a neutrony. Částice, které se obecně skládají ze tří kvarků, se nazývají baryony. Každý kvark má také svůj antikvark z antihmoty. Páry kvarku a antikvarku tvoří částice, které nazýváme mezony. Důležitou vlastností silné interakce je to, že na malých vzdálenostech (např. uvnitř protonu) jsou kvarky téměř volné, avšak když je chceme od sebe oddělit, tak to není možné. Kvarky jsou díky tzv. barevnému uvěznění k sobě vázány a při dodávání energie na jejich uvolnění je výhodnější vytvořit z této energie další nové kvarky a antikvarky, které dají vznik dalším částicím a antičásticím.

Využití v medicíně i průmyslu

Při pohledu na fyziku elementárních částic můžeme udělat následující analogii. Vzdálenost, kterou ještě můžeme rozlišit pomocí optického mikroskopu, přímo souvisí s vlnovou délkou použitého světla. Jsou to tedy vzdálenosti přibližně 100 nm. Urychlovač částic je pro náš výzkum něco jako mikroskop. Rozměry, které na něm můžeme studovat, jsou nepřímo úměrné hybnosti, na kterou částice urychlíme. Pro zkoumání rozměrů objektu velikosti protonu potřebujeme energie alespoň GeV. Praktické využití urychlovačů je obrovské. Většina těchto přístrojů se staví pro účely radioterapie, materiálového výzkumu a pro další průmyslové aplikace. Například v proto-

novém centru PTC v Praze jsou protony urychlovány až na 240 MeV a používají se k přesnému léčení vhodných typů nádorů. Pro potřeby základního výzkumu v částicové fyzice slouží jen malý počet urychlovačů, avšak tyto jsou specifické svou komplexitou a možností urychlovat na velké energie.

Měření vlastností částic

Základní měřitelnou experimentální informací, kterou získáváme, jsou signály z detektorů částic, které poskytují různé informace o částicích, které jimi prole-

těly. Experiment STAR se skládá z několika vrstev detektorů, které se zaměřují na měření specifických vlastností částic. Při srážce jader zlata na urychlovači RHIC vznikají tisíce částic a jejich antičástic. Tyto částice se tvoří z nových kvarků a antikvarků, vytvořených z kinetické energie srážejících se částic. Hlavním úkolem experimentálního fyzika je pak z informací z jednotlivých detektorů zrekonstruovat dráhy těchto jednotlivých částic, jejich hybnost a určit, o jaký typ částice se jedná. Nejdůležitějším subdetektorem je v tomto ohledu v experimentu STAR časově projekční komora TPC. Jedná se o plynový detektor válcového tvaru s délkou 4,2 m a průměrem 4 m, který je umístěn v magnetickém poli s indukcí 0,5 T. Jeho úkolem je zejména zaznamenat dráhy nabitých částic.



Jedním z prvních objevů bylo zhášení jetů

Výpočty kvantové chromodynamiky ukazují, že při podmínkách srážek na urychlovači RHIC se tvoří tzv. kvarkové-gluonové plazma (QGP). V tomto stavu nejsou kvarky a gluony vázány do hadronů. Od počátku programu ultrarelativistických srážek se hledají vhodné jevy, které by byly citlivé na existenci QGP a které by nám mohly poskytnout informaci o jeho vlastnostech. Náš výzkumný tým v experimentu STAR se v rámci projektu BNL-CZ detailně zabývá několika procesy, jimž se snaží porozumět. Chceme pochopit, jak energetické kvarky a gluony ztrácejí průletem přes QGP svou energii. Kvarky s vysokou hybností vznikají jen na počátku srážky, kdy je k dispozici nejvíce kinetické energie. Postupně se tato energie spotřebuje na vznik

QGP. Tato plazma se velmi rychle rozpíná a chladne, až jaderná hmota projde fázovým přechodem, podobným tomu na začátku vesmíru, a kvarky a gluony se svážou do pozorovatelných hadronů. Tyto hadrony nebo produkty jejich rozpadů pozorujeme v detektorech. Jedním z prvních objevů na urychlovači RHIC bylo zhášení jetů, kolimovaných spršek částic pocházejících z lehkých kvarků a gluonů s vysokou hybností. Když kvark s vysokou hybností vznikne v páru s jiným kvarkem jako důsledek tvrdé srážky kvarků, prolétá QGP a přitom silně interaguje s kvarky a gluony. Důsledkem těchto interakcí je ztráta jeho původní hybnosti. To se projeví relativním potlačením jetů a částic s vysokou hybností v jádro-jaderných srážkách vzhledem ke srážkám protonů. Pomocí speciálně vyvinutých algoritmů

jsme schopni zrekonstruovat jednotlivé jety a studovat jejich strukturu. Výsledky pak srovnáváme s Monte-Carlo simulacemi a teoretickými modely.

Zkoumání energetických ztrát půvabného a krásného kvarku

Dalším tématem našeho výzkumu jsou energetické ztráty kvarků těžkých vůní, tzv. půvabného a krásného kvarku. Za tímto účelem se zabýváme také vývojem křemíkových detektorů pro experimenty a průmyslové aplikace v Centru aplikované fyziky a pokročilých detekčních systémů Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT ve spolupráci se společností ON Semiconductor v Rožnově pod Radhoštěm a dalšími českými firmami. V rámci experimentu STAR jsme se podíleli na přípravě křemíkového detektoru „Heavy Flavor Tracker“ určeného právě pro měření rozpadů mezonů D a B, které obsahují těžké kvarky. Tyto mezony rekonstruuje pomocí moderních metod strojového učení. Analýzou dat jsme zjistili, že ztráty energie půvabného kvarku jsou velmi podobné těm pro lehké kvarky, avšak o něco těžší krásný kvark ztrácí průchodem QGP méně energie.

Hledání kritického bodu jaderné hmoty

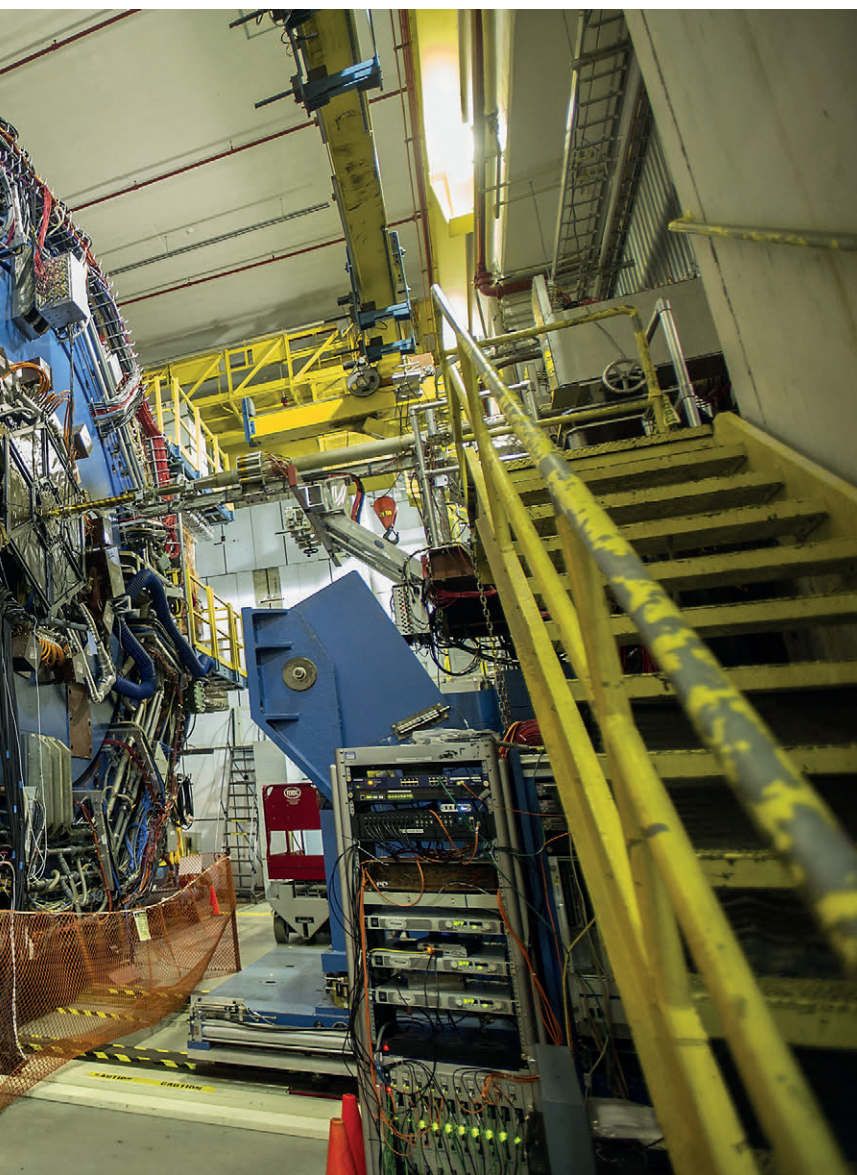
Výzkum v rámci kolaborace STAR přinesl i další zajímavé poznatky. Například to, že QGP má vlastnosti blízké ideální kapalině s nejmenší známou viskozitou. Také jsme zjistili, že následkem srážky dvou jader má tato kapalina extrémní hodnotu vířivosti dosahující až $9 \cdot 10^{21}$ s. V neposlední řadě se nám také podařilo pozorovat 18 jader anti-helia.

