

TECHNICAL[®]

ČTVRTLETNÍK ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE II 2015





Blíž přírodě

www.net4gas.cz

**Pojďte s námi do přírody!
Otevřeli jsme pro vás
již více než 70 lokalit.**

S Českým svazem ochránců přírody jsme v rámci programu NET4GAS Blíž přírodě zpřístupnili veřejnosti již více než 70 přírodně cenných lokalit. Přesvědčte se na www.blizprirode.cz a vyrazte rovnou do přírody!

www.blizprirode.cz

prof. Ing. PETR KONVALINKA, CSc.
petr.konvalinka@cvut.cz



Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

dostává se vám do rukou další číslo časopisu TecniCall, které je tentokrát zaměřeno na výsledky vědy, výzkumu, inovační a aplikační spolupráce s průmyslovými partnery v oboru strojírenství. Důvodem zaměření tohoto čísla časopisu TecniCall na strojírenství je nadcházející Mezinárodní strojírenský veletrh, který se koná ve dnech 14. až 18. září na brněnském výstavišti. ČVUT v Praze bude letos mít na veletrhu velmi reprezentativní zastoupení. Ve stánku bude, kromě našich vlastních výsledků, také prezentována dlouholetá spolupráce s automobilkami ŠKODA AUTO a.s. a PORSCHE Engineering Services s. r. o.

Zaměření jednotlivých příspěvků je různorodé. Od klasické strojařiny, přes vývoj a inovace přístrojů a strojních zařízení až po detekční, navigační a letadlovou techniku. Speciální příspěvky jsou věnovány ener-

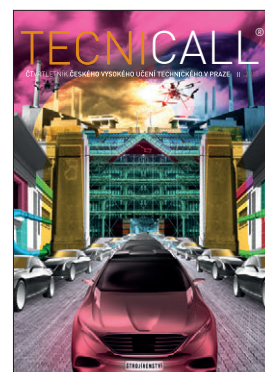
getice, a to jak jaderné, tak i klasické. Je vidět, jak různorodá strojařina je. A budí zájem nejen spolupracujících průmyslových partnerů, ale zejména zájemců o studium. Díky soustředěnému úsilí odboru PR a marketingu rektorátu ČVUT v úzké spolupráci s PR oddělením strojní fakulty a aktivitám akademických pracovníků této fakulty se podařilo zvýšit zájem o studium strojního inženýrství. Zřejmě největší význam pro navázání kontaktů mezi středními školami a pracovišti naší univerzity má stále více konference STRETECH, kterou pořádá Ing. Karel Vítek z Fakulty strojní. Počet přihlášených středoškolských týmů se rok od roku zvyšuje, větší je i počet středních škol zapojených do této akce. To je velmi slibný vývoj, který bychom měli podporovat. I proto, že rok 2015 je Rokem průmyslu a technického vzdělávání. ČVUT v Praze, jako největší, nejstarší a nejprestižnější technická univerzita v zemi, je dobrým příkladem ostatním.

Přál bych si, aby se druhá nejstarší fakulta ČVUT v Praze, která oslavila nedávno 150 let od zahájení výuky strojírenství, rozvíjela ku prospěchu celé univerzity a českého průmyslu. Jsem přesvědčen, že má ve svém vedení takové osobnosti, které mají schopnosti rozvíjet dobré tradice českých inženýrů a posunout možnosti našeho strojírenství výrazným způsobem dopředu.

Přeji strojařům hodně zdaru a vám, milí čtenáři, zajímavé a podnětné čtení.

Petr Konvalinka, rektor ČVUT v Praze

P. S. Chtěl bych ocenit mimořádnou pracovitost a preciznost všech, kteří se na vydání tohoto čísla časopisu TecniCall podíleli. Jmenovitě bych rád poděkoval PhDr. Vladce Kučerové, Mgr. Andree Vondrákové a také Jiřímu Ryszawemu. Bez jejich přispění by to nebylo ono.



TecniCall 2/2015

Časopis pro spolupráci vědy a praxe

Vydavatel:

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

www.tecnicall.cz / tecnicall@cvut.cz

Vydání: léto 2015

Periodicita: čtvrtletník

Náklad: 6 000 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 ČVUT
Ing. Eva Kokešová
eva.kokesova@fsv.cvut.cz

Fakulta strojní ČVUT

Ing. Marta Špačková
marta.spackova@fs.cvut.cz

Fakulta elektrotechnická ČVUT

Ing. Jan Sláma / slamajan@fel.cvut.cz

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

Ing. Libor Škoda / libor.skoda@jfifi.cvut.cz

Fakulta architektury ČVUT

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

Fakulta dopravní ČVUT

Ing. Petra Skolilová / skolilova@fd.cvut.cz

Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT

Ing. Ida Skopalová
skopalova@fbmi.cvut.cz

Fakulta informačních technologií ČVUT

Veronika Dvořáková
veronika.dvorakova@fit.cvut.cz

Rektorát ČVUT

odbor pro vědecko-výzkumnou činnost
Ing. Karel Žebrakovský
karel.zebrakovsky@rek.cvut.cz

Design

Michaela Kubátová Petrová, Lenka Klimtová,
Nakladatelství ČVUT

Inzerce

Ing. Ilona Prausová / prausova@vc.cvut.cz

Distribuce

ČVUT v Praze

Fotograf

Bc. Jiří Ryszawy / jiri.ryszawy@cvut.cz

Tisk

Grafotechna Plus, s. r. o.

Titul

DRAWetc. – Ivan Svarovský
www.drawetc.cz

Toto číslo bylo připraveno ve spolupráci
s Nakladatelstvím ČVUT.

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

Obsah

- | | | | |
|---|----|---|----|
| > EXPO Milano 2015 | 2 | > Just in time! / Robotické nastavení přísavky | 21 |
| > Jak zefektivnit silniční dopravu? | 4 | na rámech pro lisování karosérií | 21 |
| > Mezi zbrojaři / ČVUT na IDET | 5 | > INTEFIX / Inteligentní upínání obrobků | 22 |
| > Evropské inovační centrum | 6 | > Válcová brzda MAHA | 24 |
| > Na zkušené v tunelu i na koridoru | 7 | > Detektor těžkých kvarků | 25 |
| > Software (nejen) pro Airbus / Industrie 4.0 | 8 | > S orientací pomáhá navigace | 26 |
| > Optimalizační algoritmy / Pro spolehlivost automobilů a letadel | 9 | > HeRo / Health Robot hlídá zdraví | 26 |
| > Ráz na ráz! / Zkoumání odezvy materiálů na lokální dynamické zatížení | 10 | > Snadný přesun / Počítačová analýza dopravní dostupnosti | 28 |
| > Zdroj inovací / rozhovor s děkanem Fakulty strojní | 12 | > Moderní firmy inovují ruku v ruce s univerzitami | 30 |
| > Formule / Úspěšný tým CTU CarTech | 14 | > Membránová architektura | 31 |
| > Robomill / Inovativní přístup k obrábění pomocí robotů | 16 | > Diagnostika palmového skleníku | 32 |
| > Zvyšování životnosti lisovacích nástrojů | 18 | > Vytváříme něco jako energetickou wikipedii... | 33 |
| > Virtuální Cenílní / Projekt spojuje studenty s odborníky z průmyslu | 20 | > WAVE / Využití odpadního tepla z bioplynových stanic | 34 |
| | | > Po vodních cestách Evropy jen na Slunce | 34 |
| | | > Monitoring (dřevo)staveb | 35 |
| | | > „Internet všeho“ / Spolupráce s firmou Cisco | 36 |

doc. akad. arch. VLADIMÍR SOUKENKA
soukenka@fa.cvut.cz

EXPO Milano 2015



Laboratorium Silencii

Součástí českého pavilonu na EXPO 2015 je multimediální instalace Laboratorium Silencii/Laboratoř ticha, která svojí podstatou reaguje na lidskou potřebu přítomnosti v přírodě. Výsledkem je komplexní obraz lesa, v němž se živá příroda snoubí s technologiemi a nabízí návštěvníkům kromě poznání a odpočinku i jedinečný estetický a emoční prožitek. Systém navozuje rozjímavou atmosféru českého lesa a za pomoci vyspělých technologií odkrývá tajemství světa rostlin jako novou, rozšířenou realitu. Součástí futuristické laboratoře jsou kromě živých rostlin také projekční plochy a kamerový systém. Ten je ovládaný z části návštěvníky a umožňuje jim mj. nahlédnout do jinak pro pouhé oko neviditelného světa rostlinných buněk. Je nejen originální podívanou do živého ekosystému, ale také po celou dobu sbírá data pro následnou vědeckou činnost botaniků. Kromě svého hlavního cíle – představit les jako významné místo duchovního odpočinku – chce instalace

návštěvníkům nastítnat atraktivní a přístupnou formou i vědecký pohled na český lesní ekosystém.

Autory instalace jsou Dávid Sivý a Jan Tůma, kteří jsou součástí tvůrčího týmu Silent Lab. Téměř roční práce tohoto uskupení stojí za návrhem, vývojem, výrobou a instalací velice komplexního systému laboratoře. Vzhledem k rozsahu úkolů bylo třeba oslovit široké spektrum specialistů napříč institucemi a soukromými firmami. Jádrem týmu tvoří kromě autorů dalších šest odborníků, především programátorů, biologů a konstruktérů. Do vývoje a realizace pak bylo zapojeno mnoho dalších subjektů, které se podílely především na výrobě a expertních konzultacích. Vznikla tak široká síť, organicky prostupující akademickou i soukromou sféru. Administrativní stránku a produkci zajišťovala společnost Full Capacity s.r.o. Koncept vznikl pod záštitou ČVUT na Fakultě architektury v ateliérech Mariana Karla a Vladimíra Soukenky, za přispění Institutu

intermedií. Důležitým krokem bylo vytvoření malého týmu, který byl schopný se dle potřeby kontrolovaně rozrůstat a propojovat jednotlivce, instituce a firmy. Hlavním rysem celého procesu byla velká otevřenost vůči novým přístupům a řešením, která přicházela s jednotlivými spolupracujícími subjekty. Díky tomu se podařilo implementovat mnoho hi-tech řešení především v oblasti velkoformátového CNC obrábění, automatizovaného pěstebního systému či komplexního interaktivního systému, umožňujícího interakci v reálném čase.

Jednou z nejdůležitějších součástí projektu byla právě mezioborová a meziinstitucionální spolupráce technických, výzkumných a kreativních skupin. Spolu s využitím nejmodernějších technologií, novodobých výrobních procesů a unikátních vědeckých výzkumů prezentuje Českou republiku jako zemi konkurenceschopnou i ve světovém měřítku.

autor: Jan Tůma

Ing. arch. KATEŘINA NOVÁKOVÁ, Ph.D.
bruhokat@fa.cvut.cz

prof. Ing. arch. MATÚŠ DULLA, DrSc.
matus.dulla@fa.cvut.cz

PET(ch)air

Potenciál odpadu v architektuře je fascinující, dosud málo prozkoumaná oblast. V Experimentálním ateliéru na Fakultě architektury ČVUT jsme s doc. Achtenem začali v roce 2008 se studenty zkoumat možnosti využití tohoto materiálu v architektuře. Postupem času jsme identifikovali PET lahev jako zajímavý, architektonicky uchopitelný symbol odpadu. V roce 2014 jsme vydali knížku o architektuře z PET lahví, kterou kromě FA ČVUT podpořila i firma Karlovarské minerální vody. Na základě knihy jsme byli osloveni ředitelem KMV Alessandrem Pasqualem a sestavili výzkumný tým PET-MAT z Fakulty architektury a dalších odborníků z oblasti designu a chemie. Zadáni znělo: zkuste vyvinout cihlu z recyklovaného PETu. S lahvemi jakožto stavebním materiálem jsme už zkušenosti měli, neboť jsme již měli na kontě několik semestrů testování lahví v experimentálním ateliéru a workshop PETower, který měl za úkol přijít s návrhy dvacetimetrových věží z PET lahví na festival v Curychu. Přímá spolupráce výzkumu s průmyslem není věc rychlá nebo operativní. I přesto jsme na Český den na EXPO stihli dodat lavičku z PET lahví, která zde plní hned několik funkcí. Jednak jde skutečně o židli, na níž si návštěvník může sednout, za druhé PET(ch)air plní funkci nepřímého osvětlení prostoru a za třetí se nominovala na exponát poukazující na možnosti recyklace. Návštěvníci českého pavilonu v Miláně mohou prostřednictvím projektu PET-MAT sledovat výzkum v „přímém přenosu“.

autorka: Kateřina Nováková



Zavřít oči, uvidět dům

Součástí expozice v Miláně se stal výstavní projekt Praha haptická / Praga aptica. Představuje dotykové modely dvanácti pražských architektonických ikon určené nevidomým a slabozrakým. Jakým způsobem vnímá architekturu nevidomý člověk? Je možné mu zážitek z prostoru zprostředkovat? Lze architekturu poznat i jinými smysly než zrakem? Odpovědi na tyto a další otázky se na Fakultě architektury ČVUT snažili hledat studenti 1. ročníku oboru Architektura a urbanismus, kteří zpracovali dokumentaci patnácti vybraných pražských staveb. Z jejich podkladů vznikly haptické modely určené primárně nevidomým a slabozrakým, ale nejen jim. Možnost dotknout se poslepu notoricky známých staveb je v dnešním světě upřednostňujícím vizuální zážitky nad všemi ostatními novou zkušeností pro každého, kdo se snaží přemýšlet o architektuře a prostoru a nemá strach na chvíli zavřít oči. Stavby byly záměrně vybírány tak, aby byly zastoupeny různé historické epochy a architektonické přístupy, které bude moci návštěvník dotykem prozkoumat.

Práci na projektu zahájili začínající architekti sháněním projektové a obrazové dokumentace jednotlivých staveb. Vytvořili první návrhy svých pracovních modelů, které mohli v průběhu semestru zkonzultovat s nevidomými hosty ze Sjedené organizace nevidomých a slabozrakých pány Viktorem Dudrem a Michalem Jelínkem. Ačkoli studenti ze začátku plánovali zejména členité stavby trochu zjednodušit a množství detailů redukovat, přesvědčili se, že cvičená dlaň nevidomého je natolik citlivá, že žádná redukce není nutná. Díky tomu bylo možné zachovat velkou míru autentických detailů, jakými jsou například sgrafitová výzdoba fasády Schwarzenberského paláce. Na výstavě jsou k vidění např. modely letohrádku Hvězda, panoramatu Hradčan, Schwarzenberského paláce, Müllerovy vily, obchodního domu Kotva, nové budovy FA a FIT ČVUT či Tančícího domu. Modely jsou doprovázeny popisky v latince i Braillově písmu a pro milánskou expozici byly přeloženy do italštiny.

Výstavu připravili studenti FA ČVUT pod vedením prof. Matúše Dully a doktorandek Evy Bortelové a Kláry Mergerové v rámci projektu OPPA CZ.2.17/3.1.00/33304 Architektura, klíčová aktivita č. 6 Historická architektura pro zrakově postižené.

autorka: Klára Mergerová

foto na dvoustraně: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT

Jak zefektivnit silniční dopravu?

Fakulta dopravní ČVUT prostřednictvím členů Ústavu logistiky a managementu v dopravě uspořádala v první polovině tohoto roku ve spolupráci se Společenstvím autodopravců Čech a Moravy (sdružujícím 300 dopravních firem) dvě konference, které se věnovaly nejrůznějším ekonomickým otázkám a vizím vývoje zaměstnanosti v silniční dopravě.

První konference se věnovala především výsledkům šetření mezi silničními dopravci, které mělo identifikovat základní problémy dopravních firem ve vztahu k zaměstnanosti a důchodové reformě (problematické je např. zvyšování průměrného věku řidičů v nákladní dopravě). Výsledky, které zpracovala Ing. Veronika Faifrová, Ph.D., ukázaly, že více než polovina z 232 respondentů z řad řidičů očekává, že řešení změn důchodového systému přinese firmě neproduktivní náklady. Nepřímo tak vyplývá, že respondenti očekávají snížení konkurenceschopnosti své firmy v důsledku zvyšování sociálních výdajů. Mezi nejčastěji zmiňované faktory rizika výkonu povolání byly uváděny zdravotní způsobilost (70 %), věk (61 %) a s velkým

odstupem pak zvyšování nároků na pracovní pozici (29 %) a požadavky na fyzickou zdatnost (25 %).

Zajímavé výsledky přinesly strukturované rozhovory s majiteli i vedoucími společností, které vedl místopředseda SAČM Ing. Lubomír Ondroušek. Ti si myslí, že důchodový věk by se neměl zvyšovat. Maximální věk pro odchod do důchodu považují v rozmezí 65–67 let. Zdravotní stav pracovníků je značně individuální. I když se prodlužuje věk populace, neznamená to, že pracovníci mohou obdobně později odcházet do důchodu. Po 65. roku se značně snižuje nejen výkonnost, ale i pozornost a duševní vnímání pracovníků.

Navazující konference (5. května 2015) se zúčastnili zástupci univerzit,

dopravců i zájmových sdružení v dopravě. První část se věnovala problematice důchodového systému, kde současné trendy shrnul předseda Komise pro přípravu důchodové reformy prof. Martin Potůček z Centra pro sociální a ekonomické strategie Univerzity Karlovy. Další část byla věnována otázkám minimální mzdy v Německu, která by měla platit i pro české tzv. mobilní zaměstnance (např. řidiče v nákladní dopravě). Jak zdůraznil ve svém vystoupení Mgr. Ing. Michal Nádeníček, pro některé firmy provozující mezinárodní silniční dopravu může tento krok přinést výrazné zvýšení nákladů – u větších firem tento nárůst může dosahovat až několika desítek miliónů korun za rok.