V nejbližších pěti letech se v rámci experimentu STAR budeme zabývat hledáním kritického bodu fázového diagramu jaderné hmoty a také aktivně zapojovat do přípravy nového elektron-iontového urychlovače EIC, který bude postaven v USA za účelem dalšího hlubšího pochopení silné interakce kvarků a gluonů uvnitř protonu.

autor: Jaroslav Bielčík

foto: Jiří Ryszawy a experiment
STAR, Brookhavenská národní
laboratoř

Výzkumný tým
na FJFI ČVUT
zkoumá vlastnosti
horké a husté
jaderné hmoty
na experimentu STAR
v Brookhavenské
národní laboratoři.



Vývoj účinnějších kolektorů

Energie ze slunečního záření

Fotovoltaické zdroje nabývají na popularitě, a to díky technologickému vývoji, klesajícím cenám a mnoha přednostem, jako je všudypřítomnost slunečního záření, relativně snadná predikovatelnost a snadná instalace a údržba. Neustálý pokles ceny fotovoltaického modulu vůči celému systému (pod 50 procent) už i u malých elektráren na klíč navíc tlačí současné průmyslově využitelné technologie k účinnostem nad 21 procent.

[1] Fluorescenční kolektory

[2] Destička křemíku pokrytá fotonickým krystalem pro zvýšení absorpce světla

[3] Experimentální uspořádání pro měření fluorescence

[4] Komora pulzní laserové ablace pro nanášení selektivních kontaktů solárních článků

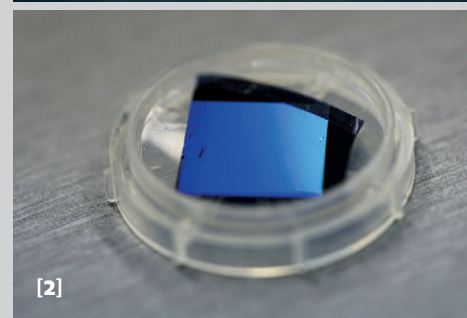
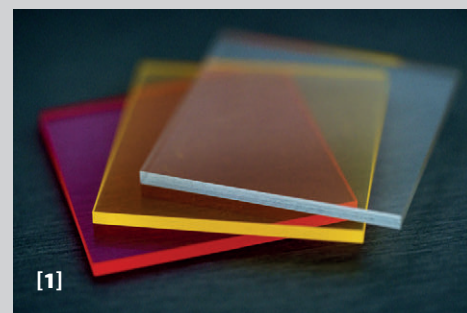
Čelní pozici zaujímá stále nejrozšířenější křemíková krystalická technologie, která má však i slabé stránky. Tou je například teplotní koeficient, který může snížit reálný výkon až o 20 procent. Je silně závislý na rozdílu mezi šířkou zakázaného pásu polovodiče a napětím naprázdno, neboli takzvaném napěťovém deficitu, který je ztrátovým mechanismem již sám o sobě. Minimalizace napěťového deficitu lze dosáhnout např. snížením tloušťky absorberu (snížením tloušťky absorberu pod 100 mikrometrů bylo dosaženo deficitu jen 0,37 V při zachování celkové absorpce).

To však musí jít ruku v ruce s velmi efektivním navazováním světla do absorberu, protože běžný křemíkový článek není schopen efektivně využít celé spektrum slunečního záření, natož pak při nižší tloušťce absorberu.

V Centru pokročilé fotovoltaiky (CAP) pracujeme na řešení těchto problémů různými přístupy. Jedním ze způsobů, jak přistupovat k slabé absorpci křemíku, je využití organických materiálů pro konstrukci fluorescenčních kolektorů. Jejich úkolem je koncentrovat sluneční záření z relativně velké plochy a přivést ho na malou plochu, tenký křemíkový fotovoltaický článek. Výhodou fluorescenčního kolektoru je to, že jeho absorpční schopnost pokryje relativně širokou část spek-

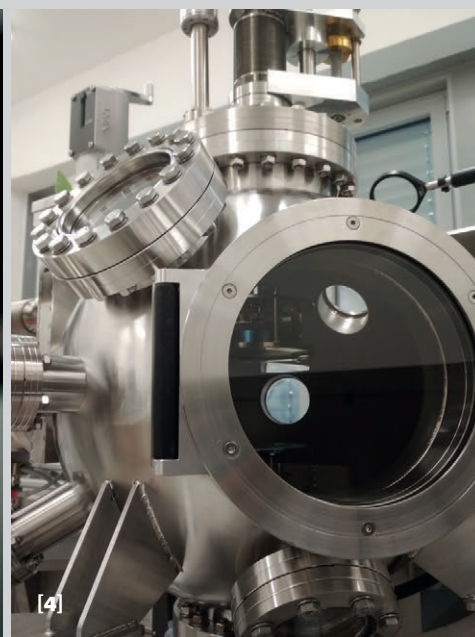
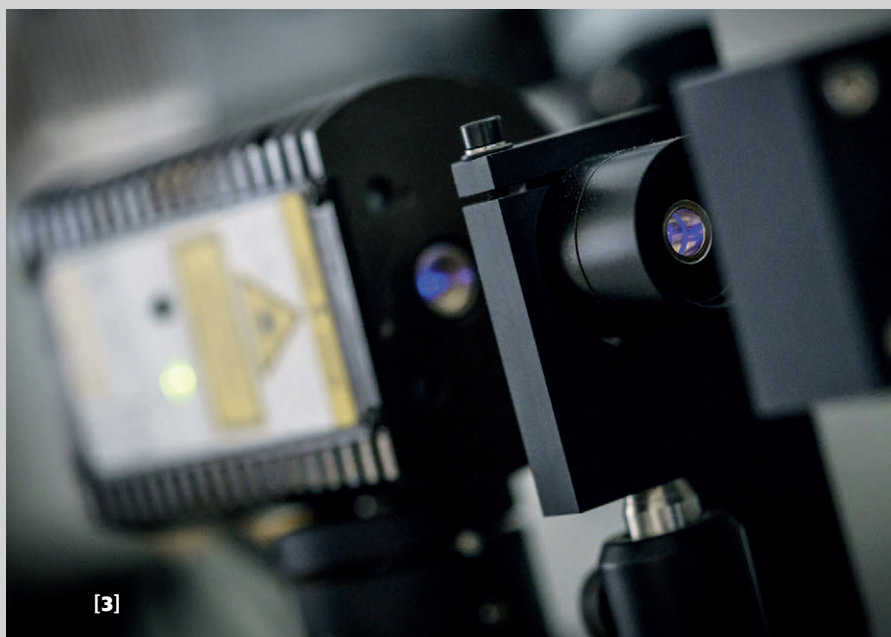
tra slunečního záření. Energie absorbovaného záření excituje molekuly fluorescenčního materiálu. Molekuly časem zrelaxují a vyzáří fluorescenční záření, mezitím však dojde ke ztrátám energie v důsledku vibrací. Vyzářená fluorescence má proto nižší energii – posouvá se do delších vlnových délek a její spektrální profil je obvykle užší. Zvolením vhodného materiálu lze tedy zajistit fluorescenci právě v absorpční oblasti křemíku. V dalším kroku je potřeba dovést fluorescenční záření k samotnému solárnímu článku. Nejvýhodnější je navázání světla do kolektoru jako do vlnovodu, světlo pak nemůže uniknout, protože reflexe dosahuje na rozhraní až 100 procent (v závislosti na úhlu dopadu) a veškeré světlo tedy zůstává uvnitř kolektoru, dokud se nedostane až k jeho okraji, kde je umístěn konvenční solární článek. Ten však lze v tomto případě zkonstruovat relativně malý (šířka článku je v řádu milimetrů) i tenčí (není nutná tlustá absorpční vrstva), a tím také docílit úspory materiálu.

Projektu se účastní několik součástí ČVUT v Praze (FEL, FJFI, FSv, FA a UCEEB), úzkou spolupráci máme též s Fyzikálním ústavem Akademie věd ČR.



Důležitým jevem, který však může při transportu světla uvnitř kolektoru nastat, je tzv. reabsorpce fotonu, kdy je fluorescenční záření opětovně absorbováno materiálem. Vztah mezi reabsorpcí a fluorescencí reflektuje zajímavé fundamentální fyzikální principy. Tento proces totiž dostává fluorescenční záření a molekuly absorbujícího materiálu do termální rovnováhy – spektrum fluorescence po opětovné reabsorpci podléhá tzv. Boseho-Einsteinovu rozdělení a lze definovat jeho chemický potenciál, který úzce souvisí s teoretickou hodnotou napětí naprázdno fotovoltaického zařízení, a tedy i jeho limitní účinnosti.

Fotovoltaické články s fluorescenčními kolektory jsou v současné době schopny dosáhnout účinnosti 10 procent. V případě ideálního solárního kolektoru ve spojení s křemíkovým článkem je maximální dosažitelná účinnost 26,8 procenta. V praxi však musíme čelit ztrátám, jejichž hlavním zdrojem je vyzáření světla z povrchu kolektoru. Část projektu CAP je proto zaměřena na vývoj fluorescenčních kolektorů s fotonickými strukturami, které by omezovaly ztráty způsobené vyzářením z povrchu. V naší spektroskopické laboratoři také vyvíjíme metody, které nám umožní důkladně charakterizovat fluorescenční záření



a předpovědet dosažitelné účinnosti fluorescenčních materiálů.

Pro účinnější absorpci v krystalickém křemíku lze aplikovat stejnou strategii navazování světla do vlnovodné struktury. V takovém případě je třeba minimalizovat také ztráty odrazem světla. Zde se využívají především zásady Fresnelovské a geometrické optiky, které říkají, že reflexe narůstá s podílem indexu lomu materiálů na rozhraní a také s úhlem dopadu. Ve stručnosti lze říci, že absorpce vlnovodné vrstvy se chová, jakoby vrstva materiálu byla mnohonásobně tlustší. Speciální oleptání křemíkové desky, které vytváří pyramidy o velikosti zhruba 10 mikrometrů, umožní takto zvýšit efektivní tloušťku až dvacetkrát, přičemž teoretický limit je zhruba padesátinásobné zesílení. Tomuto limitu se lze přiblížit invertovanými pyramidami. V takovém případě lze snížit tloušťku křemíkové desky na 50 mikrometrů. To ve skutečnosti odpovídá témuž efektu jako dvojnásobná koncentrace slunečního záření např. pomocí zrcadel. Tím se sice nevytvoří energie navíc, tedy ani počet generovaných elektronů a v důsledku elektrický proud, obecně se však zvyšuje generované napětí a tím i celková účinnost.

Technologie však musí být svému výkonu přizpůsobena, standardem je ozáření 1000 W/m^2 . Této hodnoty však není v praxi dosahováno vždy,

zejména systémy použité na fasádě či střeše domu, kde není optimální orientace na jih, vykazují výrazně nižší ozáření. Z tohoto pohledu je tedy užitečné uvažovat o optimalizaci technologie pro nižší ozáření. V CAP jsme si proto dali za cíl optimalizovat účinnost pro podmínky 500 W/m^2 . Díky poloviční tloušťce absorbéru ale vznikne v polovodičové desce stejná koncentrace generovaných nosičů a mohli bychom tedy získat stejnou účinnost jako standardní technologie při 1000 W/m^2 . Při ozáření 500 W/m^2 tak bude naše technologie dodávat vyšší výkon než standardní, při 1000 W/m^2 tomu bude naopak. Protože optimalizujeme technologii na nižší výkon, můžeme zvolit méně robustní technologii kontaktů, která může přinést další výhody za nižšího ozáření.

Jak křemíkové fotovoltaické články optimalizované pro nižší osvětlení, tak fluorescenční kolektory jsou atraktivní technologie pro praktické využití v architektuře. Nejsem odkázán na aktivní optimalizaci orientace a sklonu modulů ani intenzivní sluneční záření. Proto jsou vhodnými kandidáty pro použití v současných trendech fotovoltaické architektury, jako například okna s integrovanými články nebo moduly umístěné na stěny budov.

autoři: Jakub Holovský,

Branislav Dzurňák

foto: Jiří Ryszawy a archiv

Centrum pokročilé fotovoltaiky

Nejen výkonnější fotovoltaické moduly, ale též zájem o širší souvislosti „čisté“ energetiky. O to jde Centru pokročilé fotovoltaiky (CAP), které vzniklo v Praze za 164 milionů korun za podpory evropských strukturálních fondů a státního rozpočtu ČR v rámci programu „Podpora excelentních výzkumných týmů“. Ideovým otcem je prof. Tomáš Markvart z University of Southampton, který se v rámci realizace projektu vrací do Česka, odkud odešel v roce 1968. ČVUT s tímto projektem uspělo mezi dalšími 32 týmy, jimž ministerstvo školství rozdělilo 5,2 miliardy korun.

Centrum je jednou z mála takových institucí v Evropě, kde jsou sdruženy týmy věnující se základnímu výzkumu fyzikálních mechanismů, jež mohou pomoci zvýšit účinnost fotovoltaických článků, technologickému vývoji a diagnostice jejich klíčových parametrů, až po týmy zabývajícími se jejich praktickým využitím v rámci chytrých řešení budov, městské infrastruktury a urbanismu. Centra se tak účastní několik součástí ČVUT v Praze (FEL, FJFI, FSv, FA a UCEEB), úzkou spoluprací má též s Fyzikálním ústavem Akademie věd ČR. Propojení odborníků mnoha oborů od fyziky a materiálových věd, přes elektrotechniku a softwarové inženýrství, po konstrukce budov a architektury si klade za cíl poskytovat nové myšlenky, znalosti a technická řešení pro lepší, a v mnoha ohledech přínosný, způsob využívání fotovoltaické energie s ohledem na její parametry, jako je dlouhodobý výkon, stabilita, vliv na životní prostředí a na další požadavky vycházejících z konkrétních aplikací. Vizí Centra je, aby PV technologie nenásilně, až nepozorovaně, splývaly s životním stylem a prostředím kolem nás, a to jak v exteriéru, tak interiéru. I přes relativně nedávné zahájení provozu (2017) a velké úsilí věnované budování Centra od rekonstrukcí laboratoří přes přípravu výběrových řízení a instalace nového vybavení, se již daří dosahovat prvních zajímavých výsledků, včetně jejich zveřejnění v zahraničních impaktovaných časopisech.

Hlavní nádraží v Berlíně.
Architekt:
gmp – von Gerkan,
Marg und Partner,
1996–2006.
Příklad integrace
fotovoltaiky
v architektuře.
Pro zastřešení
nástupišť bylo použito
780 transparentních
modulů o ploše 1870 m²
produkujících až
160 000 kWh elektrické
energie. Fotovoltaické
články současně fungují
i jako stínění.



Ing. arch. MARTIN ČENĚK, Ph.D.
martin.cenek@fa.cvut.cz

Fotovoltaika v architektuře

Inovativní i neviditelné články

Do práce v rámci Centra pokročilé fotovoltaiky (CAP) je zapojena i Fakulta architektury ČVUT. Jakými tématy se architekti z Ústavu navrhování II zabývají a jaká je jejich vize propojení architektury, udržitelného rozvoje a právě fotovoltaiky?