[ilustrační foto:
David Neugebauer]

Ing. JOSEF BOLOM
Josef.Bolom@cvut.cz

Velká část konference byla věnována zaměstnanosti v silniční dopravě, především aktuálnímu problému s nedostatkem řidičů v dálkové nákladní dopravě. Analýza mezd ukazuje, že nejde ani tak o problém jejich nedostatečné výše, jako spíše o neatraktivnost tohoto povolání pro mladé lidi. Ing. Jan Tichý, Ph.D., z Fakulty dopravní ČVUT k tomu poznamenal, že by k řešení problému mohla přispět též lepší dostupnost dat evidovaných na Ministerstvu dopravy ČR. Informace z centrálních registrů dopravců (CRD), vozidel (CRV) a řidičů (CRŘ), vhodně kombinované s údaji od dopravců o vytížení vozidel a řidičů, by mohly bez větších finančních dopadů zvýšit efektivitu celého systému.

Spolupráce mezi Fakultou dopravní ČVUT a Společenstvím autodopravců Čech a Moravy se ukázala jako velmi přínosná pro obě strany. Obou konferencí se účastnili v hojném počtu i studenti, kteří tak měli možnost seznámit se s aktuálními problémy v silniční dopravě. V současné době probíhají jednání o tom, jak by bylo možné v budoucnu tuto spolupráci dále rozšiřovat.

autor: Zdeněk Říha



Mezi zbrojaři / ČVUT na IDET

Poprvé v historii se ČVUT vydalo prezentovat na veletrhu IDET (19. až 21. 5., výstaviště v Brně), jehož hlavní nápní byly obranné a bezpečnostní technologie.

Obklopen velkými a honosnými expozicemi předních zbrojařských firem, nezůstal náš modrý stánek mimo pozornost běžného návštěvníka a neušel ani zájmu mnoha odborníků. Na relativně skromné ploše 70 metrů čtverečních se představilo dvanáct unikátních technologií z ČVUT, které plně spadaly do oblastí obrany a bezpečnosti.

Během prvního dne veletrhu nás poctil svou návštěvou ministr obrany Martin Stropnický i se zástupci Generálního štábu Armády České republiky. Na tomto veletrhu byla významná část vystavovatelů i návštěvníků ze zahraničí, proto jsme měli tu čest přivítat delegace z Litvy, Saudské Arábie, Slovenska či Německa.

Z vystavovaných exponátů přitahoval největší pozornost plně pohyblivý letecký simulátor vzniklý ve skupině Centra pokročilých simulací a technologií, na kterém si návštěvníci mohli vyzkoušet přistání. Dalším lákadlem byly roboty pracovních skupin TRADR (Teaming for Robot-Assisted Disaster Response project), IMR (Intelligent and Mobile Robotics Group), ComRob (Computational Robotics laboratory) a skupiny MRS (Multi-robotics System). Nejmenším (nikoliv však svým významem) vystavovaným univerzitním exponátem byl Miniaturní analyzátor plynů. Návštěvníci naší expozice si mohli vyzkoušet na systému VOICE QoS různé kvality přenosu hlasu, seznámili se s osobním dozorovým systémem FLEXIGUARD pro záchranáře, hasiče a vojáky a s RFID lokalizátorem, který pomáhá řešit krizové situace například při přírodních katastrofách. Exponátem, který vybočoval z řady elektronických zařízení, byl balisticky odolný beton, jenž vyvinuli výzkumníci z Experimentálního centra Fakulty stavební.

Na veletrhu jsme navázali mnoho nových kontaktů, které snad do budoucna přinesou spolupráci s bezpečnostně-obranným průmyslem, který je dlouhodobě významnou součástí tuzemské produkce.

autor: Josef Bolom

foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT





Evropské inovační centrum /

Rozšíření zázemí i pro spolupráci společnosti Eaton a ČVUT

Celosvětově působící společnost Eaton, zabývající se řízením, využitím a správou energií, společně se svými partnery, agenturou CzechInvest a Českým vysokým učením technickým v Praze oznámila 9. června 2015 rozšíření svého Evropského inovačního centra. Nová budova je součástí vědeckotechnického parku v Roztokách u Prahy, který je celosvětovým výzkumným centrem zaměřeným na inovace pro Evropu, střední Východ a Afriku. Je jedním z pěti hlavních inovačních center společnosti Eaton, další sídlí ve Spojených státech, Indii a Číně.

Na ploše 6 850 m² je v Inovačním centru prováděn špičkový výzkum zaměřený na vývoj nové generace energetických systémů, které umožní efektivnější, bezpečnější a dlouhodobě udržitelné řízení a využití elektrické, hydraulické a mechanické energie. V současné době pracuje v Inovačním centru 75 zaměstnanců. V důsledku vysoké poptávky ze strany zákazníků v regionu plánuje společnost v dalších letech navýšení jejich počtu až na 300.

„Rozhodli jsme se pro rozšíření centra v Roztokách z několika důvodů. Nejdůležitější pro nás byla těsná blízkost

Prahy k mnoha našim zákazníkům v tomto regionu, špičkoví techničtí odborníci na Českém vysokém učením technickém a silná podpora a zapojení českých úřadů,“ řekl Engelbert Hetzmanseder, ředitel Evropského inovačního centra. „Nové zařízení rovněž staví na dosavadní působnosti společnosti Eaton v České republice. Ta zahrnuje nejen Evropské inovační centrum v Roztokách, ale také náš výrobní závod v Chomutově v rámci skupiny Vehicle Group, v elektro sektoru výrobní závod v Suchdole nad Lužnicí a obchodní kancelář v Praze.“

Alexander M. Cutler, předseda představenstva a generální ředitel společnosti Eaton, zdůraznil hlavní roli Inovačního centra, které je podle něj hnací silou celého regionu: „Jsme odhodláni neustále vyvíjet řešení pro snížení spotřeby energie a emisí výfukových plynů a zároveň našim zákazníkům pomáhat zvyšovat produktivitu a zisk. Od roku 2000 jsme investovali 5,5 miliardy dolarů do výzkumu a vývoje se zaměřením na řízení energetické spotřeby a dlouhodobé udržitelnosti. Jsem velmi hrdý na fakt, že inženýři v Inovačním centru v Roztokách v současnosti pracují

na několika skutečně průlomových řešeních.“

Důležitost působení společnosti Eaton v České republice okomentoval i Eduard Muřický, náměstek ministra průmyslu a obchodu: „Rozšíření Inovačního centra je zásadní investicí společnosti Eaton v České republice. Nejde jen o vytvoření 300 vysoce kvalifikovaných pracovních míst, ale také o doklad důvěry ve schopnosti místních inženýrů vyvíjet prvotřídní inovace.“

Společnost Eaton zahájila svou působnost v České republice v roce 1993 pod názvem Felton & Guileau. Ten v roce 1998 převzal koncern Moeller GmbH. V roce 2008 proběhla akvizice společnosti a o rok později i přejmenování z Moeller na Eaton. Společnost, která má přibližně 102 000 zaměstnanců a tržby 22,6 miliardy dolarů za rok 2014, prodává své výrobky zákazníkům ve více než 175 zemích světa. V českých pobočkách zaměstnává přibližně 1 500 lidí. Tyto pobočky slouží lokálním i globálním zákazníkům včetně VW Group, Volvo, E.ON, HP, IBM a České dráhy. Mezi její významné partnery patří ČVUT v Praze.

(red)

Foto: archiv

Ing. PETR KUČERA
petr.kucera.2@fsv.cvut.cz

Na zkušené v tunelu i na koridoru

Součástí evropského tranzitního železničního koridoru, který spojuje německé Drážďany, Prahu a rakouský Linec, je jihočeský úsek Tábor – Sudoměřice u Tábora. S modernizací této tratě se 21. května seznámili studenti Fakulty stavební ČVUT.

Modernizace 4. železničního koridoru probíhá postupně od roku 2005 a její dokončení je plánováno na rok 2016. Úsek Tábor – Sudoměřice u Tábora je součástí železniční trati mezi Benešovem a Veselím nad Lužnicí zprovozněné v roce 1871. Dochází zde ke zdvoukolejnění celého úseku, rekonstrukci železniční stanice Chotoviny a přestavbě stanice Sudoměřice u Tábora na zastávku. Investorem stavby je Správa železniční dopravní cesty s.o., projektantem SUDOP Praha, a.s. a hlavním dodavatelem společnost OHL ŽS, a.s.

V úseku Chotoviny – Sudoměřice u Tábora je z důvodu nevyhovujících směrových poměrů opuštěna původní osa trati a nová trať je vedena v přeložce. Právě do tohoto velmi zajímavého úseku směřovaly kroky studentů během exkurze organizované zástupcem investora stavby ve spolupráci s Katedrou železničních staveb Fakulty stavební. Zúčastnili se jí studenti 3. až 5. ročníku oboru Konstrukce a dopravní stavby, z nichž část zpracovává své bakalářské a diplomové práce právě na Katedře železničních staveb, a také posluchači předmětu Železniční stavby 1 vyučovaného ve 3. ročníku. Po příjezdu do Chotovin se studentů ujali zástupci investora, projektanta a hlavního dodavatele stavby a společně se vydali po trase budoucí železniční trati směrem do Sudoměřic u Tábora.

Nejprve se studenti seznámili s postupem pokládky kolejového roštu za pomoci pokladače pražců Donelli PTH 350. Další zastavení proběhlo u přemostění dálnice D3 a původní silnice I/3, které je zajištěno pomocí ocelového mostu o délce 100 m a navazující estakády s osmi poli o délce 54 m. Nosná konstrukce ocelového mostu je tvořena tzv. Langerovým nosníkem. Zvláštností je způsob řízení dilatace mostu pomocí

systému řídicích tyčí Meyer–Wünstorf, který zde byl použit poprvé na území ČR. Díky tomuto systému nebylo, při dané délce mostní konstrukce, nutné do koleje vkládat kolejová dilatační zařízení. Neméně zajímavým objektem je Sudoměřický tunel, který se nachází v pravo-otočivém oblouku o poloměru 2 802 m před budoucí zastávkou Sudoměřice u Tábora. Jedná se o dvoukolejný tunel dlouhý 444 m. Namísto původně plánované metody ražby s vertikálním členěním výrubu se zajištěním nadloží mikropilotovým deštníkem bylo přistoupeno k zhotovení části tunelu u portálu tzv. metodou „želva“. V otevřené stavební jámě byla zhotovena betonová klenba, pod jejíž ochranou byl poté proveden výrub tunelu.

kteřá dodává výhybkové konstrukce pro železniční i tramvajové tratě v České republice i mnoha dalších zemích světa, společnosti ŽPSV, významného výrobce pražců a dalších betonových součástí kolejového svršku a spodku či výrobce dřevěných pražců, společnosti Impregnace Soběslav. Druhá část exkurze je zaměřena na realizaci kolejových staveb. Při jejich organizaci spolupracuje katedra jak s investory, tedy Dopravním podnikem hl. m. Prahy resp. Správou železniční dopravní cesty, tak se zhotoviteli jednotlivých staveb, jimiž jsou nejčastěji významné stavební společnosti (Metrostav, SKANSKA, Hochtief, STRABAG Rail či OHL ŽS). Během výstavby trasy metra V.A Dejvická – Nemocnice Motol bylo uskutečněno hned několik exkurzí



Katedra železničních staveb, za finanční podpory vedení Fakulty stavební, pořádá každoročně několik exkurzí, při nichž se studenti seznámí s postupy výroby jednotlivých prvků železničního svršku a spodku a s technologiemi, které jsou využívány při realizaci významných kolejových staveb. V uplynulých letech měli studenti možnost navštívit výrobní závody společnosti Třinecké železářny, největšího výrobce kolejnic v ČR, DT – výhybkárny a strojírny,

do nově vznikajícího úseku. Studenti měli možnost seznámit se s postupem výstavby tunelů metra a prohlédnout si i prostory budoucích stanic Bořislavka a Nemocnice Motol. V rámci modernizace tranzitních železničních koridorů mohli studenti navštívit stavbu III. koridoru v úsecích Beroun–Zbítov a Plzeň–Rokycany, jehož součástí je též Ejpvický tunel, a také stavbu IV. Koridoru.

autor: Petr Kučera
foto: archiv pracoviště



Software (nejen) pro Airbus / Industrie 4.0

Před dvěma lety byl v tomto časopise otisknut článek o rozbíhající se evropském projektu ARUM, který je zaměřený na zefektivnění náběhu výroby nového typu letadla A350 XWB společnosti Airbus. Na tomto projektu se podílel tým Katedry kybernetiky Fakulty elektrotechnické ČVUT a v posledních dvou letech především tým Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC), a to od samého počátku pod vedením doc. Pavla Vrby. Nyní je projekt ARUM ve finálním stádiu testování a ověřování výsledků, a je tak možné zrekapitulovat, jakých úspěchů bylo dosaženo.

Cílem projektu bylo vytvoření softwarových nástrojů pro lepší podporu organizace práce ve výrobním závodě Airbus Industries v Hamburku, kde se trupy letadel v několika na sebe navazujících výrobních stanicích vybavují různými komponentami, jako jsou elektroinstalace, hydraulika, izolace apod. V počátečních fázích náběhu výroby dochází prakticky neustále k problémům a poruchám, jako jsou chybějící součástky nebo součástky neodpovídající požadované specifikaci. To výrobu zdržuje, nebo v horším případě způsobuje časté zastavení celé výrobní linky. Současně používané plánovací systémy

nedokážou na poruchy pružně reagovat, a je tak na mistrech výrobních stanic rozhodovat, jak optimálně rozvrhnout práci v dané situaci. To zahrnuje spoustu faktorů, jako je aktuální stav rozpracovanosti, dostupné součástky a materiál, dostupní pracovníci a jejich kvalifikace, technologické návaznosti operací apod. Díky složitosti problému nejsou mistři schopni, i přes své zkušenosti, rozhodovat optimálně, navíc tak, aby byla výroba vybalancována přes celou linku.

Tým ČVUT se spolupodílel na vývoji softwaru, který poskytuje mistrům stanic přehled o aktuálním stavu výroby a který jim dokáže v reálném čase sta-

novit optimální pořadí operací včetně přiřazení jednotlivých pracovníků. Jádrem softwaru je unikátní rozvrhovací systém založený na kombinaci multi-agentních systémů a matematických optimalizačních metod. Mimo to byla vyvinuta mobilní aplikace pro pracovníky montáže, která nahrazuje papírové rozpis práce, pomocí níž každý pracovník elektronicky reportuje o svém postupu a též hlásí případné problémy. V současnosti probíhá testování softwaru na reálných datech z výroby prvních kusů A350, aby se ověřilo, jak by bylo možné výrobu optimalizovat, pokud by došlo k jeho reálnému nasa-

prof. Dr. Ing. ZDENĚK HANZÁLEK
zdenek.hanzalek@ciirc.cvut.cz

zení. Prozatimní pozitivní ohlasy ze společnosti Airbus Group dávají velké šance na reálné a později další komerční uplatnění výsledků tohoto projektu.

Z kybernetického pohledu patří vyvinutý systém k prvním řešením umožňujícím flexibilní dynamické plánování montážních operací v reálném čase, napojené přímo na výrobní proces a zahrnující optimalizační vyjednávání mezi montážními zařízeními, montovanými součástmi a dělníky, kteří v podstatě vybírají mezi možnostmi dalšího postupu tak, jak je systém navrhl. Zařízení, součásti a kroky výrobního postupu jsou reprezentovány autonomně operujícími softwarovými moduly. Součástí řešení je i původní referenční softwarová architektura založená na SOA (Service Oriented Architecture) a umožňující přístup do rozsáhlých datových struktur, strategické i operativní plánování, sémantickou integraci dat, rozsáhlé simulační experimenty atd. Jedná se o otevřené řešení plně kompatibilní s filosofií Industrie 4.0. Obdobný systém byl v projektu ARUM paralelně vytvořen pro italskou firmu Iacobiucci.

Industrie 4.0 je iniciativou vyhlášenou a podporovanou vládou SRN – hovoří se o 4. průmyslové revoluci. Tato iniciativa směřuje k plné automatizaci výrobních a rozhodovacích procesů, jejich horizontální integraci (tedy integraci od objednávky, výzkumných a vývojových procesů, engineeringu, plánování a rozvrhování výroby až po logistiku distribuční sítě) a integraci vertikální (od výroby přes ekonomické útvary až po úroveň nejvyššího vedení). Inteligentní plánování a rozvrhování je klíčovou úlohou ležící v průsečíku horizontální a vertikální integrace, v samotném srdci všech procesů Industrie 4.0. Úspěšná pilotní aplikace u velkého německého výrobce dokazuje, že český aplikovaný výzkum je schopen významně přispět k realizaci náročných myšlenek Industrie 4.0. jak po stránce teoretické, tak i implementační a experimentální.

Pracovníci CIIRC jsou připraveni přenést své dosavadní zkušenosti z mimořádně úspěšné pilotní aplikace v německém průmyslu i do českých podniků, zejména těch, které se začínají orientovat na filosofii a technologii Industrie 4.0.

autoři: Vladimír Mařík, Pavel Vrba
foto: Airbus Group

Optimalizační algoritmy /

Pro spolehlivost automobilů a letadel

Řídicí systémy, vestavěné v každém moderním stroji, mají významný vliv na naši společnost. Více než 98 % procesorů je vestavěných a složitost těchto systémů exponenciálně roste ve smyslu funkcí, architektur a softwaru. Navíc většina z těchto systémů má dynamické chování a distribuovaný charakter.

S ohledem na zmíněnou složitost je velmi obtížné poskytovat flexibilitu a zároveň zaručit spolehlivost a dosáhnout efektivního využití výpočetních a komunikačních prostředků. Tento problém je zajímavou vědeckou výzvou, která má vliv na řadu oblastí našeho života.