Na setkání s lídry ropného průmyslu ve Vatikánu začátkem června tohoto roku vyzval papež František představitele největších producentů fosilních paliv, aby při výrobě energie opustili neobnovitelné zdroje. Mimo jiné uvedl: „Kvalita ovzduší, hladina oceánů, dostatečné zásoby pitné vody, klima i rovnováha citlivých ekosystémů nesou následky způsobů, jakými lidé uspokojují svou „žízeň“ po energii. Civilizace vyžaduje energii, ale využívání energie nesmí zničit civilizaci!“

Citovat hlavu katolické církve na půdě technické vysoké školy

může působit přinejmenším trochu netypicky. Nicméně tato slova velmi výstižně poukazují na naléhavost problémů, jimiž se právě my, architekti, inženýři, vědci, musíme zabývat, aby se podařilo omezit negativní dopady lidské činnosti na planetu.

Pro naše „technické“ prostředí je možná výstižnější, co slavný vizionář a architekt Richard Buckminster Fuller napsal již v 60. letech minulého století. Totiž, že Země je mechanický objekt stejně jako automobil a „musíme proto doplňovat olej a pohonné hmoty a vodu do chladiče a starat se o něj jako o celek“.

Lidská činnost má prokazatelně negativní vliv na stav životního prostředí, včetně vyčerpávání zdrojů, znečištění a produkce odpadu. Vystavené prostředí na tomto stavu významně participuje, jelikož budovy dle aktuálních dat spotřebovávají ve vyspělém světě zhruba 40 procent veškeré energie, produkují okolo 40 procent odpadu a jsou výrazným zdrojem emisí CO₂.

Pro snížení dopadů lidské činnosti na životní prostředí je proto naprosto nezbytná změna našeho přístupu k navrhování staveb. Neznamená to však, že by lidstvo mělo opustit technologický pokrok. Právě naopak.

Zásadní téma: udržitelná architektura

Udržitelná architektura by měla představovat komplexní přístup, který je ekologický a ekonomický, ale též udržitelný po stránce sociální a kulturní, a je rovněž plnohodnotně schopen naplnit estetická očekávání společnosti. Je to dnes zásadní architektonické téma, udržitelná kvalita staveb je základní důsledek programových, formálních i funkčních voleb učiněných – nebo ignorovaných – již v architektonickém návrhu.

Je klíčové k návrhu každé stavby vždy přistupovat se znalostí lokálních podmínek, díky níž je snazší efektivně pracovat na holistickém návrhu, který bude všechny aspekty zamýšlené stavby nikoli „pouze“

**Pro snížení dopadů
lidské činnosti na životní
prostředí je naprosto
nezbytná změna našeho
přístupu k navrhování
staveb. Neznamená to
však, že by lidstvo mělo
opustit technologický
pokrok. Právě naopak.**

skládat vedle sebe, ale bude je propojovat a ke všem stránkám architektonického návrhu umožní přistupovat jako k jedinému celku. Toto by měl být postup, který bude volen pro každý kvalitní návrh. Neboť aby architektura mohla být udržitelná, musí být především ve své úplnosti dobrá a kvalitní.

„Udržitelnost je příležitost klást si staré otázky novým způsobem“, prohlásil při své návštěvě Prahy v roce 2013 francouzský architekt Jérôme Villemard. Aby se však toto mohlo odehrát, musí být dnešní architekti schopni uchopit a především řádně využívat všechny aspekty a možnosti udržitelného navrhování, včetně špičkových technologií, a to tak, aby je dokázali skutečně zapojit do konceptu, nikoli aby jejich aplikaci ponechali jako nějakou okrajovou disciplínu, kterou pak „nějak“ zařídí kolegové inženýři.

A právě inovativní využití fotovoltaiky představuje jednu z cest, kterou se lze vydat, chceme-li pokročit v udržitelném rozvoji.

Energie a města

To, jak hospodaříme s energií a z jakých zdrojů ji získáváme, má důsledky do roviny ekologické a dopadá i na ekonomiku i společnost. Je třeba si uvědomit, že dle dat International Energy Agency zhruba jedna miliarda obyvatel země stále nemá přístup k elektrické energii.

Evropská unie se navíc zavázala v dokumentu nazvaném „2020 Climate & Energy Package“ ke strategii, kterou je možné shrnout jako „20-20-20“, tedy 20 % snížení emisí skleníkových plynů oproti úrovni roku 1990, zajištění 20 % energetické potřeby EU z obnovitelných zdrojů a zvýšení energetických úspor o 20 %, to vše do roku 2020. Do roku 2050 by se emise skleníkových plynů měly snížit dokonce o 80-95 % oproti úrovni z roku 1990. Pokud by se tyto cíle měly naplnit výrobou energie pomocí fotovoltaických panelů, znamenalo by to potřebu instalovat 5 000 km² panelů, tedy 0,11 % celkové rozlohy Evropské unie. A je evidentní, že tvorba fotovoltaických polí namísto přirozené krajiny není tou nejšťastnější cestou, jak tuto problematiku řešit.

Daleko vhodnějším přístupem by mělo být využití fotovoltaiky v architektuře, tj. její cílená a promyšlená aplikace na stavby, zejména pak ve městech. To má i další důvody. Největší spotřebu energie totiž vykazují právě hustě obydlené oblasti, tedy města a městské aglomerace. Výroba elektrické energie však dnes probíhá daleko od místa spotřeby a je nutné ji transportovat na velké vzdálenosti. Navíc náš svět je místem s rapidně postupující urbanizací. Jak uvádí OSN, městská populace Země vzrostla ze 746 milionů v roce 1950 na 3,9 miliardy v roce 2014. Očekává se, že překročí 6 miliard kolem roku 2045.

Fotovoltaické systémy mají obrovský potenciál, který lze využít právě v městském prostředí. Musí však být součástí procesu návrhu staveb, aby vznikla kvalitní udržitelná architektura a plně funkční celek a byly zachovány a podpořeny kvality městského prostředí.

Integrální navrhování

Tomu, jak efektivně, ale také efektně aplikovat fotovoltaiku v architektuře a především v městském prostředí se nyní v rámci mezifakultního projektu Centra pokročilé fotovoltaiky věnují i architekti z Ústavu navrhování II Fakulty architektury ČVUT. Právě mezioborová spolupráce a vzájemné pochopení profesí od samého konceptu je základem předpokladem toho, aby mohlo fungovat popsané integrální navrhování a vznikat udržitelná architektura.

Pro studenty i pro praktikující architekty připravujeme publikaci – manuál, který představí současné možnosti integrované fotovoltaiky, tzv. Building-integrated Photovoltaics (BIPV), a způsoby, jak by bylo možné s touto technologií pracovat v městském prostředí, a to na příkladu několika typických situací v Praze. Ty vystihují v zásadě všechny urbánní kontexty, s nimiž

se u nás, resp. v celé střední Evropě setkáváme.

Významným zdrojem inspirace je zejména situace ve Švýcarsku, kde využití fotovoltaiky na stavebách je široce podporováno, zkoumáno, ale také jsou pro něj definována jasná pravidla a doporučení, kterými se jednotlivé kantony a obce snaží docílit toho, aby používání fotovoltaiky nebylo jen záležitostí energetických úspor, ale aby se jednalo též o estetický prvek, který bude co nejlépe propojený s architekturou, ať již jde o novostavby, nebo o starší stavby, resp. aplikace v kontextu historické zástavby.

Články jako součást staveb

Integrovaná fotovoltaika (BIPV) představuje víc než jen způsob výroby elektrické energie. Je to způsob, jak posunout a změnit výraz našich staveb, výraz architektury. Může být výpovědí o inovativním architektonickém i inženýrském návrhu.

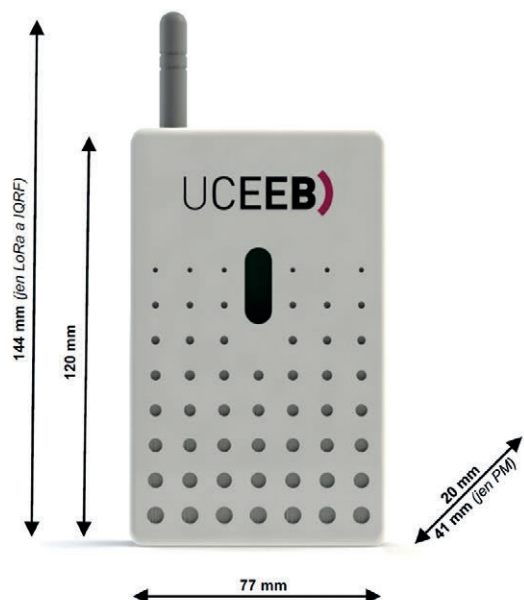
Jde o to, že fotovoltaické články se stávají součástí stavby. Nejsou to pouhé panely namontované na střechu, ale jsou integrovány přímo do pláště objektů, do konstrukčních prvků, do povrchů. Plní i další funkce kromě výroby energie. Nabízí možnosti nové estetiky, anebo jsou naopak velmi dobře skryty ve stavebních komponentech (třeba střešní krytině) a působí zcela nerušivě (což je přístup, který je vhodný zejména v historických centrech). Na sídlištích může být pomocí fotovoltaických panelů tvořen klidně celý nový plášť staveb – namísto meruňkovou barvou natřeného polystyrenového zateplení.