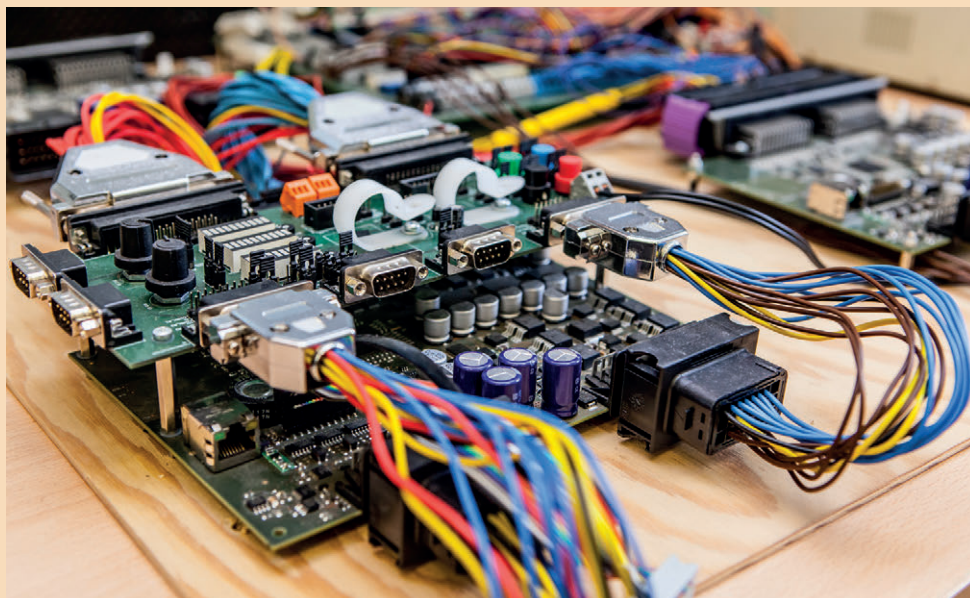
Typickým příkladem je dopravní technika, ve které návrh spolehlivých řídicích systémů představuje klíčovou část inženýrské práce. Například automobilová technika prochází revolučním posunem k autonomním vozidlům. Pasivní systémy pro podporu rozhodování řidiče jsou dnes již skutečností, ale budoucnost jistě patří plně autonomním vozidlům, která ke své činnosti shromažďují velké množství dat z radarů, lidarů a kamer. Odpovídající zprávy zasílané prostřednictvím komunikační sítě mají různou kritičnost – některé musí být doručeny vždy a včas, ale u jiných lze tolerovat zpoždění nebo chybu doručení.

I přes nárůst složitosti a potřebu autonomně pracovat v neznámém prostředí, zůstává vysoká spolehlivost nejdůležitější vlastností systémů, které chrání naše životy v autech, letadlech, vlacích a lodích. V této souvislosti se často setkáváme s novým pojmem „odolnosti“ (anglicky resilience) jakožto schopnosti systému provádět očekávanou funkci bez ohledu na změny okolí. Abychom těchto schopností dosáhli, potřebujeme nalézt nové modely, metody a nástroje, které nám umožní vyvíjet odolné vestavěné systémy.

Dekompozice systému umožňuje vyvíjet jednotlivé komponenty odděleně a ověřovat jejich požadovanou funkci v simulovaném prostředí. Nicméně, softwarová komponenta ke své funkci potřebuje výpočetní a komunikační hardware, který je často sdílen s dalšími komponentami. Typickým příkladem takového hardwaru jsou komunikační sítě uvnitř automobilů a letadel, které mají deterministický přístup ke sdílenému médiumu. Moderní komunikační protokoly pro vestavěné aplikace umožňují zasílání časem řízených zpráv, které mají svůj pevně stanovený okamžik v rozvrhu, a tak lze na úrovni přístupu na médium zaručit jejich deterministické doručení.

V rámci projektu SALT, financovaného americkou agenturou ONR, vyvíjejí výzkumníci z oddělení průmyslové informatiky Českého institutu informatiky robotiky a kybernetiky ČVUT softwarové nástroje, které usnadní parametrizaci komunikačního protokolu pro konkrétní model automobilu nebo letadla. Jádrem nástroje jsou optimalizační algoritmy, které vybírají nejvhodnější variantu rozvrhu zpráv na komunikační sběrnici tak, aby byly splněny všechny omezující podmínky (například doručení zprávy včas nebo respektování periodičnosti zpráv). Optimalizační algoritmus postupuje obdobně jako hráč sudoku, hledá proveditelnou kombinaci pro přiřazení zpráv do jednotlivých políček rozvrhu. O výstupy projektu projevil zájem společnosti Honeywell a EATON.

autor: Zdeněk Hanzálek
foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT



Ráz na ráz! /

Zkoumání odezvy materiálů na lokální dynamické zatížení

Vedle statického zatížení, které působí na všechny konstrukce bez výjimky, se v poslední době relativně často vyskytují i případy lokálních dynamických zatížení. Takovými mohou být například rázy nahodilých předmětů, nárazy vozidel nebo fragmenty generované haváriemi technologických zařízení.

V Experimentálním centru Fakulty stavební ČVUT probíhá pod vedením prof. Petra Konvalinky výzkum a vývoj kompozitních materiálů, které dokáží absorbovat a dissipovat maximum kinetické energie dopadu a tím dokáží snížit škody na majetku a újmny na zdraví

a životech osob. Pro návrh takových materiálů je nutné provést celou řadu experimentů na zařízení, které je schopné dostatečně přesně simulovat lokální dynamický účinek s velmi dobrou interpretací výsledků a opakovatelností jednoho měření.

Rázové zatížení je velmi rychlý dynamický jev, který je charakteristický nadměrně vysokým výkitem síly ve velmi krátkém časovém okamžiku. Takovýto krátký impuls síly má mnohem větší účinek na materiály a konstrukce, než by měl impuls stejně velký, ale se silou o nižší amplitudě, která by na konstrukci působila v delším časovém intervalu.

Odezva materiálů a konstrukcí na rázová zatížení je v důsledku velmi rychlého průběhu síly ve srovnání s kvazistatickým zatěžováním odlišná. Mnoho materiálů se při rázovém zatížení chová

více křehce, než je tomu při kvazistatickém zatěžování. Většina nárazové síly se při vysokorychlostním zatížení spotřebuje na lom materiálu, než aby se spotřebovala na deformaci zatěžovaného prvku. Obecně lze konstatovat, že materiály jsou při vyšších rychlostech deformace více náchylné ke křehčímu chování, než v případě kvazistatické rychlosti deformace. Mnohokrát bylo potvrzeno, že duktilní způsob porušení v tahu ohybem při kvazistatickém zatížení se dokáže při rázu ve stejném zatěžovacím schématu změnit v křehký smyk.

Odezva na rázové zatížení je v Experimentálním centru Fakulty stavební ČVUT monitorována na speciálně vyvinutém zařízení, které funguje na principu rázového kyvadla. Ráz je obecně definován jako kolize dvou pohybujících se těles. V tomto případě jde o kolizi jednoho pohybujícího se tělesa se známou rychlostí a druhého tělesa (zkoušeného vzorku), které je v okamžiku rázu v klidu.

Podstatou zařízení je, že zatěžování vzorků probíhá v horizontální rovině, což je velmi blízké skutečným podmínkám a nedochází tak k opakovaným dopadům závaží na jeden vzorek. Měření probíhá vytažením závaží do požadované výšky a jeho následným uvolněním. Závaží opisuje dráhu kružnice až do spodní úvratí, kde narazí do připraveného vzorku.

Samotné měření účinků rázu je realizováno pomocí piezoelektrických snímačů zrychlení, síly a poměrného přetvoření, které dokáží snímat odezvu prvku s frekvencí až 1 MHz. Měření je možné doplnit záznamem z vysokorychlostní kamery, která je umístěna přímo nad vzorkem.

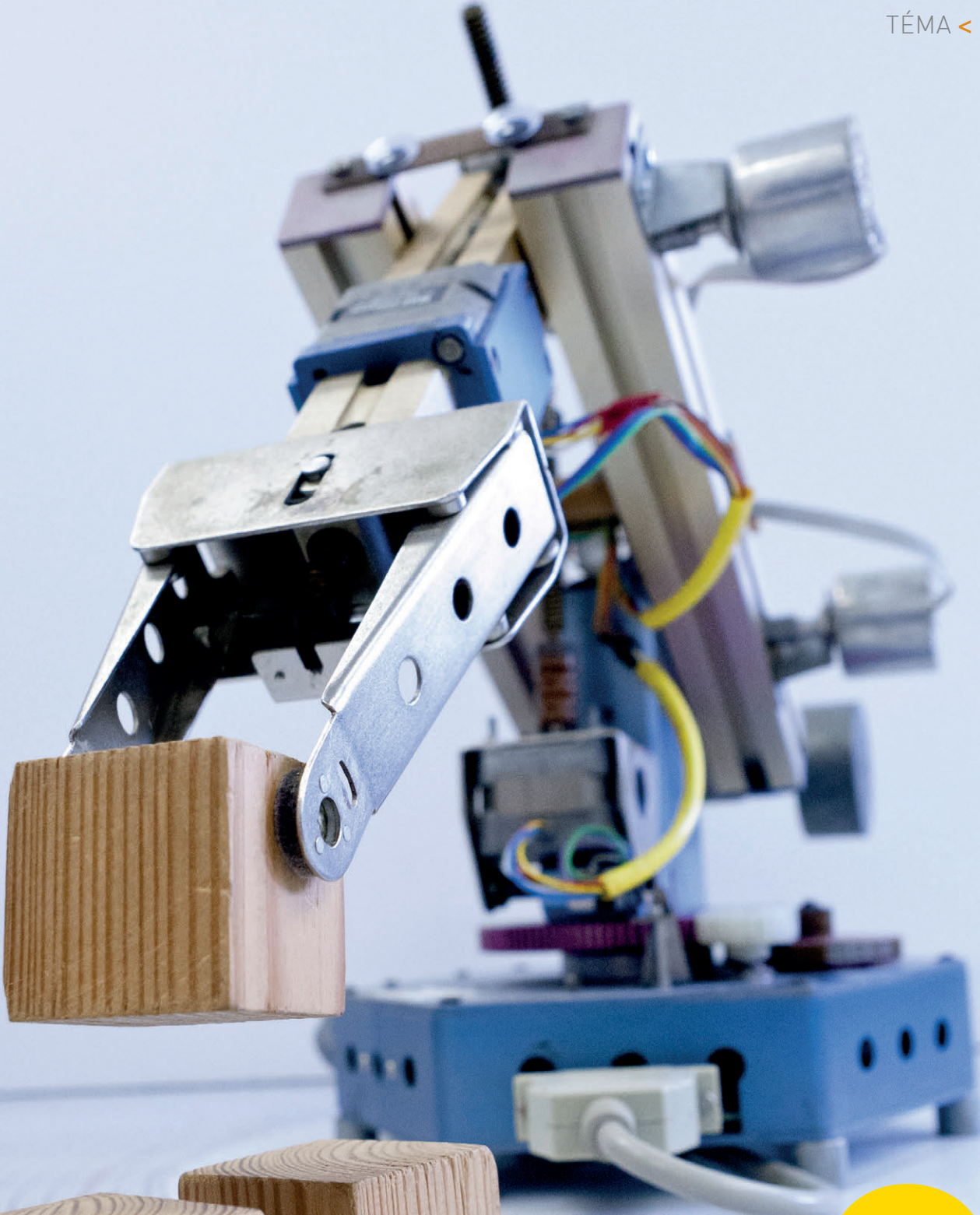
Zařízení je sestaveno tak, aby na něm mohly být testovány různorodé konstrukční prvky, u kterých je potřeba uplatnit vysokou schopnost absorpce a disipace energie rázu, nebo ověřit jejich chování při lokálním dynamickém zatížení.

autoři: Radoslav Sovják

a Jan Zatloukal

foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT



A close-up photograph of a custom-built robotic arm. The arm is constructed from metal plates, bolts, and gears, with a blue base. It is holding a rectangular wooden block. In the foreground, two more wooden blocks are visible on a blue grid paper. A large yellow question mark is positioned to the right of the title text.

Cořešístrojaři?

Fakulta strojní ČVUT – to není jen kvalitní výuka budoucích odborníků, po nichž je ve firmách velká poptávka. Na fakultě se rodí i patenty a mnohá vylepšení strojů, aut, letadel a dalších produktů, které souvisejí s naším životem. Představujeme některé z nejnovějších projektů.

prof. Ing. MICHAEL VALÁŠEK, DrSc.
michael.valasek@fs.cvut.cz



Zdroj inovací

Čím může být akademický výzkum prospěšný nejen průmyslovým firmám, ale i naší každodenní praxi? Nejen o novinkách na Fakultě strojní ČVUT hovoříme s jejím děkanem prof. Ing. Michaelem Valáškem, DrSc.

Jste spokojen s tím, jak fakulta spolupracuje s průmyslem?

Jsem spokojen s tím, že Fakulta strojní ČVUT v Praze s průmyslem hojně spolupracuje, že máme témata, která osloví průmysl nebo které průmysl na fakultě poptává. Jsem však přesvědčen, že obě strany, fakulta i průmysl, nevyužíváme potenciál spolupráce dostatečně. S tím spokojen nejsem a chtěl bych tento stav zlepšit.

Co můžete firmám nabídnout?

Spolupráce průmyslu s Fakultou strojní je výhodná, protože je komplexní, protože je kladen důraz na vzájemnou komunikaci a empatii. Nabí-

zíme ucelený program – jednak přístup ke studentům a tedy posléze absolventům, jednak samotnou inovační spolupráci s průmyslovými podniky. Tento program začíná přednáškou nazvanou Jeden den inženýra ve firmě XY, pokračuje náměty pro studentské práce na tématech blízkých firmě od prvních semestrů, přes trainee, mentoring programy, projekty nadace ČVUT Media Lab, po praxe a diplomové práce. Druhá větev uceleného programu – inovační spolupráce – je hledání dlouhodobých témat společných odborných zájmů, organizace inovačního brainstormingu mezi vývojovými pracovníky průmyslu a vhodnými profesory a studenty fakulty. Je to kolaborativní výzkum s průmyslem v rámci některého programu výzkumu a vývoje v České republice nebo Evropské unii, je to vlastní smluvní výzkum fakulty pro průmysl. V neposlední řadě předpokládáme společný marketing fakulty

a firmy v regionu, kde působí, i na úrovni celé země i Evropské unie.

Jste velmi aktivní ve vědě a výzkumu, v oboru mechatroniky máte více ceněných úspěchů. Mimo jiné jste byl v roce 2003 vyhlášen Českou hlavou, věda výzkum jsou vaší dlouhodobou prioritou. Které projekty, jež se nyní řeší na jednotlivých ústavech fakulty, považujete za klíčové a proč?

Seznam projektů, které považuji za klíčové, by byl dlouhý, navíc by vyžadoval komentáře proč. Řada projektů je seskupena do různých výzkumných fakultních center. Takže aspoň takto agregovaný výčet je i tak dlouhý bez přesných názvů. Jde o výzkum v oblasti materiálového inženýrství a nanotechnologií a o centra kompetence, která jsou zaměřená na výzkum pro automobilový průmysl, výzkum drážních vozidel, na strojírenské výrobní stroje – obráběcí

**Jakékoli potřeby
a náměty z průmyslu
jsou pro nás na Fakultě
strojní nedocenitelným
zdrojem inspirace
z reálného
materiálního světa
pro zobecnění, tvořivé
snění a zahájení
výzkumu, který často
jde do všech pater vědy.**

a tvářecí. Úspěšné je i centrum kompetence pro energetiku, ať už tradiční, nebo jadernou, udržitelnou či smart cities, centrum kompetence pro kybernetiku, zabývající se automatickým řízením a kyberfyzikálními systémy či centrum kompetence pro letadlovou techniku. Jsou to i další oblasti počítačové simulace multifyzikálních systémů, mechatronické systémy, robotika, výrobní technologie, metrologie, ekonomická analýza životního cyklu výrobku a další. Tyto projekty jsou klíčové, protože pokrývají celý průmysl chápaný jako stroje pro výrobu produktů a pro vlastní výrobky v podobě strojů a také proto, že stroj je základ průmyslové výroby, tedy výroby výrobků dostupných všem, a uspokojování materiálních lidských potřeb. Průmysl je základ hospodářství a prosperity země.

Projekty, jimž se na fakultě osobně věnujete, z nichž některé představujeme v tomto vydání TecniCallu, jsou velmi atraktivní, zabýváte se propojením strojního inženýrství s roboty, tedy inteligentním počítačovým řízením. Kam až se dá v tomto spojení dojít?

Mez spojení strojního inženýrství, tedy strojů, a umělé i lidské inteligence je těžko předpověditelná a vlastně asi zbytečná, protože se stále posouvá. Nejnovějším posouváním takové meze je čtvrtá průmyslová revoluce a německá iniciativa Industry 4.0. Zajímavé je, že její impulsy jdou ze světa nových postupů podnikání a obchodování přes internet a ne primárně z výzkumu vlastních strojů. U výzkumu strojů se to pak jen koncentruje. Mám vizi plně automatizovaných robotizovaných flexibilních výrobních linek. Mám vizi automatizovaného návrhu a výroby individuálních výrobků pro uspokojení rozmanitých potřeb lidí na míru. Ale nemám vizi, že my lidé bychom nebyli potřeba, ba naopak určitě budeme vždy nutní pro vytváření právě těch potřeb jako vstupního impulsu průmyslové výroby.

Mají firmy zájem o takto inovativní projekty, nebo potřebují spíše „přízemnější“ technické novinky a inovace, tedy vylepšení strojů, materiálů, technologií?