BIPV nabízí nepřeborné množství přístupů, které kombinují nejmodernější poznatky ve výrobě elektrické energie ze slunce s předanou hodnotou plnohodnotných prvků stavby. Mohou tvořit celoplošné zastřešení či fasády, mohou být využívány pro stínění staveb a při výrobě energie tak současně snižovat její potřebu tím, že se budova méně přehřívá. Mohou být inovativním multimediálním prvkem, mohou být barevné, mít strukturu či vzor, i být téměř úplně neviditelné.

autor : Martin Čeněk
foto: autor

Žijeme a pracujeme ve zdravém prostředí?

Lidé v moderní společnosti 21. století tráví v interiéru budov více než 90 procent svého času a tudíž se vnitřní prostředí značně projevuje na jejich celkové psychické i zdravotní kondici, ale také na jejich produktivitě. Tento fakt je pádným důvodem k tomu, abychom kvalitě vnitřního prostředí věnovali zvýšenou pozornost a zajímali se o možnosti, jak kvalitu vnitřního prostředí měřit a jak ji ovlivňovat. S touto problematikou je silně spjat i zavedený pojem „Syndrom nezdravých budov“ (Sick Building Syndrom SBS). Dle tvrzení Světové zdravotnické organizace (WHO) trpělo tímto onemocněním v roce 1984 přes 30 procent obyvatel v evropských zemích a USA. V roce 2002 již WHO vyhlásilo nový počet postižených v rozsahu 60 procent a statistiky z roku 2014 stoupají k číslu 80 procent. Otázkou je, co vede k takto vysokým číslům?



Mezi základní veličiny, které jsou používány pro posouzení kvality vnitřního prostředí, patří:

- Kvalita osvětlení / intenzita, barevné složení, kontrast
- Akustické podmínky / hluk
- Kvalita vnitřního vzduchu / teplota vzduchu, relativní vzdušná vlhkost, koncentrace CO₂, koncentrace VOC (organické těkavé látky), koncentrace radonu, prachových částic i dalších plynů a polutantů

Požadavky na energetické úspory často v minulých letech vedly k zateplování obvodového pláště budovy a výměně oken, aniž by současně byla řešena technologie větrání. Díky tomu se podařilo uspořít energii potřebnou na vytápění objektu, ale často jsme za to zaplatili daň v podobě zhoršení kvality vnitřního prostředí ve formě zvýšené koncentrace škodlivin, kterou lidé mohou vnímat jako „vydýchaný vzduch“. Dospělý člověk při fyzicky nenáročných činnostech produkuje 16–20 l CO₂ za hodinu. Proto bychom měli zajistit přísun minimálně 23–28 m³ čerstvého vzduchu za hodinu. Zateplením obvodového pláště budovy a výměnou výplní otvorů jsme však značně omezili přirozené větrání budovy. V takovém případě je nutné investovat do větrání nuceného nebo hybridního a zajistit přísun vzduchu pomocí ventilátoru. Instalace těchto technologií přitom nemusí nutně znamenat výrazné navýšení nákladů na vytápění, protože moderní vzduchotechnické jednotky jsou vybaveny systémem zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu s účinností až 90 procent.

Produkce CO₂ v uzavřených prostorech je zvláště znatelná v místech s větším počtem lidí. Příkladem mohou být posluchárny nebo třídy ve školách, kdy zvýšená koncentrace škodlivin může znatelně snížit aktivitu, pozornost a produktivitu žáků. Stav kvality vnitřního vzduchu ve školách v ČR je alarmující a dlouhodobě je zanedbáván.

Zároveň žijeme ve městských aglomeracích, které jsou zatíženy zvýšenými emisemi a prachem z dopravy nebo z probíhající stavební činnosti. Nejen průnik znečištěného vzduchu do interiéru budov může za zhoršení kvality vnitřního vzduchu. Žijeme v „době plastové“. Masivní aplikace plastů ve formě

tkanin, koberců, nábytku, podlahových krytin nebo nátěrových hmot jsou zdrojem těkavých látek, které se postupně uvolňují do interiéru.

Miniaturizace senzorů a elektroniky obecně spolu s poklesem ceny komponent a komunikačních technologií značně zvyšuje dostupnost senzorických systémů, kterými je možné mnoho veličin v interiéru měřit a data zasílat do internetu pro další zpracování. Zároveň je na trhu množství technologií větrání, kterými je možné kvalitu vnitřního vzduchu upravovat ať již s manuálním řízením, nebo lépe s řízením automatickým, a to právě dle měřených parametrů interiérového vzduchu.

Zatímco přesné měření některých veličin je stále značně komplikované a pro běžné občany i finančně nedostupné, pokrok v miniaturizaci senzorů pro analýzu vzduchu umožnil vývoj nových, levných a přesných zařízení, které jsou schopny kontinuálně monitorovat a vyhodnocovat parametry vnitřního prostředí. V plně automatizovaných systémech inteligentních budov reaguje technologie na aktuálně měřené parametry a aktivně ovlivňuje kvalitu vnitřního prostředí.

V rámci projektu OP PPR (CZ.07.1.02/0.0/0.0/16_040/0000364 Technologický transfer pro chytrou Prahu) je vyvíjena platforma pro monitoring vnitřního prostředí, která umožní integrovat měření nejdůležitějších parametrů vnitřního vzduchu do jediného přístroje a nabídne uživatelům levné a přitom přesné univerzální zařízení, které bude schopné pracovat v několika základních režimech. Při návrhu platformy byl kladen důraz na širokou paletu měřených veličin, a tak se povedlo integrovat v jediném zařízení měření následujících parametrů:

Teplota vzduchu / –40 až +85 °C

Relativní vzdušná vlhkost / 0 až 90 %RH nekondenzující

V plně automatizovaných systémech inteligentních budov reaguje technologie na aktuálně měřené parametry a aktivně ovlivňuje kvalitu vnitřního prostředí.

Koncentrace CO₂ /300–5000 ppm
Koncentrace těkavých organických látek VOC / IAQ index 0–500
Barometrický tlak /300–1100 hPa
Koncentrace pevných částic (PM10, PM2,5) / 0,0–999,9 µg/m³ (volitelně)

Platforma je navržena takovým způsobem, aby docházelo k minimálnímu ovlivňování měřených veličin elektronikou a aby byla zajištěna velmi dobrá výměna vzduchu mezi senzorem a měřeným prostorem. K tomuto účelu bylo přizpůsobeno i pouzdro senzoru. Použité komponenty pro měření teploty a vlhkosti patří mezi nejpřesnější digitální senzory dostupné na trhu. Pro měření koncentrace CO₂ je využit optický NDIR senzor (nedisperzní infračervený senzor), který je odolný proti dlouhodobému driftu hodnot a není zdrojem tepla, které by způsobovalo ovlivnění přesnosti měření ostatních veličin, zejména teploty. Pro měření VOC je využit miniaturní elektrochemický senzor. V konfiguraci s měřením koncentrace prachových částic je v širší krabici osazen optický prachový senzor s detekcí částic ve dvou kategoriích s velikostí 2,5 µm a 10 µm.

Senzor zobrazuje aktuální hodnoty přes připojení k webserveru, ale zároveň indikuje aktuální stav pomocí barevné RGB diody. Do budoucna plánujeme uvedení verze s LCD displejem, který bude ukazovat aktuální hodnoty přímo na senzoru.