Co je přízemní a co je high-tech inovativní, je velmi obtížné hodnotit. Při aplikaci v průmyslu je konečné hledisko,

zda vylepšený, inovovaný, výrobek se na trhu uplatní, zda najde svého zákazníka, jemuž uspokojí jeho potřeby, tedy zda se výrobek prodá. Pak mnohé sofistikované inovace jsou nepoužitelné a mnohá jednoduchá řešení prostě geniální. Na druhé straně přízemní otázka položená průmyslem pro vyřešení jeho „jednoduchého“ problému může být extrémně obtížná k vyřešení a může vést ke složitému a dlouhému výzkumu. Ostatně takové příklady jsou popsány i v tomto vydání TecniCallu. Jakékoli potřeby a náměty z průmyslu jsou pro nás na Fakultě strojní nedocenitelným zdrojem inspirace z reálného materiálního světa pro zobecnění, tvořivé snění a zahájení výzkumu, který často jde do všech pater vědy.

Ptát se, zda firmy mají zájem i o vaše absolventy, je asi bezpředmětné, poptávka po technických absolventech je nyní velká...

Ano, poptávka je značná. Fakulta garantuje, že každý, kdo dokončí inženýrské studium, najde práci. My nemáme nezaměstnané. Žijeme v době, kdy našich absolventů je nedostatek. Průmysl v České republice představuje čtyřicet procent HDP a zaměstnanosti, vůbec nejvíce ze všech zemí EU, a to třeba nepočítáme služby pro průmysl. Není proto divu, že letošní rok byl vyhlášen Rokem průmyslu a technického vzdělávání. Hospodářství ČR a naše konkurenceschopnost, měřená zaměstnaností a životní úrovní, je na průmyslu závislá. Je proto alarmující, že v českém průmyslu chybí dostatek kvalifikovaných pracovních sil a začíná tak přicházet o zakázky a zahraniční investice. Cílem Roku průmyslu a technického vzdělávání je proto dostat tento problém do středu zájmu veřejnosti a motivovat českou populaci k jeho řešení.

Kam chcete fakultu posunout v horizontu pěti let?

Cíle rozvoje fakulty jsou jasné. Jsou tři. Za prvé chci, aby naši absolventi byli

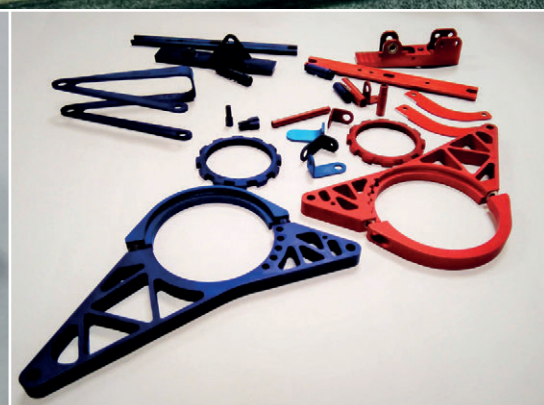
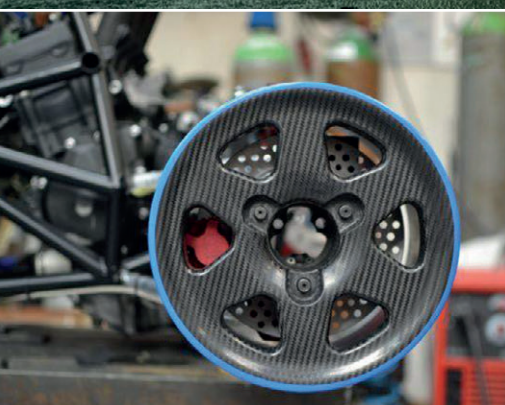
průmyslem přijímáni bez jakékoli kritiky – aby průmysl řekl, Fakulta strojní ČVUT v Praze připravuje studenty tak, jak si představujeme. Abychom byli pro průmysl vzorem přípravy studentů. Rád bych, kdyby tuto skutečnost také tak vnímali studenti a podle toho se k nám hlásili. Naši absolventi jsou po odborné stránce vnímání průmyslem dobře. Co však průmysl navíc vyžaduje, jsou takzvané měkké dovednosti, je to schopnost komunikace, týmové práce, ovládnutí jazyků a při řešení úkolů orientace na řešení pro daného zákazníka. Za druhé chci, aby průmysl spolupracoval s fakultou hladce – v ideální podobě tak, aby naši průmysloví partneři řekli: Tak, jak to dělá Fakulta strojní ČVUT v Praze, tak by to měli dělat všichni. Chci, aby došlo k ujasnění, jaké úkoly jsou pro spolupráci vhodné a které ne, abychom zvládali časové a obsahové plnění dohodnutých úkolů ještě lépe než doposud. Rád bych průmyslové partnery přesvědčil, že naše fakulta pro ně představuje zdroj inovací, že účast na inovačních brainstorminzích jim přinese nové podněty. No a za třetí chci, aby fakulta byla vnitřně jednotná, bez rozdílných názorů na její hlavní rozvojové směry, tedy na výuku studentů, na výzkum a na spolupráci s průmyslem.

Vy osobně se podílíte na budování Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT, který je zaměřen na excelentní vědu. Jaký očekáváte přínos tohoto centra pro Fakultu strojní?

Od spolupráce s institutem očekávám synergii při vytváření širších výzkumných týmů a při získávání projektů. Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky byl založen pro propojování špičkových výzkumných týmů ČVUT a dalších českých univerzit. Strojní fakulta zde má na starosti oblast Průmyslové výroby a automatizace. Jde o výzkum ve čtyřech oblastech: návrh řízení strojů a výrobků včetně průmyslových robotů, pokročilé materiály včetně kompozitů, efektivní výroba včetně nových hybridních technologií a simulace, optimalizace a měření včetně výpočtů na paralelních počítačích. V těchto oblastech hledá Fakulta strojní ČVUT synergii s ostatními týmy.

autorka: Marta Špačková

foto: Jana Jabůrková
a Jiří Turek pro Reflex



Formule / Úspěšný tým CTU CarTech

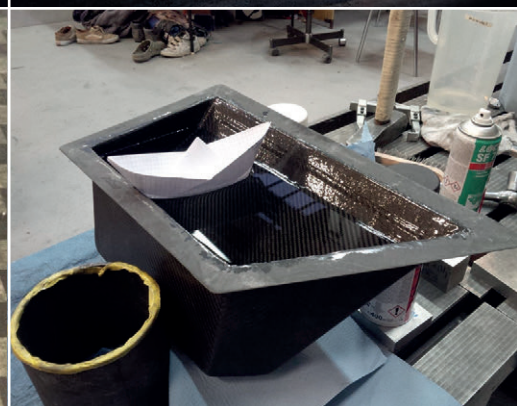
Říká se, že sedmička je šťastné číslo. Uvidíme, kolik štěstí přinese v pořadí již 7. vůz z dílny týmu CTU CarTech pražského ČVUT.

Už více jak sedm let vyvíjíme, vyrábíme a testujeme formule pro prestižní mezinárodní projekt Formula Student. Za tu dobu jsme nasbírali mnoho zkušeností, dosáhli řady úspěchů – v loňské sezóně jsme v Německu skončili pátí, v Itálii třetí a na domácí půdě v Hradci Králové byli stříbrní, a poučili se z ještě více neúspěchů.

Když jsme v roce 2008 začínali, nikdy bychom se netroufli tvrdit, že budeme patřit mezi 20 nejlepších týmů na světě, ale povedlo se nám pracovat mezi elitou. Je to zásluha tvrdé práce a odhodlání být nejlepší. Jsme hrdí na to, že tak malý tým z České republiky může konkurovat špičkovým vozům týmů z Evropy, ale také ze Spojených států.

Cílem projektu je získání praxe již během studia pro studenty (nejen technických univerzit) po celém světě. Úkolem je postavit vůz formuleho typu, který bude konkurenceschopný, levný a spolehlivý. Tyto aspekty se vždy

prověří na závodech, které se konají na světových okruzích. Hodnotí se nejen to, jak vůz jezdí během dynamických disciplín jmenovitě při akceleraci na 75 m s pevným startem (v této dlouhodobě dosahujeme na nejvyšší příčky), skidpadu (trať ve tvaru osmičky), autocrossu (úzká technická trať) nebo při vytrvalostním závodě endurance na 22 km, ale také engineering desing (jak důmyslně je vůz navržen), cost report (kolik by stála sériová výroba 1 000 kusů), business plan (obhajoba obchodního plánu fiktivní firmy vyrábějící závodní vozy) nebo v neposlední řadě, jaká je spotřeba paliva.



Pro letošní rok jsme připravili nový vůz, pokračovatele našeho nejúspěšnějšího modelu FS.06. Na první pohled zaujme barevné rozlišení levé a pravé poloviny monopostu, které nekončí na karoserii, ale pokračuje v podobě veškerých eloxovaných hliníkových dílů náprav a komponentů v kokpitu. Vzhledem k pravidlům, která nám definují, jaké rysy má formule mít, jsme upravili přední i zadní aero paket, který vytváří přítlak 530 N při rychlosti 54 km/h, a to i přesto, že rozměry se zmenšily. Další novinkou je suchá vana motoru, která je navíc výtvořem technologie sintrování, což je 3D tisk kovů. Nesmíme zapomenout na upravené vačkové hřídele nebo druhou generaci uhlíkových ráfků.

Srdcem vozu je motor Yamaha R6 o objemu 599 cm³ a výkonu až 65 kW.

Vzhledem k různorodosti disciplín jsme se rozhodli mít různé výkonové spektrum. Například na akceleraci je výkon právě 65 kW, zatímco na vytrvalostní závod endurance 61 kW. Tento výkon se přenáší 4stupňovou elektropneumatickou převodovkou. Ta má i funkci autoshift, takže při akceleraci dovede řadit úplně sama bez zásahu jezdce. Abychom výkon efektivně přetransformovali na silnici, máme osazen samosvorný diferenciál, jenž roztáčí pneumatiky o velikosti 10" s uhlíkovými disky. Právě využití uhlíku nám pomohlo snížit hmotnost vozu až k hranici 200 kg. Jako jediní v České republice také disponujeme uhlíkovým monokokem, jehož váha je 14 kg a ve formuli je bezpečnostní schránkou pro pilota. Vůz je vybaven i kompletní telemetrií.

Do budoucna je naším cílem i nadále snižovat hmotnost vozu, používat taková technická řešení, na která prozatím nebyl čas nebo prostředky k realizaci. Může se jednat například o vývoj vlastního motoru, který by uspořil nejen váhu, ale mohli bychom si ho naladit dle našich představ a využít jeho potenciál na maximum. Tento projekt je velice náročný a bude opravdovou výzvou se ho zhostit. I proto doufáme, že přízeň našich partnerů budeme mít i v budoucnu a že se ještě rozšíří o další, kteří nám pomohou.

autor: Patrik Zíta, tým CTU CarTech
foto: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT
a CTU CarTech

> www.facebook.com/ctucartech

Robomill / Inovativní přístup k obrábění pomocí robotů

Inovativní robotické obráběcí centrum Robomill vyvinul tým vedený řešitelem projektu prof. Ing. Michaelem Valáškem, DrSc., z Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky Fakulty strojní ČVUT ve spolupráci s firmou LAMMB Systems.

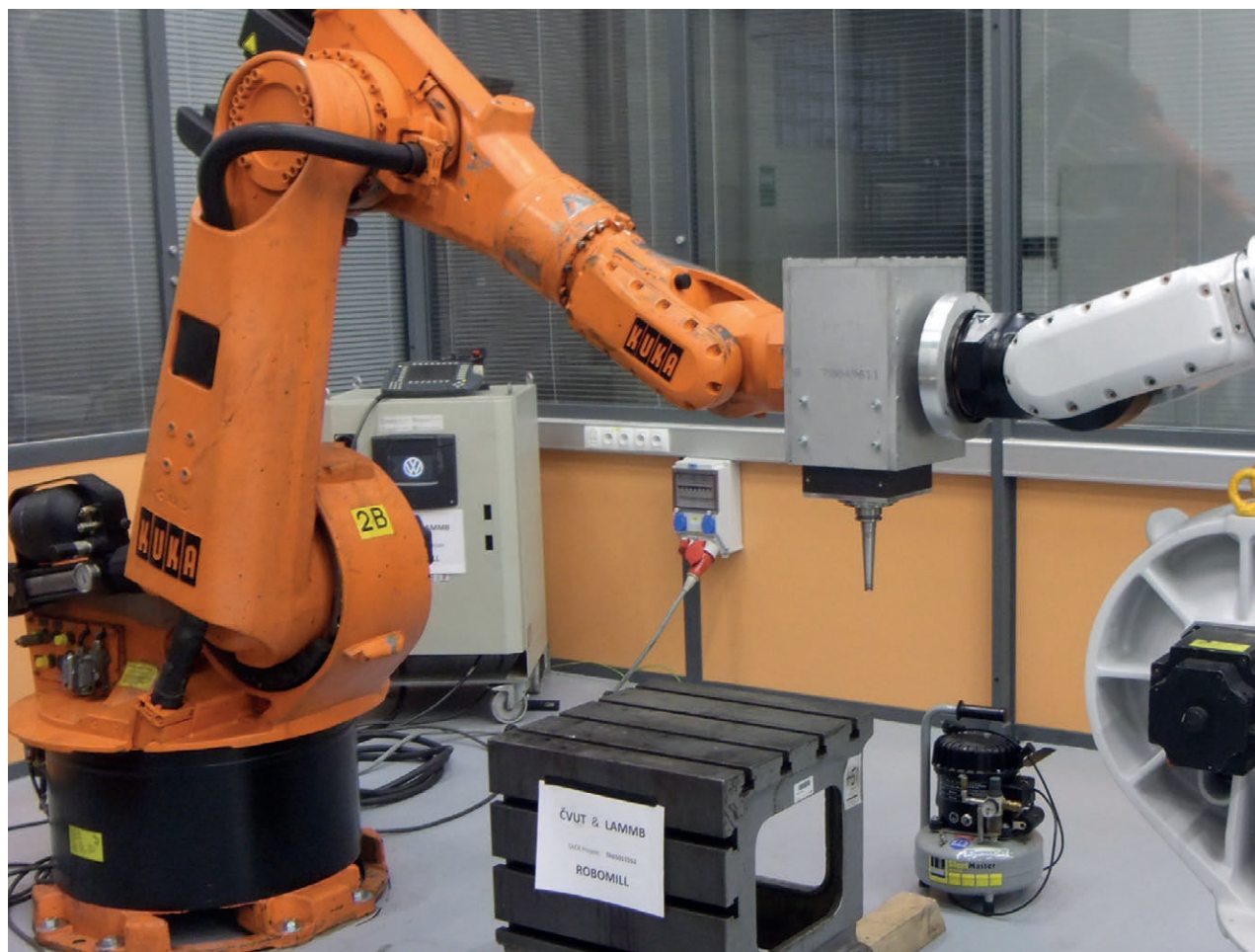
Základní ideou společného Alfa TAČR projektu je spojení běžně existujících sériových robotů pomocí upravených úchopných hlavíc do stavu redundantně poháněné paralelní kinematické struktury. Tato konfigurace má docílit dvojího efektu, zvýšení tuhosti konstrukce a přesnosti pohybu end-effektoru. Jedním ze základních problémů při využití této konfigurace v praxi je řízení, kdy při využití standardních postupů dochází mezi roboty k přetahování. V případě lidí se problém „přetahování“ projevuje například při stěhování těžkých věcí, kdy pomalá a nedokonalá komunikace mezi účastníky způsobuje, že jejich akční zásahy oscilují, až se dostanou do saturace, což je v případě lidí stejně nebezpečné jako v případě řízených strojů.

Pro řízení této mechanické struktury jsou k dispozici dlouhodobě vyví-

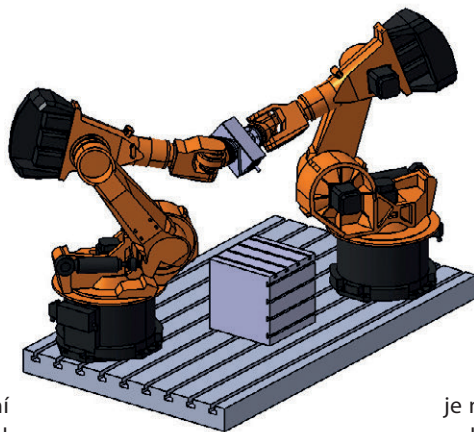
jené a ověřované algoritmy pro ovládání bez „přetahování“. Pomocí speciálních algoritmů lze tomuto chování nejen předejít, ale dokonce ho i úplně eliminovat, všechny akční jednotky pak optimálně a synchronizovaně spolupracují na řešení úlohy, a to i v případě, že řízených stupňů volnosti je n a akčních zásahů m , kdy $m > n$.

Podstata vzniku „přetahování“ je v rozdílu mezi kinematickým modelem stroje užívaném pro plánování jeho pohybu a jeho skutečnou fyzickou podobou. Určení tohoto rozdílu je možné jen v případě redundantních měření. Tradiční neredundantně odměřované stroje sice také mají rozdíl mezi modelem a realitou, ale nikdy jej nemohou zjistit neredundantním odměřováním.

Dalším významným problémem je nedostatečná absolutní přesnost robota při řízení v kartézských souřadni-



- [1] Robotická obráběcí buňka se spojenými roboty
- [2] Dodatečné odměřování druhé osy (prvního robota)
- [3] Frézování zkušební vzorku



cích. Ta je zapříčiněna tím, že řízení pohybu robota je odvozeno z nominálního modelu robota uloženého v řídicí jednotce. Tento model obsahuje parametry na základě přesných konstrukčních dat. Skutečný robot se vždy od konstrukčních rozměrů více či méně liší a tyto odchylky způsobují nepřesnost absolutního polohování. Tyto nepřesnosti zahrnují konstrukční odchylky, nedokonalou kolmost jednotlivých rotačních os, chyby v převodovkách, nulových referencích pohonů a v dalších parametrech. V rámci tvorby kinematického kalibračního modelu je možné tyto odchylky do modelu zanést a následně pomocí kalibračního měření identifikovat.