Zařízení je vybaveno možností využívat paletu bezdrátových a drátových komunikačních rozhraní, které je předurčují pro různé režimy provozu. Základním komunikačním a konfiguračním rozhraním je WiFi 802.11 b/g/n 2.4GHz, které slouží pro základní konfiguraci senzoru při prvním použití, kdy po připojení napájení senzor vytváří přístupový bod (AP), ke kterému se uživatel připojuje pomocí počítače, tabletu nebo chytrého telefonu s využitím WiFi. V tento okamžik je uživatel schopen okamžitě číst měřené hodnoty pomocí webového rozhraní čidla a hlavně má přímý přístup k jeho nastavení a může ho nakonfigurovat pro připojení do místní sítě WiFi, odesílání

dat pomocí služby MQTT na zvolený server nebo senzor připojit do vybrané sítě s dlouhým dosahem LoRaWAN. To umožňuje využití infrastruktury ČRA s takřka celostátním pokrytím nebo připojení do komunitních nebo lokálních LoRaWAN sítí. Využívání IoT sítí s dlouhým dosahem značně usnadňuje nasazení těchto snímačů, protože postačuje předkonfigurovaný senzor připojit k napájení pomocí dodaného adaptéru a není se třeba více starat o konfiguraci komunikace. Připojením do lokální WiFi sítě s přístupem

Senzor je vybaven i drátovým komunikačním rozhraním RS485 s podporou protokolu Modbus RTU. V tomto případě se senzor může stát součástí komplexního systému automatizace budovy s napojením na vyšší řídicí systémy pro sběr a vyhodnocení dat. Alternativním drátovým komunikačním rozhraním může být CIB (Common Installation Bus) firmy TECO, která zprostředkuje komunikaci s PLC automaty TECOMAT. Právě tato široká škála komunikačních rozhraní podporuje mnoho režimů provozu senzoru, jakož i univerzálnost jeho nasazení.



na internet je senzor předurčen pro dlouhodobý záznam dat z měřeného prostoru do cloudové databáze. Prezentační vrstva databáze pak slouží pro zpracování a grafické zobrazení záznamu.

V případech, kdy nevyhovuje využití sítě WiFi ani sítě LoRaWAN, je možné alternativně použít bezdrátovou technologii přenosu dat IQRF, komunikace probíhá taktéž v pásmu 868MHz. Tato síť je určena pro pokrytí budov nebo menších areálů a podporuje i předávání dat mezi jednotlivými prvky sítě, čímž lze značně rozšířit dosah. Jako brána pro komunikaci dat ze senzoru je v tomto případě použita IQRF gateway s rozhraním ethernet.

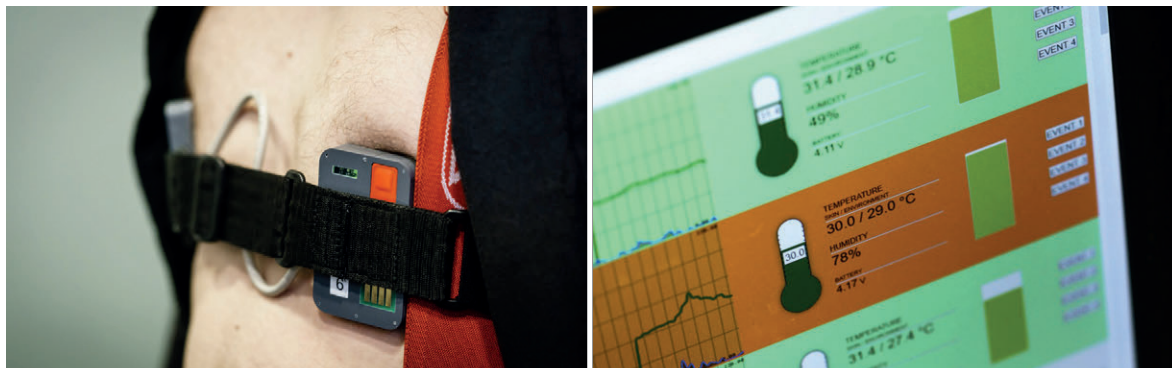
Snímač je možné napájet pomocí microUSB konektoru nebo pomocí vstupu na 12VDC. Plastový kryt je uzpůsoben pro montáž na stěnu samostatně nebo do standardní elektrikařské krabice. Rozměry senzoru jsou 120 x 77 x 20 mm v základní verzi. Navržený senzor je možné využít pro vyhodnocení kvality vnitřního prostředí v domácnostech, ve školských budovách, ale i ve větších administrativních objektech, kde se senzor může stát přímo součástí systému měření a řízení. Tím je jeho použití značně univerzální a v jediném zařízení poskytuje měření základních parametrů interiérového vzduchu.

autor: Jan Včelák

foto: UCEEB

Připojením do lokální WiFi sítě s přístupem na internet je senzor předurčen pro dlouhodobý záznam dat z měřeného prostoru do cloudové databáze. Prezentační vrstva databáze pak slouží pro zpracování a grafické zobrazení záznamu.

FlexiGuard | Profesní bezpečnostní dohledový systém



Hasiči, záchranáři, ale například i vojáci či operátoři jaderných elektráren bývají při své práci vystaveni náročným podmínkám. Významným pomocníkem v těchto situacích jsou systémy pro monitorování technických i fyziologických veličin spolu s lokalizací osob. Jedním z nich je systém FlexiGuard, vyvinutý na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT.

Příslušníci základních složek integrovaného záchranného systému (hasiči, záchranáři), stejně tak jako členové některých vojenských jednotek či operátoři složitých technických zařízení (řízení letového provozu, operátoři jaderných elektráren, piloti apod.), jsou ve své práci vystaveni značnému fyzickému a psychickému zatížení. Nadměrný stres a únava, zejména při dlouhodobé a pravidelné expozici, nejenom že přímo ohrožují jejich zdraví, ale mohou negativně ovlivnit okamžitou schopnost rychle a správně se rozhodnout v kritické situaci. Ne vždy je možné těmto rizikovým stavům dokonale předcházet vhodnou organizací práce či použitím relaxačních technik – procesy zejména u armády ČR, ale také

u některých složek integrovaného záchranného systému jsou často tradičně nastaveny nad dlouhodobě fyziologicky únosné hranice člověka a až v posledních letech se začíná uvažovat o následcích – povolání vykoupená bolestí a potom si po relativně krátké profesní kariéře berou daň na tělesných schránkách od izolovaných fyzických či psychických potíží až po syndrom vyhoření.

Jednou z perspektivních možností, jak tyto situace zkoumat, monitorovat a případně jim předcházet, jsou takzvané profesní bezpečnostní dohledové systémy. S využitím elektroniky a dostupných informačních a komunikačních technologií monitorují a v reálném čase automaticky vyhodnocují polohu probanda a vybrané technické a případně i fyziologické parametry v kombinaci s parametry z okolního prostředí. Cílem je detekovat či dokonce předvídat rizikové stavy sledovaných osob. Tato nová skupina biotelemetrických systémů se ve světě etablovala v posledních několika letech právě na zakázku vojenských složek, záchranářů či např. hasičů. Výzkum a vývoj v této oblasti zatím probíhá živelně a na trhu se postupně objevují první reálně použitelné produkty s různými formami řešení – od jednoduchých senzorů signalizujících přehřátí či nízký tlak v kyslíkové láhvi až po experimentální systémy založené na nositelné elektronice a využití různých variant chytrých textilií.

Univerzální systémy nové generace, které v sobě integrují možnosti monitorace technických i fyziologických veličin spolu s lokalizací osob, jsou dosud ve stádiu experimentálního vývoje – mezi takovéto pokročilejší bezpečnostní dohledové systémy patří právě FlexiGuard, vyvinutý na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT. Umožňuje dlouhodobé telemetrické sledování zdravotně-fyziologických a environmentálních parametrů člověka v reálném čase. Nabízí individuální i hromadný monitoring v reálném čase, všechny snímané parametry ukládá pro zpětnou analýzu trendů, reakcí i stavu probanda, a to jak lokálně na osobní snímací jednotce na paměťovou kartu u každého monitorovaného jedince, tak i centrálně na vizualizační jednotce. Pracuje s osobními profily jednotlivých osob, meze parametrů lze individuálně nastavovat a sledovat vývoj během jednotlivých fází tréninku, akce, výcviku, zásahu apod., a studovat reakce na rozličné podněty psychické a fyzické zátěže.