V rámci projektu byla realizována zkušební robotizovaná buňka se dvěma roboty a společnou obráběcí hlavici. K této hlavici, nesoucí obráběcí vřeteno,

Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky Fakulty strojíny ČVUT se v posledních patnácti letech intenzivně věnuje problémům spojeným s návrhem a řízením paralelních kinematických (robotických) struktur s nadbytečnými pohony.

je možné z každé strany upnout jednoho z robotů. Spojením dvou robotů tak vzniká jeden redundantně poháněný mechanismus (6 stupňů volnosti hlavy + 2 roboty = 12 pohonů).

Významným realizačním problémem byla nedostupnost otevřeného průmyslového řídicího systému pro roboty. Původní řízení KUKA VKRC1 bylo proto nahrazeno vlastním CNC řízením implementovaným na ethercatové platformě Beckhoff Twincat. Za účelem dodatečného zvýšení tuhosti robotů s využitím mechatronických principů byly oba roboty navíc vybaveny přímým odměřováním v každé z pohybových os.

Kvalita obrábění je předurčena mnoha faktory, z nichž tuhost a přesnost stroje patří k těm nevýznamnějším. Zvyšování těchto parametrů má okamžitý pozitivní vliv na kvalitu obráběného povrchu. Statické zátěžové experimenty ukázaly, že výsledná tuhost jednoho robota v koncovém bodě se pohybuje řádově na úrovni 0,5N/μm, což prakticky znemožňuje praktické využití robotů pro frézování náročnějších materiálů. Měření ukázala, že prostým spojením robotů, a tím de facto vytvořením rámové konstrukce, se statická tuhost navýší faktorem 3,5 ve směru působící síly. Je-li použita navíc kompenzace deformací na základě modelu od přídavných odměřování, je možné tuto hodnotu ještě dodatečně navýšit.

Úspěšná realizace takto koncipovaného robotického obráběcího centra prakticky umožní rozšíření použitelnosti standardních průmyslových robotů i do aplikačních oblastí, v nichž byly až donedávna pro svoji nedostatečnou tuhost a přesnost částečně nebo i zcela diskvalifikovány.

Výstupem projektu je high-tech řešení s vysokou přidanou hodnotou, které zvyšuje nejen konkurenceschopnost České republiky se zbytkem světa, ale zároveň i prestiž ČVUT jako univerzity s významným podílem smysluplného a pokročilého aplikovaného výzkumu.

autoři: Michael Valášek
a Martin Nečas
ilustrace: archiv pracoviště



Zvyšování životnosti lisovacích nástrojů

Skvělý výsledek má spolupráce výzkumníků Ústavu technologie obrábění, projektování a metrologie Fakulty strojní ČVUT a společnosti P-D Refractories CZ. Nový, společně vyvinutý, lisovací nástroj výrazně přispěl k úspěchu na zahraničních trzích. Aplikace výsledků projektu vedla k vysoké kvalitě tvarovek a konkurenční ceně, díky čemuž firma získala jednu z největších celosvětových zakázek na trhu s žárovýbky, a to dodávku koksárenských baterií pro japonskou společnost Nipon Steel v hodnotě téměř 20 mil. eur.

Pro realizaci této zakázky jsou přímo využity výsledky spojené s prototypem lisovacího nástroje, jenž vznikl v rámci projektu TAČR TA02011367 „Výzkum zvyšování životnosti materiálů nástrojů pro lisování žárovzdorných, vysoce abrazivních materiálů“. Na projektu se jako hlavní účastník podílela společnost P-D Refractories CZ a jako výzkumný partner Fakulta strojní ČVUT, která do řešení projektu aktivně zapojila i studenty doktorského a magisterského studia.

Výsledkem celého projektu je prototyp lisovacího nástroje, který je složen ze dvou samostatných prototypů tvořících jeden celek. Prvním prototypem je optimální konstrukční uspořádání nového typu lisovací formy a druhým je optimální materiálové složení lisovací formy a ochranného povlaku. Jeden výsledek bez druhého je pro aplikaci lisovacích nástrojů nevyužitelný.

Díky systematickému a komplexnímu řešení dílčích úkolů bylo vyvinuto takové materiálové a konstrukční uspořádání lisovacího nástroje opatřeného odolnou vrstvou, které zajišťuje životnost 250 000 odlisovaných tvarovek. Lze tedy konstatovat, že životnost takto navrženého lisovacího nástroje se oproti běžnému lisovacímu nástroji zvýšila více než padesátinásobně. Tento výsledek projektu byl téměř okamžitě zaveden do výroby lisovacích nástrojů. Hlavním přínosem bylo pro společnost výrazné snížení výroby neshodných dílů až na hranici 1 % (dříve cca 10 %), možnost lisovat větší série tvarovek, snížení počtu vynucených odstávek lisu a možnost zachovat si vlastní know-how.

Jak vše začalo...

Tým Ústavu technologie obrábění, projektování a metrologie Fakulty strojní ČVUT se řešením tohoto pro-

jektu zabýval v letech 2012 až 2014. Vývoj konstrukce inovovaného lisovacího nástroje a vývoj nového povrchového zpracování dílů lisovacího nástroje náročného na opotřebení při lisování žárovzdorných materiálů byl ve společnosti P-D Refractories CZ vývojovým úkolem s nejvyšší prioritou. Problematika životnosti lisovacích nástrojů hraje nejen pro společnost P-D Refractories CZ, ale i pro všechny světové výrobce působící na trhu s lisovanými žáromateriály klíčovou roli v uchování a zvyšování kvality a konkurenceschopnosti jejich výrobků. Výrobci těchto materiálů jsou za současné situace na světových trzích nuceni hledat úspory zejména z důvodů značné konkurence ze zemí s nižšími náklady na práci. Jednou z cest k udržení konkurenceschopnosti je zavádění inovací do výroby, které snižují její energetickou náročnost, omezují opravy a odstávky výrobních zařízení a ve svém efektu vedou ke snížení výrobních nákladů za současného zvýšení kvality výrobků. Problematika

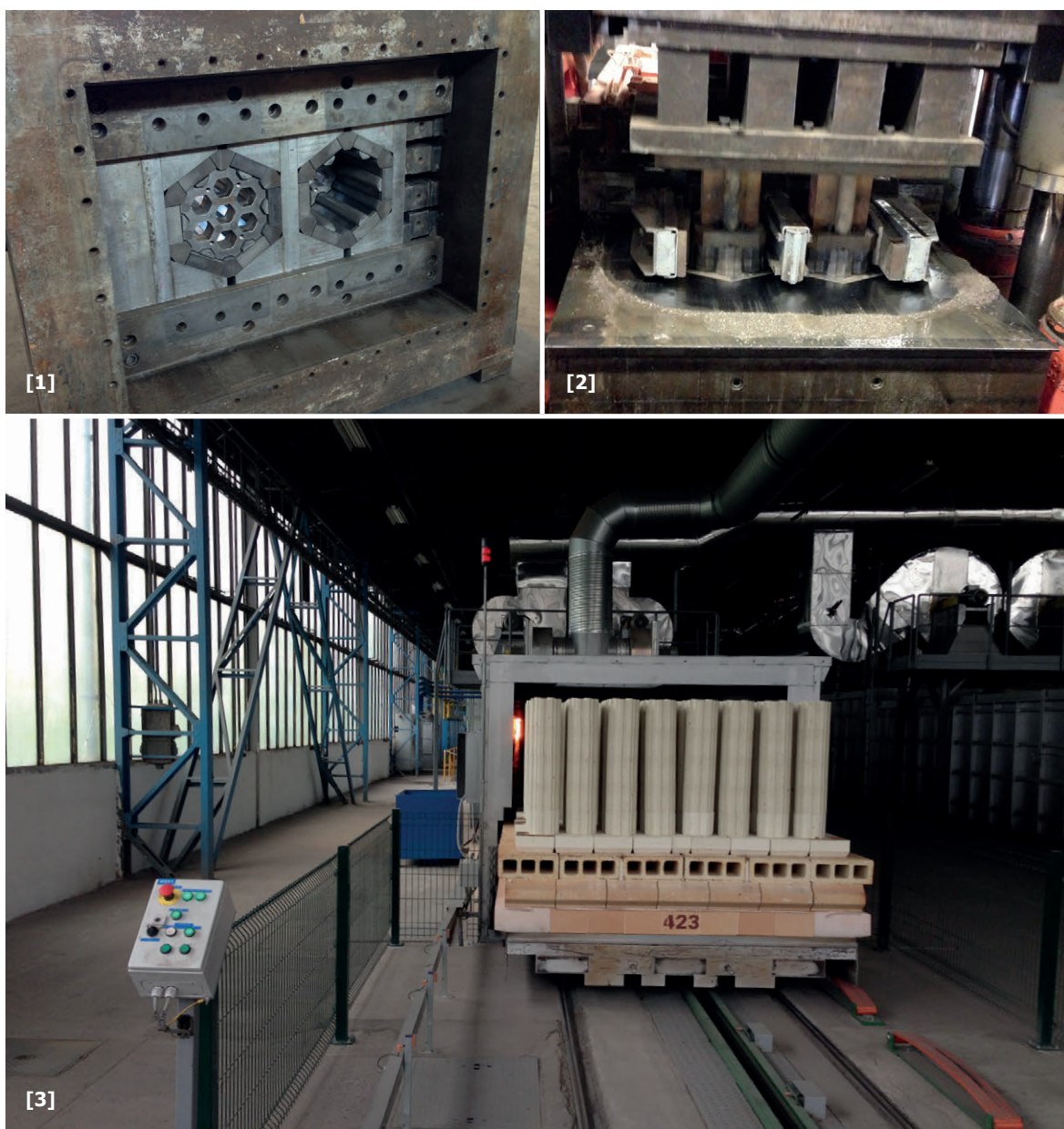
Výsledek projektu byl téměř okamžitě zaveden do výroby lisovacích nástrojů. Hlavním přínosem bylo pro společnost výrazné snížení výroby neshodných dílů až na hranici 1 % (dříve cca 10 %), možnost lisovat větší série tvarovek, snížení počtu vynucených odstávek lisu a možnost zachovat si vlastní know-how.

řešená v projektu představuje pro P-D Refractories CZ a.s. klíčovou oblast výroby se značnými možnostmi úspor. Díky přístupu firmy ke světovým trhům a schopnosti jej efektivně využít vede ke značnému zlepšení exportních schopností podniku (firma exportuje cca 70 % své výroby). Hlavním cílem výzkumu a vývoje nového typu forem používaných ve výrobě žárovzdorných a vysoce abrazivních kamenů bylo zvýšení abrazivní odolnosti forem vedoucí k až řádově vyšší životnosti. Projekt spočíval ve vývoji konstrukce formy a vývoji nového povrchového zpracování dílů formy náročných na opotřebení při lisování žárovzdorných materiálů.

Před začátkem realizace společného projektu se ve společnosti P-D Refractories CZ pro výrobu lisovacích nástrojů používaly vysokolegované nástrojové oceli odolné proti opotřebení, kalené ve vakuu. Kvůli relativně nízké životnosti dílců vyrobených z těchto materiálů na úrovni 5000 odlisovaných tvarovek bylo nutné provádět renovaci velmi často. Hlavním problémem je opotřebení činné plochy lisovacích nástrojů, které je dané kombinací používaných abrazivních materiálů na bázi korundu a křemíku spolu s vysokými lisovacími tlaky u hranice 100 MPa. Toto opotřebení má velký vliv na rozměrovou a povrchovou kvalitu lisovaných výrobků. Při opotřebení funkční plochy až na přípustnou mez je nutná oprava nástroje, která vyžaduje nutnou renovaci nebo výrobu nového dílu, což je ekonomicky velice nákladné.

Metodika testování

Hlavními požadavky, které byly kladeny na ČVUT při vývoji nového zařízení, byla zejména možnost simulovat extrémní podmínky lisování při zacho-



[1] Funkční prototyp lisovacího nástroje
[2] Lisování tvarovek pro ohříváče větrů
[3] Tvarovky po výpalu

vání ekonomické efektivity provozních zkoušek. Konstruktivní řešení experimentálního zařízení bylo navrženo dle požadavků skutečného lisování žárovzdorných materiálů na hydraulických lisech společnosti P-D Refractories CZ, kde běžně lisování probíhá se jmenovitou silou 1000 tun a lisovacím tlakem až 100 MPa ve vertikální poloze. Ve spolupráci s ČVUT bylo vyvinuto experimentální zařízení, které disponuje jmenovitým tlakem 100 MPa. Konstruktivní řešení umožňuje rychlé a efektivní zkoušky odolnosti materiálů, kde v experimentálním zařízení je použit zmenšený model lisovacího nástroje, opatřený funkční vrstvou. Jako abrazivo je používána běžná směs pro lisování žáro-

vzdorných materiálů na bázi Al_2O_3 a SiO_2 . Celé experimentální zařízení je předmětem patentové ochrany ČVUT a P-D Refractories CZ.

Vybrána tvarově složitá cihla určená pro ohříváče větrů

Souběžně s vývojem vlastní metody testování životnosti materiálů probíhal výzkum a vývoj funkčních vrstev, kde byla klíčovým sledovaným parametrem odolnost proti opotřebení na funkčních dílech experimentálního lisovacího zařízení. Při řešení tohoto projektu spolupracovalo ČVUT s více než padesátkou českých a zahraničních dodavatelů firem z oblasti práškové metalurgie, navařování odolných vrstev, ten-

kých CVD/PVD vrstev, žárových nástřiků, ale i speciálních chemicko-tepelných úprav povrchu ocelí. Do současné doby bylo podrobena abrazivním testům více jak 150 různých materiálů s předpokladem vysoké odolnosti.

Na základě zkušeností specialistů z ČVUT a možností aplikací odolných povrchů byla jako vhodný představitel vybrána tvarově složitá cihla určená pro ohříváče větrů. Na výsledném konstruktivním řešení formy se podílela řada konstruktérů jak ze strany společnosti P-D Refractories CZ, tak ze strany ČVUT v Praze.

autor: Jiří Kyncl
ilustrace: archiv pracoviště

Virtuální Cenelín /

Projekt spojuje studenty s odborníky z průmyslu

Snaha seznámit studenty naučným způsobem se základními komponenty jaderných elektráren stála u zrodu projektu Cenelín. Myšlenka vytvoření úzké spolupráce mezi studenty, akademickou sférou a odborníky z průmyslu se rychle ujala: ke konci roku 2015 by se měla uskutečnit první opravdová virtuální prohlídka studentskou jadernou elektrárnou.

Hlavní motivací pro vytvoření projektu byla snaha o popularizaci jaderné energetiky a průmyslu mezi širokou veřejností, rozvoj jaderných oborů v rámci českých škol a prohlubování spolupráce mezi jadernou obcí. Název Cenelín je spojení jmen CENEN (Czech Nuclear Education Network) a JE Temelín. Součástí projektu je i vytvoření rozsáhlé knihovny 3D modelů, které slouží pro atraktivnější a názornější výuku. Současně se také připravují stejnojmenné studentské konference, na kterých mají studenti možnost prezentovat svoji práci a seznámit se s partnery z průmyslu. Od roku 2013, kdy se projekt zrodil, byly pořádány již dva ročníky této konference. Od skromných začátku, kdy do projektu byla zapojena jen Fakulta strojní ČVUT v Praze a VUT v Brně, se postupem času do projektu zapojovala i ZČU a SPŠ-SOU Prostějov. Rodící se 3D databáze čítá již několik desítek modelů, především komponent primárního okruhu jaderné elektrárny typu VVER 1000/320, který se nachází v srdci JE Temelín.

Využití 3D tisku

Jednou z doplňkových aktivit projektu Cenelín je tvorba reálných modelů pomocí 3D tisku. Díky této technologii mají studenti možnost zhmotnit několikahodinovou práci před obrazovkami počítače v model, byť značně zmenšený oproti skutečnosti.

Mimo jednoduchých modelů, které sloužily převážně k získání zkušeností, byly zatím vytištěny tři velké modely jaderných reaktorů typu VVER 1000, VVER 440 a KS 150. Na základě předchozích zkušeností bylo zvoleno měřítko modelů 1:50, což umožňuje zachovat dostatečnou hloubku detailů a zároveň jsou modely ještě rozumně velké z hlediska výroby. V dohledné době je plánováno vytvořit k modelu reaktoru VVER 1000 další komponenty primárního okruhu (hlavní cirkulační čerpadla, parogenerátory atd.) a sestavit tak model celé primární části VVER 1000. Dále je plánováno vytvoření modelů generelu elektráren Dukovany a Temelín, které budou použity ve výuce.

On-line prezentace i virtuální prohlídky

V rámci projektu Cenelín se také dlouho hledala cesta, jak výsledky práce studentů prezentovat ve snadno dostupné formě. Stále populárnějšími se stávaly možnosti 3D prezentace samotných modelů, jak těch vyrobených na 3D tiskárně, tak i virtuálních. Tyto 3D prezentace se v současné době vydávají dvěma směry. První z nich je možnost on-line prohlížení modelů prostřednictvím open-sourcového nástroje Blend4Web, který je, coby doplněk pro populární modelovací software Blender, schopen exportovat modely přímo do formátu html. Komponenty je však

nutné před samotným převodem podstatně zjednodušit, tj. snížit počet polygonů. Detailní modely exportované z parametrického modelovacího softwaru jsou totiž svojí komplexností a datovým objemem nad možnostmi rychlého vykreslování ve webovém prohlížeči. Zvolený software má pro projekt několik zásadních výhod. V první řadě je zdarma a jeho použití není pro potřeby projektu nijak omezující. K samotnému prohlížení modelů pak není zapotřebí žádného specializovaného softwaru nebo pluginů. Postačí jakýkoliv webový prohlížeč s podporou WebGL. Tím se on-line prezentace stává výborným prostředkem pro ztraktivnější výuku a propagaci studentského projektu.

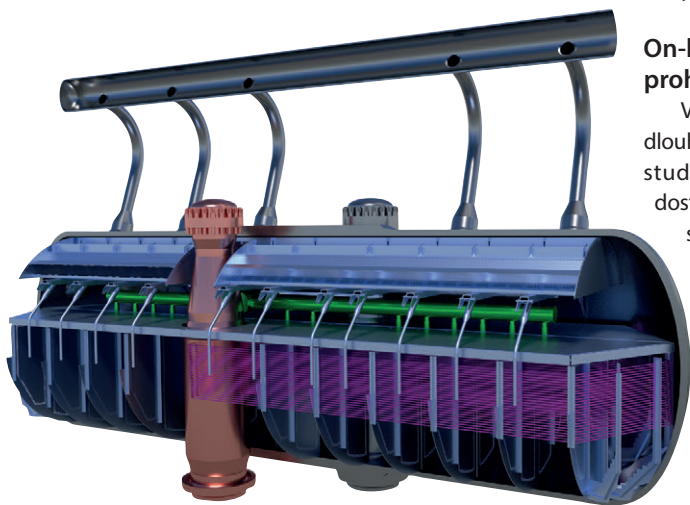
Další zajímavou aktivitou, která se v posledních měsících rodí s postupující tvorbou 3D on-line galerie, je vznikající virtuální prohlídka elektrárny. K tomu slouží zmíněný modelovací software Blender, který obsahuje navíc zabudo-

Ve virtuálním světě tak bude moci návštěvník spatřit části elektrárny, kam se za normálních okolností nepodívá, a to zcela bez omezení.

vaný vlastní herní engine BGE (Blender Game Engine). S jeho pomocí lze snadno vytvořit mechanismy pro takřka libovolný herní žánr a výsledný produkt šířit bez omezení na jakékoli platformy. Jelikož se pro on-line prezentace využívá stejného softwaru, jsou už jednou upravené modely téměř beze změn využitelné i v připravovaných scénách. V tomto virtuálním světě tak bude moci návštěvník spatřit části elektrárny, kam se za normálních okolností nepodívá, a to zcela bez omezení. Navíc je možné na různá místa ve scéně umisťovat například vysvětlivky. K první opravdové virtuální prohlídce povede ale ještě dlouhá cesta. První omezená testovací verze by mohla být dostupná na stránkách projektu ke konci roku 2015. Držme studentům Fakulty strojní ČVUT v Praze palce!

autor: Jan Štěpánek

> Více na <http://www.cenelin.org>



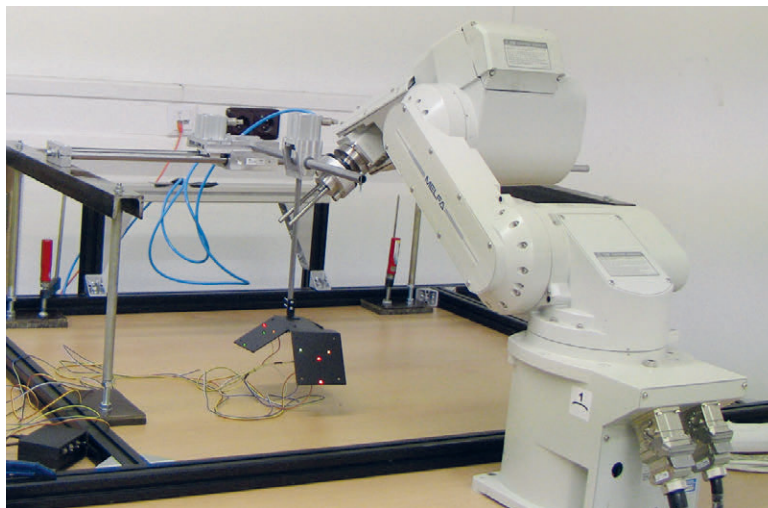
Parogenerátor PGV 1000

prof. Ing. MICHAEL VALÁŠEK, DrSc.
michael.valasek@fs.cvut.cz

Just in time! /

Robotické nastavení přísavek na rámech pro lisování karosérií

Jednoduché požadavky z praxe bývají nejobtížnější ke splnění. Takovým zadáním byla potřeba snadného, rychlého, nenáročného a levného způsobu přestavování polohy držáků s přísavkami na manipulačních rámech. Tímto úkolem jsme se zabývali na Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky Fakulty strojní ČVUT v Praze. Výsledkem je unikátní řešení, jehož návrh je nyní uplatňován formou patentu.



Demonstrace konceptu průmyslovým robotem

Výrobní linky v automobilkách obsahují pracoviště, kde průmyslové roboty pracují s manipulačními rámy, na nichž jsou přísavkami připevněny nejdříve rovné pláty plechu. Takový plát plechu je vložen do lisu a po vylisování je pomocí téhož rámu s přísavkami vylisovaná část karosérie z lisu vyjmuta. Protože dnešní výroba pracuje s principy just in time, které minimalizují sklad mezivýrobních, vzniká zde požadavek přestavování přísavek na těchto manipulačních rámech podle změny výroby. V dnešní době se takové přestavování odehrává skladováním těchto manipulačních rámu ve skladech.

Přímočaré řešení nebylo možné

Princip snadného, rychlého, nenáročného, levného způsobu přestavování polohy držáků s přísavkami na manipulačních rámech by uspořil mnoho rámu, skladovacích prostor a času. Jenže to nebylo na začátku tak jednoduché.

Přímočaré řešení, kdy každá přísavka má aspoň tři pohony a tři čidla, je nepřijatelné, a to jak složitostí a hmotností, tak i náklady. Řešení nakonec spočívá v defaultovém upevnění mechanismů držáků přísavek svérným spojením, který se odblokuje připojením na zdroj energie, např. tlakový vzduch, a po odblokování v manipulaci robotem. V principu je možné buď rám, nebo přestavovaný držák umístit do přípravku. Ukazuje se, že postup s rámem v přípravku a držák přestavovaný robotem má dvě výhody:

jednak se manipuluje menšími hmotnostmi a jednak – a to především – nevzniká nebezpečí vzpříčení posuvu držáků, protože síla pro jejich přesun se může aplikovat blízko u posuvného vedení.

Jak to funguje...

Robot nejdříve umístí a upevní rám do přípravku. Tím se uvolní pro manipulaci s držáky přísavek. Pak postupně každý držák přísavky připojí na zdroj energie (tlakový vzduch), potom uchopí držák přísavky, aktivuje se zdroj energie, který odblokuje držák, robot přemístí držák do požadované polohy měřené polohováním robota vůči rámu v přípravku, je deaktivován zdroj energie, čímž se zablokuje držák v nastavené žádané poloze a zdroj energie je od držáku odpojen. Toto se provede pro všechny držáky na rámu. Rám je uchopen robotem, uvolněn z přípravku a může být opět použit ve výrobní lince. Tento postup byl experimentálně ověřován.

Dvojitý užitek uhlíkatých kompozitů

Dalším problémem je vlastní frekvence rámu, která rozhoduje o dosažitelné rychlosti manipulace robotů a rychlosti výroby lisovaných dílů. Zde je žádoucí užít lehkých tuhých materiálů. Navíc občas dochází k chybě a koncový efektor robota s rámem s přísavkami je slisován v lisu. Problém není rozbitý rám a kus robota, ale možné poškození

zápustky pro lisování. Proto je často požadováno, aby rám s přísavkami a koncový efektor robota ideálně neobsahovaly žádné komponenty z kovů. Ukazuje se, že oba poslední požadavky lze spojit, protože užití uhlíkatých kompozitů je prakticky řeší společně.

Patentové přihlášky

Tuhost držáků a tedy vlastní frekvence rámu s přísavkami lze zvýšit užitím paralelních kinematických struktur pro držáky místo obvyklých sériových. To je další klíčový bod podané patentové přihlášky.

Daná problematika byla opakovaně předmětem různých mezinárodních patentových přihlášek. Po nejednoduchém zkoumání se však ukázalo, že postup nastavování držáků přísavek na rámu metodou přípravku na rám zabraňující nebezpečí vzpříčení a užití paralelních kinematických struktur pro držáky místo obvyklých sériových je zcela původní řešení přinášející čistý patent.

Možnost patentovat nové řešení je pro následné průmyslové aplikace klíčová, protože průmyslový partner může do řešení investovat bez obavy, že po uvedení na trh jeho investice bude znehodnocena nabídkou identického principu řešení jiným výrobcem. Tato ochrana investic a duševního vlastnictví je základním smyslem patentů.

autor: Michael Valášek

foto: archiv pracoviště

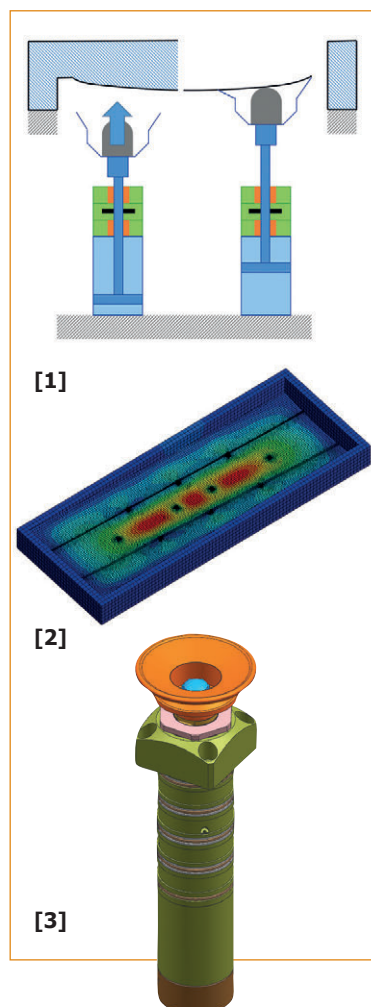
INTEFIX / Inteligentní upínání obrobků

Zvyšovat výkonnost obráběcího procesu pomocí inteligentních upínacích systémů umožňujících lepší monitoring, řízení a adaptaci s cílem dosáhnout výsledků, které odpovídají vyšším požadavkům na přesnost a kvalitu. Takové cíle má INTEFIX – projekt 7. rámcového programu EU, do kterého se úspěšně zapojil Ústav výrobních strojů a zařízení Fakulty strojní ČVUT v Praze.

Hlavním výstupem projektu INTEFIX bude integrace nových a pokročilých technologií (snímačů, hltičů, algoritmů řízení, nástrojů simulace atd.) aplikovaných na upínací systémy obrobků tak, aby došlo k vývoji inteligentních a modulárních upínacích přípravků schopných modifikovat chování a vzájemné působení procesu a systémů v obráběcích operacích za současného snížení doby obrábění, nákladů na obrábění a zlepšení výkonnosti. Navržené inteligentní modulární upínací přípravky jsou krokem k chytré výrobě, která pro současný stav techniky výrobních systémů a zařízení nabízí nové prvky automatizace, flexibility, univerzálnosti, ekonomičnosti a přesnosti.

Projekt INTEFIX se skládá z několika základních pracovních témat, která jsou zaměřena na užší oblast řešení, jako například stabilita řezného procesu, upínání dílců se specifickými požadavky, vývoj hardwarových a softwarových řešení pro uvedené oblasti a další. Celkově se projektu v současné době účastní přibližně dvě desítky partnerů. Na straně ČVUT je pozornost primárně zaměřena na frézovací obráběcí stroje střední a větší velikosti. Přímo do témat řešených na tomto pracovišti jsou zapojeni dva průmysloví výrobci. Strojírna Tyc zastupuje oblast výrobců frézovacích obráběcích strojů a předkládá klíčové úkoly k řešení z oblasti technologie upínání obrobků. Firma Roemheld GmbH je tradičním německým výrobcem upínacích systémů a do projektu je zapojena ve dvou úrovních – jako navrhovatel konvenčních řešení technologických úloh upínání obrobku, a také jako oponent a implementátor nových řešení. V rámci jednoho z pracovních témat bylo jako základní úkol stanoveno dosažení produktivního a stabilního obrábění velkých tenkých dílců. Poměr charakteris-

tických rozměrů a finální tloušťky stěny je řádově 500 : 1. Typické dílce odpovídající uvedenému poměru jsou z oblasti leteckého průmyslu. V rámci řešení byla navržena sada samostatně přestavitelných vakuových podpěr pracujících v automatickém režimu řízení. Tyto podpěry mají za úkol během obrábění vyztužit tenké stěny dílce, čímž přímo přispívají k produktivitě a jakosti výroby. V rámci simulačních analýz byly zároveň sestaveny nomogramy pro vhodné rozvržení polohy, počtu a velikosti podpěr pro požadovaný typ, tloušťku a tvarovou odchylku materiálu.



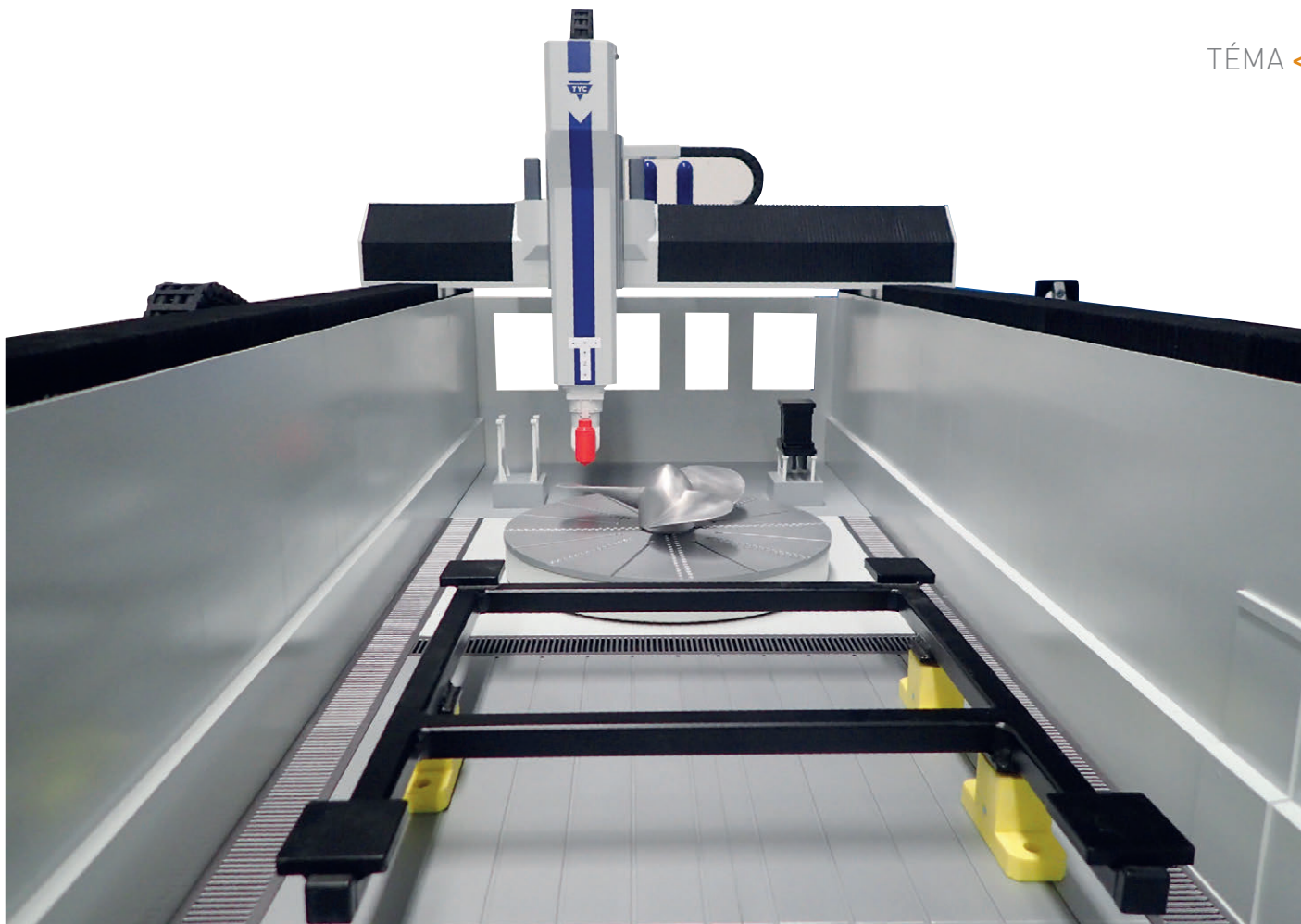
Přínos: maximálně možná automatizace procesu

Dalším z řešených témat je problematika ustavení a vyrovnání obrobku v prostoru obráběcího stroje. Jedná se o úlohu automatického vyrovnání obrobků, převážně odlitků a svařenců v pracovním prostoru stroje. V návrhu řešení je využito zkušeností z předchozího projektu MPO TIP „Inprocesní měření“, řešeného ve spolupráci ústavu s výrobcem obráběcích strojů TOS Varnsdorf. Výstupem je komplexní systém automatických vyrovnávacích patek s integrovaným servomechanismem, přímým odměřováním polohy, hydraulickou aretací a centrálním systémem řízení. V dosavadní běžné praxi představuje ustavování obrobku časově náročný postup sestávající z kontroly požadovaných přídavek a ustavení do prostoru obráběcího stroje za pomoci manuálního seřízení stavěcích patek v součinnosti s opakovaným měřením. Přínos nově navrženého řešení spočívá v maximálně možné automatizaci procesu.