Osobní snímací jednotka, kterou má každý umístěnou v oděvu či ve výstroji, obsahuje řídicí mikrokontrolér, radiové komunikační rozhraní, napájecí modul a sadu základních senzorů. Celkem je možné připojit až 35 jednotek a všechny osoby současně sledovat v reálném čase. Mezi základní vestavěné senzory patří: tepová frekvence, získaná z medicínsky přesné EKG křivky, dechová křivka

Výzkum pro medicínu

Vývojem a praktickou aplikací biotelemetrických systémů se dlouhodobě zabývá tým pracovníků na Společném biomedicínském pracovišti 1. Lékařské fakulty UK a FBMI ČVUT, který je součástí Katedry informačních a komunikačních technologií FBMI ČVUT. Kromě osobního bezpečnostního systému FlexiGuard, jenž je realizován v rámci operačního programu Praha póI růstu, mají za sebou průmyslovou spolupráci na vývoji několika úspěšných a v medicíně prakticky uplatněných systémů, například asistenčního systému pro seniory a handicapované ProtectU <http://www.protectu.cz/historie-seniorinspect-a-protectu>, či interaktivního rehabilitačního systému pro trénink rovnováhy <http://www.homebalance.cz/cz.html>.



získaná z bioimpedance hrudíku, tělesná teplota, teplota pod oděvem a relativní vlhkost pod oděvem. Jednotka dále obsahuje magnetometr, gyroskop a GPS/GLO-NASS modul. Vestavěný LiPol akumulátor vystačí na 30 hodin nepřetržitého provozu. Jednotka je také vybavena bezpečnostním tlačítkem, kterým může zasahující osoba signalizovat změnu svého stavu. Přes lokální radiovou síť typu BAN (Body Area Network) je možné připojit externí senzory, k dispozici je např. snímač ionizujícího záření a doplňková čidla teploty, zrychlení a vlhkosti, která lze umístit kamkoliv do výstroje, resp. pracovního oděvu. Všechny tyto měřené parametry se nepřetržitě ukládají na vestavěnou paměťovou kartu (funkce osobní fyziologické „černé skříňky“) a dále se radiově přenášejí do zobrazovací jednotky k veliteli výcviku nebo zásahu či na pracoviště zdravotníka. Dosah telemetrie je až 2 km v otevřeném prostoru, v budově je pak typické pokrytí tří sousedících podlaží. Zařízení je vodotěsné, potu odolné a mechanicky robustní. Při vývoji bylo testováno např. použití v protichemickém obleku.

Vizualizační jednotka přijímá přes bezdrátové rozhraní sledovaná data z osobních snímacích jednotek od jednotlivých osob, zobrazuje jejich hodnoty a průběhy v reálném čase, vypočítává z nich odhady fyziologického stavu a ukládá data pro případné pozdější vyhodnocení. Je možné použít libovolné současné

PC, notebook či tablet s operačním systémem MS Windows, MacOS nebo GNU/Linux. Software přehledně zobrazuje parametry všech sledovaných, barevně indikuje poruchy a fyziologický stav (zelená – vše v pořádku, oranžová – varování, např. překročení individuálních mezí konkrétního parametru, červená – porucha nebo významné překročení individuálních mezí). Do záznamu je možné vkládat časové značky (tagy) a detekovat stisk bezpečnostního tlačítka na osobní snímací jednotce. Mezi počítané parametry patří např. výpočet energetického výdeje podle individuálně kalibrovatelného modelu či možnost sledování náklonu a přetížení těla.

Systém se již v testovací fázi v minulých letech prakticky osvědčil při výcviku hasičů na testovacím polygonu ve Zbirohu, kde se například ukázala při reálném nasazení možnost nejen detekovat, ale i předikovat přehřátí a popáleniny. V současné době je 30 snímacích sad systému FlexiGuard využíváno na Vědeckém a servisním pracovišti tělesné výchovy a sportu (CASRI), kde nalezl uplatnění např. při bezpečnostní monitoraci vojáků při speciálních výcvikových akcích ve vojenském prostoru ve Vyškově a při řešení úkolů zabývajících se vývojem a ověřováním metod pro výběr a výcvik vojenského personálu, zejména v situacích extrémního zatížení. Systém byl rovněž opakovaně nasazen při řešení různých výzkumných úkolů mimo ČVUT

souvisejících s terénním monitorováním fyziologických funkcí – např. využití systému pro výzkum psychofyziologických stavů pilotů dopravních letadel na Fakultě letecké techniky TU Košice, výzkum klimatických poměrů pod oděvem vojáků na TU Liberec či výzkum fyziologických parametrů během přípravy na simulačním prostředí letového provozu na Katedře letecké a letecké techniky Univerzity obrany v Brně. Na projektové úrovni jsou rozpracována další uplatnění FlexiGuard, jako např. jeho využití pro monitoraci fyziologických a environmentálních parametrů v transportním biovaku při převozu infikovaných či chemicky kontaminovaných osob.

Lze odhadnout, že biotelemetrické systémy pro bezpečnostní profesní monitoraci se v blízké budoucnosti stanou standardním doplňkem výstroje vojáků, hasičů, záchranářů a dalších.

Ukazuje se, že je zde velký potenciál uplatnění nových senzorů, radiových komunikačních systémů a algoritmů vyhodnocení. Tyto technické systémy jsou přitom pouze malým, ač efektivním doplňkem, nikoliv jediným a samostatným řešením. Zásadnější roli bude hrát optimalizace pracovních postupů nastavená individuálně podle osobnostních dispozic jedinců a v nejrizikovějších akcích též postupná náhrada lidí robotickými systémy.

autor: Pavel Smrčka

foto: Jiří Ryszawy

Osobní snímací jednotka, kterou má každý umístěnou v oděvu či ve výstroji, obsahuje řídicí mikrokontrolér, radiové komunikační rozhraní, napájecí modul a sadu základních senzorů. Celkem je možné připojit až 35 jednotek a všechny osoby současně sledovat v reálném čase.

Chcete stáž plnou zajímavé práce? Hledejte v Amazonu

Sháníte stáž, kde s vámi budou zacházet jako s plnohodnotným zaměstnancem a dostanete se k velkým úkolům? Pak je pro vás tím pravým místem Amazon. Stážisté tu hned od začátku dostanou přidělený svůj vlastní projekt, na kterém pracují a za jehož výsledek jsou zodpovědní. Je jen na nich, jak projekt vyřeší.

Učte se a buďte zvědaví

Pokud vám někdy přijde e-mail od zaměstnance Amazonu, všimněte si, že v podpisu s největší pravděpodobností bude mít heslo „Work hard. Have fun. Make history.“ V Amazonu se očekává tvrdá práce, ale své místo má také zábava. K tomu, aby se firma pořád posouvala dál a tvořila historii, jak se píše v poslední části, je potřeba mít stmelený tým, kde se na sebe můžou všichni spolehnout. A také: lidé, se kterými se potkááte v práci každý den a kteří vám pomáhají lámat rekordy, nesmí být zapšklí a nudní.

Já jsem se na svou stáž přihlásila během studia v zahraničí, s dostatečným předstihem, abych mohla nastoupit v létě, až se vrátím do Čech. Pohovory vedli dva manažeři z logistického centra, v němž jsem chtěla strávit léto. Rozhovory trvaly každý půl hodiny a střídala se v nich čeština s angličtinou. Hlavní náplní byly otázky týkající se lídrovských principů Amazonu. O co jde? V Amazonu se počítá s tím, že každý je lídrem. Ne manažerem, ale lídrem. Tým, kdo vede a jde příkladem, ne jen rozdává rozkazy. Jedním z těchto principů je například „hledat příčinu problémů“, jiným zase „učit se a být pořád zvědavý“. Tyto principy vám dají velmi dobrý přehled o tom, jaké osobnosti firma zaměstnává.

U pohovoru je třeba ke každému principu uvést konkrétní příklad, kdy jste se jím řídili. Jako člověk bez předchozí zkušenosti

s prací na plný úvazek jsem neměla žádné situace z pracovního prostředí, a tak jsem vyprávěla například o projektech z ČVUT nebo také o svatbě svojí sestry. To ale vůbec nevadí – Amazon nedává důraz na formální kritéria nebo délku praxe, ale na to, jací doopravdy jste a jak se umíte rozhodovat.