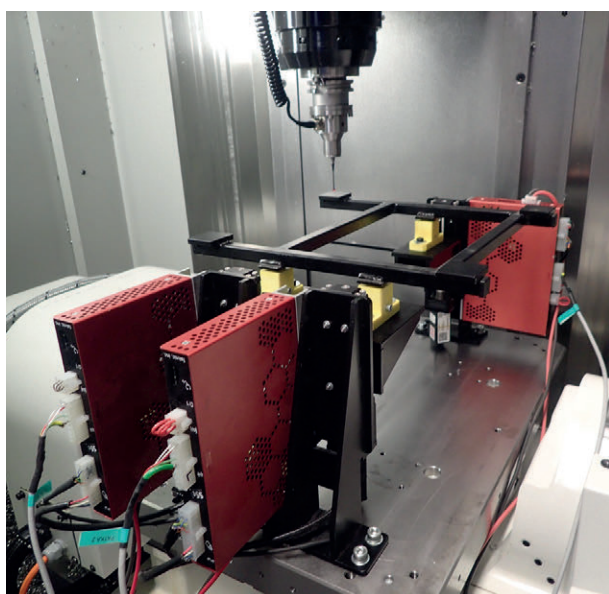
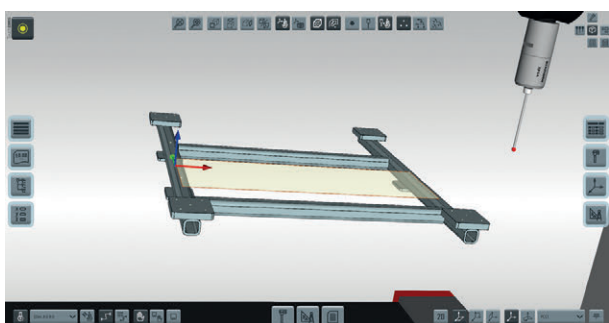
Pro testy byl navržen vzorový svařenec, na kterém je možné simulovat kompletní škálu z pohledu přídavek kritických situací. Pro účely konstrukčního návrhu automatické vyrovnávací jednotky byly stanoveny základní parametry: únosnost, standardní velikosti přídavek a požadovaný zdvih. Verifikace softwaru probíhala v laboratorních podmínkách, kde zároveň vznikla zmenšená varianta rámu a systému vyrovnání.

Systém je navržen především pro potřeby vyrovnání obrobků vertikálních frézovacích center, zahrnuje úhlové vyrovnání okolo dvou navzájem kolmých os ležících v horizontální rovině. Natočení okolo svislé osy je v případě uvedených strojů možné řešit přímo na řídicím systému prostřednictvím úhlové transformace souřadného systému. Jako hlavní kritéria finální konstrukce byly stanoveny parametry maximálního zatížení patky 5 kN, zdvihu 50 mm, aretace zdvižné desky prostřednictvím axiálních hydraulických brzd vodicích tyčí, spolu s minimálními rozměry a požadavkem na spojitě řízení polohy. S uvedenými parametry vznikla finální varianta zdvižné jednotky, která má kromě účelu vyrovnání obrobků

Na obr. [1] je patrný schématický návrh nezávislé vakuové podpěry a její technologický význam z pohledu finálního obrobku. Obr. [2] prezentuje simulační analýzu vlivu počtu, velikosti a rozložení podpůrných jednotek s parametrickou sítí rozmístění. Na obr. [3] je finální varianta produktu, která je výsledkem vzájemné spolupráce Ústavu výrobních strojů a zařízení FS ČVUT a firmy Roemheld GmbH.



Případová studie byla provedena na modelu stroje Strojírny Tyc a bude součástí expozice prezentované na MSV 2015 v Brně.



Měření a vyrovnání zmenšeného obrobku na reálném stroji

**Navržené
inteligentní
modulární upínací
přípravky jsou
krokem k chytré
výrobě, která pro
současný stav
techniky výrobních
systémů a zařízení
nabízí nové prvky
automatizace,
flexibility,
univerzálnosti,
ekonomičnosti
a přesnosti.**

135 Ústav
výrobních strojů
a zařízení

širší uplatnění. Jako příklad uvedme možnost definované predeformace obrobku v průběhu obrábění: daná část je upnuta plovoucí čelistí, která je umístěna na automaticky přestavitelné patce. Po upnutí může dojít k přestavení reálné polohy a tím k požadované predeformaci obrobku. Případová studie byla provedena na modelu stroje Strojírny Tyc a bude součástí expozice prezentované na Mezinárodním strojírenském veletrhu 2015 v Brně.

Zvýšit produktivitu, jakost a technologické možnosti

Skupina řešitelů z Ústavu výrobních strojů a zařízení Fakulty strojní ČVUT pracuje na metodách a principech, jejichž cílem je zvýšit produktivitu, jakost a technologické možnosti v oblasti výrobních strojů a zařízení. Významně se zaměřuje na spolupráci s výzkumnými a průmyslovými partnery nejen v domácím prostředí, ale i v mezinárodním měřítku. Prestižními příležitostmi mezinárodní spolupráce ve velkých konsorciích řešitelů jsou právě projekty rámcových programů EU, které přinášejí jedinečné možnosti řešení rozsáhlých témat, motivovaných v první řadě požadavky průmyslu.

autor: Jan Koubek
foto: archiv pracoviště

Válcová brzda MAHA /

Nejnovější technologie ve výuce i výzkumu

V roce 2014 vyhlásila firma MAHA soutěž o nejstarší dosud používanou vozovou brzdou. Z celého světa se sešla dokumentace na více než 500 provedení. Tuto „muzeální soutěž“ nakonec vyhrálo ČVUT v Praze, Fakulta strojní, se svojí vozovou brzdou, která vznikala v letech 1964 až 1969. Hlavní cenou soutěže byla nová vozová brzda společnosti MAHA pro zkoušky vozidel 4x4.

Duchovním otcem původní vozové brzy byl docent Kostecký, který navrhl jednorázovou zástavbu s průměrem válců 1,2 m. Mezi válci a setrvačnou hmotou byla umístěna upravená převodovka z nákladního vozu Tatra. Generátorem, který představoval jízdní odpor na kolech, byl dynamometr od společnosti MEZ Vsetín. Všechny díly byly vyrobeny v tehdejší Československu. Skoro půlstoletí sloužila vozová brzda pro výuku budoucích inženýrů.

Nová vozová brzda společnosti MAHA pro zkoušky vozidel 4x4 – cena pro vítěze firemní soutěže – tak posílila přístrojové zázemí fakulty. Na začátku roku došlo k montáži nové válcové brzdě MAHA MSR 500 do laboratoří Ústavu automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel Fakulty strojní na Julisce.

Skvělé inženýrské dílo docenta Kosteckého, které tuto hlavní cenu zajistilo, se přesunulo do muzea válcových brzd firmy MAHA v německém Haldenwegu.

Výzkum v moderních laboratořích

Studenti tak mají možnost seznámit se s nejnovější technologií měření výkonu vozidel. Ostatní zájemci mohou rovněž využít kapacit nové brzdě, která má (podobně jako brzda původní) jednorázovou koncepci pohonu náprav. Zatížení na nápravu nesmí přesáhnout 2 500 kg, dosažitelná rychlost vozidla je 300 km/h. Maximální rychlost sledované (nepoháněné) nápravy je přibližně 200 km/h. Pro automobily s pohonem obou náprav je zařízení vybaveno systémem posuvu zadních válců v rozsahu

Výfukové emise nejen tradičních, ale i legislativou neregulovaných sloučenin jsou měřeny také během reálného provozu vozidla na silnici.

rozvoru 2 200 až 3 200 mm. Největší trakční síla dosažitelná na válcích průměru 504 mm je na každé dvojici válců rovna 7 000 N.

Z hlediska výuky a případně i dalšího využití to však není vše, co může Ústav automobilů nabídnout. Díky možnosti významných investic v posledních letech došlo ke vzniku Centra vozidel udržitelné mobility, které disponuje moderními laboratořemi v Roztokách u Prahy.

Mezi hlavní činnosti centra patří výzkum nových řešení a optimalizací koncepcí pístových motorů pro vozidla i energetiku, hnacích agregátů automobilů včetně elektrických a hybridních a jejich integrované řízení s ohledem na účinnost, šetrnost k životnímu prostředí, užitnou hodnotu z hlediska mobility. Prostory VTP Roztoky, ve kterých Centrum vozidel udržitelné mobility sídlí, jsou vybaveny laboratořemi pro zkoušky pohonných jednotek včetně jejich příslušenství, převodových ústrojí a vozidel jako celku. Pro simulační aktivity je využíváno výkonného výpočetního serveru.

Projekt BIOTOX zkoumá uhlíkaté nanočástice

Příkladem velice zajímavé oblasti výzkumu je spalování pokročilých paliv a hodnocení dopadů nových motorových paliv a technologií spalovacích motorů a zařízení pro úpravu výfukových plynů na emise, kvalitu ovzduší, a lidské zdraví.

Spalovací motory produkují uhlíkaté nanočástice, na něž jsou navázány rakovinotvorné látky. Tyto nanočástice každoročně zabíjejí stovky tisíc lidí v Evropě, což je řádově desetkrát více než při dopravních nehodách. Kromě měření jednotlivých standardních složek spalin během laboratorních zkoušek jsou měřena velikostní spektra částic a koncentrace nanočástic. Vzorky částic jsou podrobeny chemickým analýzám

a ve spolupráci s Ústavem experimentální medicíny Akademie věd ČR také toxikologickým testům. Například v rámci projektu BIOTOX se zjišťuje, jaký vliv mají nová paliva – etanol a butanol pro benzinové motory a bionafta a syntetická nafta z biomasy pro naftové motory, na poškození DNA působením látek navázaných na částice ve výfukových plynech. Výfukové emise tradičních i legislativou neregulovaných sloučenin jsou také měřeny během reálného provozu vozidla na silnici. Pro některá měření za provozu si výzkumný tým vyvíjí a staví vlastní specializovaná měřicí zařízení. Měřením se zjišťuje, že například popojíždění v koloně může ochlazovat redukční katalyzátory motorů nákladních automobilů, či že při velmi dynamické nebo velmi rychlé jízdě prudce narůstají emise oxidů dusíku a částic u mnohých osobních automobilů.

autoři: Gabriela Achtenová
a Vojtěch Klír
foto: archiv pracoviště



Mgr. JAROSLAV BIELČÍK, Ph.D.
jaroslav.bielcik@jfifi.cvut.cz

Detektor těžkých kvarků

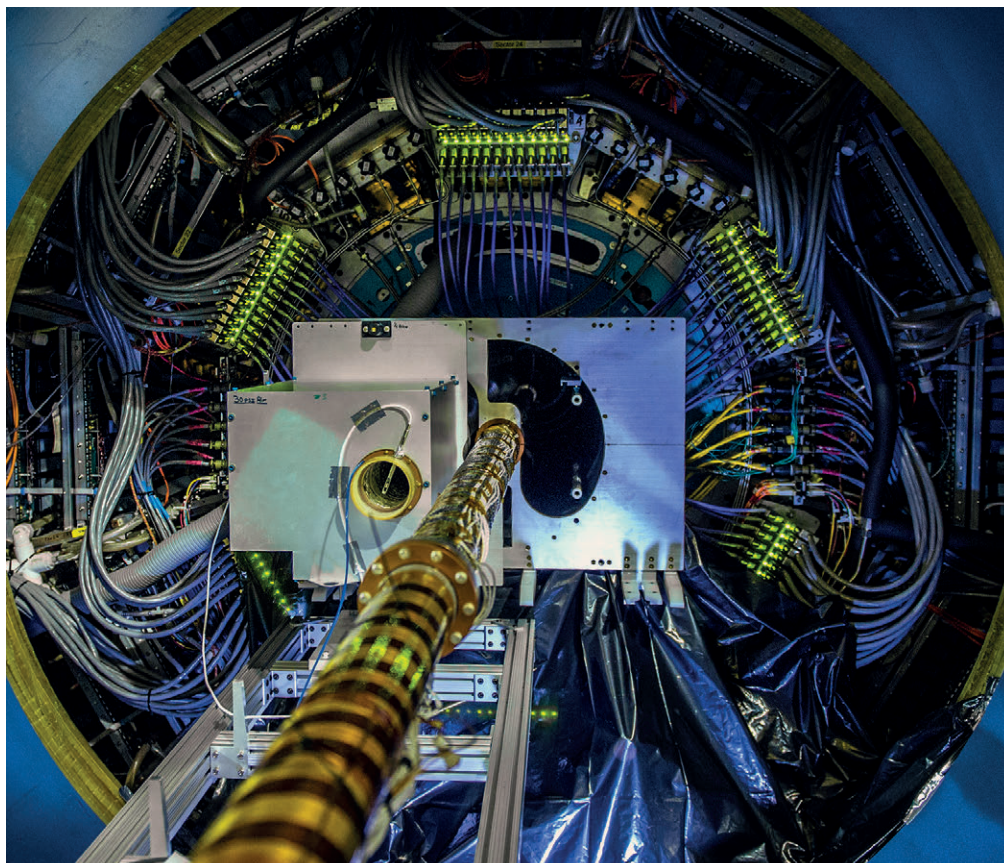
Srážky ultrarelativistických jader na urychlovači RHIC v Brookhavenské národní laboratoři v USA umožňují vytvořit podmínky, které panovaly ve vesmíru pouhých několik mikrosekund po Velkém třesku. Tým složený z vědeckých pracovníků, doktorandů a diplomantů Katedry fyziky Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT a Ústavu jaderné fyziky AV ČR v. v. i. se již od roku 2000 účastní experimentu STAR na RHIC.

Zásadním výsledkem dosavadního výzkumu byl objev nového skupenství jaderné hmoty – silně interagující ideální kvark-gluonové kapaliny (sQGP). Vysoká frekvence zaznamenávání jaderných srážek, až tisíckrát za vteřinu, umožňuje studium i velmi vzácných fyzikálních procesů. Konkrétně produkce částic obsahujících těžké kvarky c a b , nesoucí poetická jména půvabný („charm“ – c) a krásný („beauty“ – b).

Kvarky jsou základní stavební prvky hmoty. Svět kolem nás se skládá převážně z lehkých u a d kvarků. Těžké kvarky můžeme studovat pouze na urychlovačích. Studium jejich výtěžků umožní rozlišit, jak horká a hustá sQGP hmota interaguje s kvarky různých typů a pomůže tak pochopit termalizaci – jak a proč dosahuje hmota vznikající v jaderných srážkách na RHIC tak brzy tepelné rovnováhy. Podobně jako při házení oblázků různých velikostí do proudu vody s cílem zjistit, jakou rychlostí budou unášeny, chceme také pochopit, jak těžké kvarky ztrácejí při průchodu plazmatem svou energii.

V roce 2014 byl do provozu spuštěn nový detektor Heavy Flavor Tracker (HFT), který umožňuje určit, jak často vznikají právě částice obsahující těžké kvarky. Tyto částice se velmi rychle, za dobu kdy urazí vzdálenost odpovídající tloušťce lidského vlasu (něco kolem 100 mikronů), rozpadají na běžné lehké částice. Na návrhu, konstrukci a testování HFT detektoru se podíleli vědci, doktorandi a studenti z JFIFI ČVUT a ÚJF AV, kteří v rámci studentských prací rozvíjeli své inženýrské dovednosti při měření kalibračních parametrů detektoru a provádění detailních simulací odezvy detektoru.

První dvě vrstvy z celkových čtyř jsou tvořeny nejmodernějšími pixelovými detektory s křemíkovými pixely o rozměrech 20x20 mikronů. Jedná se o jeden z prvních detektorů založených na konceptu monolitických aktivních pixelových sensorů (MAPS), které jsou obrou-

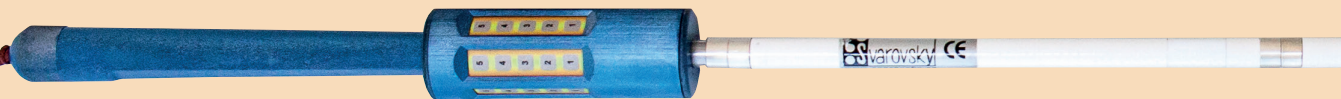


Účast českých týmů v experimentech STAR a ALICE je částečně financována z projektů Podpora zkvalitnění týmů výzkumu a vývoje a rozvoj intersektorální mobility na ČVUT v Praze a Dlouhodobé zajištění vysoce kvalitního výzkumu v oblasti studia extrémních stavů jaderné hmoty podpořeného EU z operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost a grantu GAČR č. 13-208415.

šeny na tloušťku pouhých 50 mikronů a jsou umístěny velmi blízko místa, kde se protínají navzájem proti sobě letící svazky jader. Vysoké prostorové rozlišení detektoru a malá hmotnost představují zásadní pokrok v technologii křemíkových pixelových detektorů. Během experimentu, který proběhl v zimě a na jaře roku 2014, zaznamenal HFT celkem 1,2 milionu srážek jader zlata a splnil všechna očekávaná technická kritéria. V současné době probíhá analýza prvních získaných dat. My se zabýváme zejména studiem částice Λ_c , která ještě nebyla v jádro-jaderných srážkách pozorována.

S využitím technologie MAPS počítá při inovaci svého vnitřního dráhového detektoru Inner Tracking System též experiment ALICE, studující jaderné srážky na urychlovači LHC v CERN při energiích o řád vyšších. Fakulta je zapojena i do projektu studia radiačního poškození jeho komponent, k tomuto účelu využíváme svazek protonů cyklotronu U120M ÚJF v Řeži.

autoři: Jaroslav Bielčík, JFIFI
Jozef Ferencí a Michal Šumbera, ÚJF AV ČR



S orientací pomáhá navigace

Každá společnost je tak dobrá, jak se dokáže postarat o své handicapované občany. Typickým příkladem jsou nevidomí, kteří postrádají základní zrakovou orientaci. Jejich problémem je nutnost orientace v prostoru pomocí náhradních smyslů – sluchu a hmatu. Jak mohou současné asistivní technologie vytvářené z navigačních systémů a mobilních komunikací pomoci tento problém vyřešit?

Asistivní technologie využívající navigační satelity představují rozsáhlou oblast, standardem je využívání navigačních systémů v automobilové dopravě a turistice. Tyto technologie jsou dnes jednou ze součástí mobilních terminálů – chytrých telefonů. Jejich výstupem je však obvykle obrazová informace a tu nevidomí postrádají. Je tedy potřeba nalézt cestu, jak nevidomým pomoci právě s využitím těchto technologií k orientaci v prostoru a k dosažení cíle. Tady je nezbytné spojení navigační technologie a mobilních sítí pro přenos dat z jednotky nesené nevidomým a dále k hla-

sové nebo i obrazové komunikaci mezi subjektem a Navigačním centrem.