**Jsem v Amazonu
šestý měsíc a už jsem
na druhé pozici.
Teď aktuálně vedu tým
vzdělávání, který se
stará o zaškolování
zaměstnanců budovy.
Dotahujeme můj
projekt ze stáže
k dokonalosti.
Za pár měsíců zase
budu mít na starosti
něco nového, naučím se
jiný proces a můj tým
se opět změní.**

Vše na vlastní kůži

Brzy jsem dostala dobrou zprávu: na stáž mě přijali! První den v Amazonu mě čekalo nejprve přivítání od vedení budovy, školení bezpečnosti... a pak jsem šla rovnou do provozu. Bez ohledu na to, jak vysoko v kariérním žebříčku jste, první týden totiž v Amazonu strávíte prací na jednotlivých procesech v budově přesně tak, jak je každodenně zažívají zaměstnanci. Celý den budete vybírat zboží nebo ho zaskladňovat do regálů, popřípadě budete balit zásilky do krabic, které odcházejí zákazníkům. V tomto prvním týdnu se dokonale naučíte všechny procesy, díky kterým se zásilky dostávají k zákazníkům, a hlavně zjistíte, jak se lidem v Amazonu pracuje. Tyto zkušenosti jsou obzvlášť důležité v případě, že se v Amazonu dostanete na pozici manažera. Pokud víte, co vaši lidé celý den dělají a jste schopni vykonávat jejich práci, je to skvělý předpoklad být dobrým manažerem.

Po tomto prvním týdnu jsme si sedli s mým přímým nadřízeným a on mi představil tři projekty. Vybrala jsem si ten z nich, který byl zaměřen na školení nových zaměstnanců. Během studií na ČVUT jsem pravidelně učila češtinu pro nově přijíždějící zahraniční studenty – a přes léto jsem naopak v jedné jazykové škole učila angličtinu v českých firmách. Proto jsem si řekla, že právě na tomto projektu můžu zúročit svoje zkušenosti se vzděláváním.

Čím si mě Amazon získal?

Při práci v Amazonu jsem se toho naučila strašnou spoustu, shrnu to do několika stručných bodů:

1. V Amazonu platí jedno klíčové pravidlo: „každý den je první den“ – každý den se tedy naučíte něco nového. S tím je spojeno také krédo ptát se, ptát se a znova ptát se. Neexistuje žádná příručka „co musí každý stážista vědět“, kterou byste si půjčili v knihovně a po nocích četli.
2. Amazon si hodně zakládá na tom, že rozhodování je podloženo daty. Až budete svůj projekt prezentovat před vedením a místo čísel budete používat slova typu „hodně“ nebo „málo“, vaše stáž nebude příliš úspěšná. „Hodně“ není číslo. Pokud chcete dokázat, že vaše řešení funguje, potřebujete měřitelnou metriku s číselnými hodnotami, ne odhad od oka.
3. Úspěšně vyřešit projekt znamená hlavně ho zasadit do kontextu – a to se povede, pokud

budete spolupracovat se spoustou lidí. Někteří můžou být vůči změnám skeptičtí a mohou přijít s důležitými připomínkami, na které byste sami nepřišli. Poslechněte si je. Mají větší zkušenosti než vy a můžou vám zachránit projekt.

4. Budete chodit na porady s manažery všech oddělení, budete mít možnost sledovat, jak vedou svůj tým, jak se chovají ke svým zaměstnancům, podle čeho se rozhodují a jaké mají hodnoty. Pozorujte, ptejte se a nebojte se říct si o radu, pokud objevíte kolegu s talentem pro vedení lidí. Nikdy nevíte, kdy se vám tyto dovednosti budou hodit.

Úspěšný návrat

Uplynulo několik měsíců od stáže a přišel e-mail s nabídkou stálé pracovní pozice takzvaného area manažera – tedy člověka, který zodpovídá za jednu konkrétní část provozu. Měla jsem tou dobou rozepsanou diplomku

v jiné firmě, ale do Amazonu jsem se vrátila. Proč? Kvůli lídrovským principům, férovému jednání s řadovými zaměstnanci, ale i proto, že je to obrovská firma, s centrály a kanceláři všude po světě, která nabízí možnost vycestovat kamkoli a vyzkoušet si různé role i nad rámec provozu. Jsem v Amazonu šestý měsíc, teprve mi končí zkušební doba, a už jsem na druhé pozici. Teď aktuálně vedu tým vzdělávání, který se stará o zaškolování zaměstnanců budovy. Dotahujeme můj projekt ze stáže k dokonalosti. Za pár měsíců zase budu mít na starosti něco nového, naučím se jiný proces a můj tým se opět změní. Možností v Amazonu je nepřeberné množství.

Barbora Šikolová

**Autorka vystudovala obor
Inteligentní dopravní systémy
na Fakultě dopravní ČVUT.**

**V Amazonu pracuje jako manažerka
vzdělávání**



Společnost SITA podepsala prestižní spolupráci s ČVUT

Společnost SITA, globální lídr v oblasti leteckých informačních technologií, uzavřela dohodu o partnerství s ČVUT, nejprestižnější českou univerzitou s technickým zaměřením. Memorandum o spolupráci slavnostně podepsali 4. dubna 2018 prezident společnosti SITA pro Evropu Sergio Colella a rektor ČVUT Vojtěch Petráček. Slavnostního podpisu se také zúčastnil děkan Fakulty dopravní doc. Ing. Pavel Hruběš, Ph.D. Následovala první přednáška o trendech v leteckém průmyslu, které se zúčastnilo na 90 studentů a vyučujících.

„ČVUT je jednou z nejstarších technických univerzit v Evropě, která v návaznosti na bohatou tradici českého letectví vychovává jedny z nejlepších specialistů v oblasti letecké dopravy. Rozhodli jsme se představit jim naše technologie, know-how a řešení, a podpořit tak další rozvoj civilního letectví v České republice. Spolupráce soukromé a akademické sféry je velmi důležitá, protože spojuje a vzájemně obohacuje dva odlišné světy,“ řekl prezident společnosti SITA pro Evropu Sergio Colella.

V rámci partnerství se na Fakultě dopravní ČVUT v průběhu roku uskuteční tři kurzy, které povedou experti společnosti SITA. První bude zaměřen na odbavení pasažérů na letišti, druhý na logistiku zavazadel a třetí na řízení letového provozu.

Společnost SITA je poskytovatel komunikačních a IT řešení, která využívají v rámci letecké dopravy aerolinky, letiště a letadla. Portfolio společnosti pokrývá celé spektrum od řízených služeb globální komunikace a infrastruktury, projekt eAircraft, organizaci cestujících, zavazadla, samoobslužné systémy a řešení pro letiště a správu národních hranic. Společnost SITA je kompletně ve vlastnictví více než 400 členů leteckého průmyslu, a má tak unikátní přehled o jejich potřebách a klade silný důraz na technologické inovace.

Martina Plezelová

Marketing Manager Northern Europe SITA

foto: Jiří Ryszawy



„Spolupráce soukromé a akademické sféry je velmi důležitá, protože spojuje a vzájemně obohacuje dva odlišné světy,“ řekl prezident společnosti SITA pro Evropu Sergio Colella, jenž na ČVUT přednášel o trendech v leteckém průmyslu.





ČESKÉ
VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V PRAZE

PÍŠŤALY pro ČVUT

Spolek absolventů
a přátel ČVUT
pořádá

veřejnou sbírku na pořízení varhan do Betlémské kaple

Pojďme společně rozeznít Betlémskou kapli!

Dar v jakékoliv výši můžete zasílat na účet veřejné sbírky č. **2100626587/2010** nebo jej složit v hotovosti do zapečetěné pokladničky na akcích Českého vysokého učení technického v Praze.

Tváří sbírky je Eva Jiřičná,
architektka a absolventka ČVUT.

Zahájení sbírky: 1. října 2014

Sbírka bude ukončena dnem vybrání
maximální potřebné částky.

www.absolventicvut.cz
www.varhany.cvut.cz

Osvědčení o konání sbírky vystavil Magistrát hl. m. Prahy dne 19. 8. 2014.

Načrtněte budoucnost automobilové elektroniky

**Podílejte se na vývoji a výrobě nejpokročilejších
multimediálních systémů, palubních přístrojů
a ovládacích modulů pro přední značky automobilů.**

Studentům nabízíme

- spolupráci na bakalářské/diplomové práci
- práci při studiu na částečný úvazek
- stáže a odborné praxe

10 minut od Prahy, v hi-tech laboratořích
Continentalu v Brandýse nad Labem.

continental.jobs.cz
personalni.brandys@continental-corporation.com