Vzorový projekt Navigačního střediska byl realizován na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze již v roce 2006, a to pro nevidomé sdružené v SONS (Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých ČR). Projekt představuje aplikaci určení polohy pomocí kombinace mobilní komunikace GSM/EGPRS a navigační technologie GPS ve spolupráci s mapou a lidskou supervizí. V roce 2007 obdržel prestižní hodnocení Via Bóna a spolu s přibližně 1 450 uživateli pracuje dodnes. Nyní, kdy pokročil rozvoj navi-

gačních systémů i mobilních komunikací, je možno – s podporou grantu TA03011396 – navrhnout a realizovat Navigační středisko II. generace.

Základem systému je vždy přeposílání dat GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO) od nevidomého do Navigačního centra, jejich další zpracování s cílem zpřesnění polohy a následné zobrazení na mapě, a to i v kombinaci s generovanou předpokládanou trasou cesty. Je zřejmé, že pro tuto asistivní službu je výhodná i obrazová informace, např. z kamery SmartPhone, ta však nemusí být nezbytná po celou dobu trasy, ale pouze

HeRo / Health Robot hlídá zdraví

Jedním ze základních trendů moderní medicíny je zvýšení přístrojového dohledu nejen nad pacienty, ale v podstatě nad celou populací. Ideální by bylo „sledování“ zdravotního stavu s následným průběžným hodnocením a pokud možno automatizovaným stanovením diagnózy při počátcích onemocnění. Jedno z možných řešení zdravotního dohledu, vyvinuté na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze s podporou grantu FR-TI/662, představuje projekt HeRo – Health Robot.



Podstatnou část fatálních problémů (vedoucích někdy až k úmrtí) je možné výrazně omezit prevencí. Aby systém kontroly a prevence zdraví jednotlivce byl dostatečně efektivní, je třeba zjišťovat klíčové informace. K tomu slouží řada systémů dohledu. V principu jde o stanovení odpovědi na otázky: koho měřit, co měřit a jak měřit? Na první otázku je jasná odpověď: nejlépe je měřit a sledovat celou populaci, zaměření na úzké skupiny (postoperační stavy, dlouhodobě nemocní, sportovci, hasiči, atd.) je sice možné, ale skutečný užitek vynikne až při velkých skupinách a jejich prevenci.

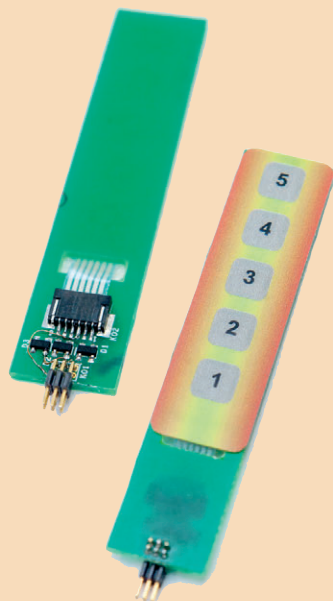
V druhé a třetí otázce musíme zároveň sledovat, že měření musí být neobtěžující a zcela automatizované, ale hlavně musí mít smysl, aby jeho hodnota byla dostatečně vypovídající o zdravotním stavu. Ze základních veličin sledování to budou jistě teplota, tepová frekvence, možná dýchání, měření obsahu kyslíku v krvi. Tyto hodnoty poskytují určitý náhled na zdravotní stav, ale nejsou postačující. Výhodné by bylo EKG nebo EEG, ale tady je zatím principiální problém v počtu, umístění a technologickém provedení měřicích bodů – asi nikdo by nechtěl nosit sady elektrod trvale na těle. Přitom podstatná část zdravotních komplikací a posléze úmrtí souvisí s kardiovaskulárními problémy. Měření systolického a diastolického tlaku se tedy jeví jako velmi užitečné a dostatečně vypovídající o aspektech zdravotního stavu, a to zejména při dlouhodobém sledování doplněném o expertní systém vyhodnocení.

Při doplnění o standardní údaje lékařských vyšetření, získané při návštěvách lékaře a při pobytech v lékařských zařízeních (vlastní vyšetření, krevní a jiné rozborů a testy, subjektivní sdělení atd.), bude již k dispozici základ pro budoucí asistivní službu pečující o naše zdraví.

Cílem projektu HeRo je zpracovat návrh a realizovat mobilní terminál – robota, dohlížejícího na člověka. Tedy terminál samostatně kontrolující životní funkce nositele a komunikující s domácím centrem, lékařským centrem a nouzovým cen-

tam, kde je důležitá – v nalezení cílové informace typu „který zvonek“, „jaké zboží“ je v regálu, ale zejména v indoor navigaci, kde uvnitř budov není dostupný signál GNSS a je třeba nalézt např. správnou ordinaci lékaře. Při použití sítí 3G a 4G se vše může odehrávat jako jeden datový tok na pozadí a nebránit v normálním používání telefonu.

Testy ukazují, že nevidomí se v podstatě pohybují ve dvou základních trasách – známé (obvykle krátké), a nebo neznámé (obvykle podstatně delší), kde je znám výchozí bod a konečný cíl a je zvolena trasa spolu s dopravními prostředky. Zatímco v prvním případě může navigační asistivní technologie tvořit jen doplňující podporu, tak v druhém je asistence dálkového dohledu nezbytná. Tato podpora nemusí být trvalá, po celou dobu trasy – většinou postačí pouze předání klíčových informací. Jeden pracovník Centra tak může spolupracovat se skupinou 40–50 nevidomých. Jednotky nesené nevidomým mohou být propri-



Modul tlačítek
a jeho konstrukce
jako vstupní část
elektroniky hole

etární, navržené pro tuto specifickou úlohu, ale nejvhodnější je využití Smart-Phone. Základní pomůckou nevidomého je stále hůlka, představující jakési prodloužení prstu pro „ohmatání“ prostoru. Testy ukazují, že doplnění hůlky čidly, radary, reproduktory atd. nevidomému spíše brání v klasické aplikaci tohoto prostředku tak, jak byl vyškolen. Proto hůlka obsahuje pouze interface sjednocující jednotlivé platformy, ale nijak neomezuje původní činnost a určení. Interface je – z pohledu nevidomého – představováno sadou (pěti) tlačítek „spouštějících“ určité aplikace ve SmartPhone pomocí komunikace krátkého dosahu Bluetooth. Vlastní komunikaci zajišťují mobilní sítě 2G–4G, servery a pomocí TCP/IP připojené Centrum.

Návrh prošel řadou variant, které byly postupně realizovány, testovány a připravují se do plného nasazení v modernizovaném „Navigačním centru“.

autor: Jiří Chod

Jednotka HeRo měří a zpracovává veličiny: syst./diast. tlak, teplotu, obsah O_2 v krvi a tep. Všechna měření používají bezkontaktní snímání.

trem první pomoci. Musí zpracovat – pro začátek – standardní data (teplota, obsah kyslíku v krvi, tep, tlak systolický/diastolický), v dalším rozšíření možnosti propojení modulů (např. EKG, EEG, atd.) a výhledově např. komunikace i s nanoboty v těle uživatele a přebírání jejich informací. V případě potřeby musí být schopen přivolat první pomoc, v budoucnu bude předávat data dalším zařízením typu inzulinová pumpa, atd. Soubor dat je nutno doplnit o časové a polohové údaje – modul GPS/GLONASS/(GALILEO) – a prostředky komunikace blízkého dosahu (Bluetooth) i komunikace GSM/EGPRS, UMTS, LTE.

Z výčtu požadavků je zřejmé, že je výhodné rozdělit funkce a část jich využít ze současných mobilních terminálů typu SmartPhone s vlastním operačním systémem. Důležité je, že místo souboru samostatných přístrojů projekt HeRo měří vše integrovaně, bez psychické zátěže a zcela bezkontaktně.

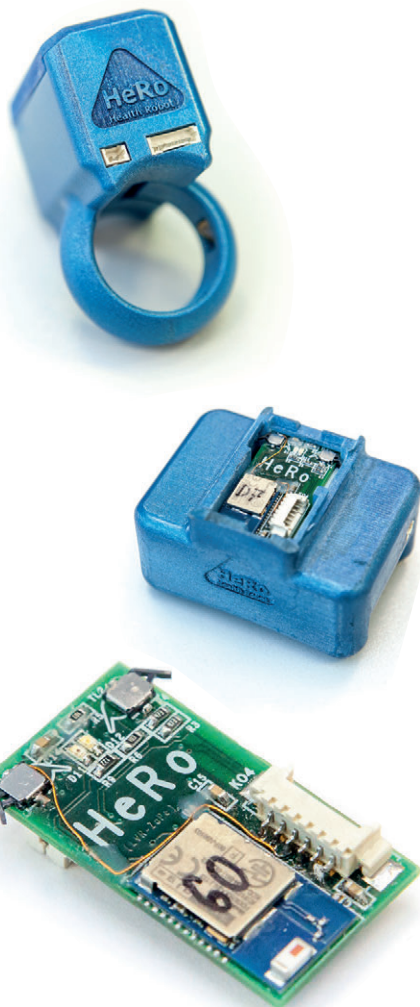
Jednotka HeRo, vyvinutá na Fakultě elektrotechnické ČVUT, je realizována v řadě variant – prsten, náramek, náušnice, případně je přímo součástí samotného Smart-Phone. Současné provedení měří a zpracovává veličiny: syst./diast. tlak, teplotu, obsah O_2 v krvi a tep. Všechna měření používají bezkontaktní snímání.

Nejpodstatnějším výsledkem však není pouze miniaturizace výsledného přístroje, ale zcela nový způsob výpočtu systolického a diastolického krevního tlaku z plethysmografické křivky, tedy bez použití jakékoliv manžety a jejího nafukování. To otevírá novou možnost, která ve svých důsledcích nejenom že mění vlastní měření, ale poskytuje zcela nový prostor ke globálnímu nasazení a systematické kontrole. Výsledky v podobě technologických demonstrátorů (prodejní provedení bez potíží může být 3x až 4x menší) jsou na fotografiích.

Výsledkem projektu je tedy zařízení, jehož nasazení může mít zásadní vliv na blízkou i vzdálenou budoucnost nejenom zdravotnictví, telekomunikací, atd., ale i života běžného občana.

autor: Jiří Chod

foto na dvoustraně: Jiří Ryszawy, VIC ČVUT



Snadný přesun / Počítačová analýza dopravní dostupnosti

Dopravní dostupnost, tj. množství úsilí, které je třeba vynaložit k dosažení určitého místa daným dopravním prostředkem, patří ke klíčovým pojmům v dopravním i územním plánování. Přesná a detailní analýza dopravní dostupnosti je výpočetně náročný problém vyžadující rozsáhlé množství dat a efektivní počítačové algoritmy. Jeho řešení se na Fakultě elektrotechnické ČVUT dlouhodobě věnují výzkumníci Centra agentních technologií.

Doprava ve městech představuje důležitý a obtížný problém, jehož řešení má zásadní dopad na trvalou udržitelnost moderní lidské společnosti. Městské dopravní systémy patří historicky k nejsložitějším člověkem vytvořeným systémům a jakékoliv významnější zásahy do nich je proto třeba provádět na základě důkladných, na datech založených analýz.

Centrum agentních technologií na Fakultě elektrotechnické ČVUT se dlouhodobě zabývá aplikacemi pokročilých výpočetních analytických, modelovacích a plánovacích metod v dopravě a logistice. Centrum hraje významnou roli v řadě velkých národních i mezinárodních výzkumných projektů a spolupracuje s českými i zahraničními firmami. Za dobu své činnosti získalo bohaté zkušenosti s výzkumem a vývojem algoritmů a nástrojů pro inteligentní dopravní systémy a jejich nasazení v praxi. Jedním z důležitých výsledků Centra agentních technologií jsou inovativní metody pro analýzu dopravní dostupnosti.

Dopravní dostupnost patří mezi velmi důležité, ale zároveň obtížně definovatelné pojmy v geografii dopravy. Rozumí se jí obecně množství úsilí,

které je třeba vynaložit k dosažení určité destinace, přičemž dostupnost se rozumí jak snadnost dosažení, tak i schopnost být dosažen. Dopravní dostupnost tak lze považovat za schopnost dopravního systému poskytnout rychlý, levný či jinak hodnotný způsob překonání vzdáleností mezi místy.

Ačkoliv se jedná o téma staré již několik desítek let, tradiční způsoby výpočtu dopravní dostupnosti využívají značně zjednodušenou reprezentaci dopravní sítě (např. pouze vedení linek bez detailních jízdních řadů) a umožňují tak o dopravní dostupnosti získat pouze přibližnou představu. Až v posledních letech dochází k posunu k analýzám dopravní dostupnosti využívající podrobnějších reprezentací dopravního systému. I tyto novější přístupy ovšem mají řadu omezení – hodnotí dostupnost pouze skrze metriku dojezdového času a jsou typicky omezené pouze na jeden typ dopravního prostředku.

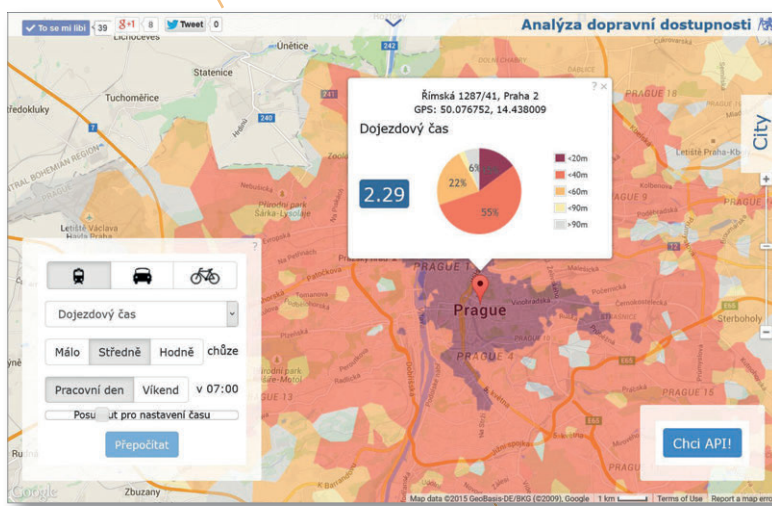
Významnou překážkou pro větší využití prostorově a časově detailní analýzy dopravní dostupnosti pak představuje její vysoká výpočetní náročnost. Přestože nalézt nejkratší cestu mezi dvěma body lze v řádech jednotek až stovek milisekund, pro detailní analýzu je takových výpočtů potřeba provést stovky tisíc až miliony.

Efektivní algoritmy

Vysoké prostorové a časové rozlišení počítačové analýzy dopravní dostupnosti a zároveň její výpočetní efektivnost byly proto cíli našeho výzkumu, probíhajícího částečně v rámci projektu Centra kompetence pro Rozvoj dopravních systémů (RODOS) podpořeného Technologickou agenturou ČR. Nami vyvinuté nové efektivní algoritmy jsou schopné detailní analýzu dopravní dostupnosti pro území velikosti Prahy spočítat v řádu desítek vteřin, na rozdíl od řádově hodin, které pro podobnou analýzu potřebují základní metody. Podkladem pro výpočet metrik dopravní dostupnosti je podrobný model dopravní sítě. Podobně jako při hledání cest, využíváme i v tomto případě pro reprezentaci dopravní sítě tzv. plně multimodální dopravní graf. Jedná se o námi vyvinutou síťovou datovou strukturu pro jednoduchou a vzájemně propojenou reprezentaci všech způsobů dopravy v cílové oblasti. Plánovací grafy se vytvářejí z řady datových podkladů, zahrnujících mimo jiné mapy silniční, cyklostezkové a chodníkové sítě, pozice zastávek a jízdní řady veřejné dopravy. Výsledný plánovací graf má v případě Prahy stovky tisíc uzlů a hran, v případě rozsáhlejších území může počet hran a uzlů dosahovat až desítek milionů.

Zatímco většina existujících nástrojů pro analýzu dopravní dostupnosti pracuje pouze s metrikami dostupnosti založenými na cestovním čase a počítá je pouze pro jeden vybraný mód, nástroje vyvinuté Centrem agentních technologií umí vypočítat celkem sedm různých metrik dopravní dostupnosti, a to pro veřejnou dopravu, auto a dokonce i jízdní kolo. Mezi počítané metriky dopravní dostupnosti patří kromě vzdálenosti a jízdní doby (tj. jakou nej-

Interaktivní on-line analyzátor dopravní dostupnosti v Praze vyhodnocuje dostupnost vybraného místa pomocí veřejné dopravy, auta a kola. Kromě dojezdového času spočítá i počet přestupů, frekvenci spojení a další metriky dopravní dostupnosti.





Výřez plně multimodálního dopravního grafu pro Prahu. Hrany grafu reprezentují všechny možné způsoby pohybu v dopravní síti (modrá = veřejná doprava, červená = auto, zelená = pěšky nebo na kole, žlutá = výhradně pěšky).

kratší resp. nejrychlejší cestou se lze do daného místa dostat), také počet přestupů a frekvence spojení (v případě veřejné hromadné dopravy), spotřeba paliva (v případě automobilu), ale také převýšení a fyzická námaha, kterou je třeba k dosažení místa vydat (v případě jízdy na kole). Na rozdíl od v praxi běžně používaných zjednodušených modelů přitom naše algoritmy počítají s detailní reprezentací dopravní sítě a s realistickými omezeními – u veřejné dopravy je např. uvažována chodníková síť a v potaz jsou brány omezení na maximální počet přestupů nebo maximální dochozí vzdálenost na zastávku.

Nasazení v praxi

Vyvinutá technologie má řadu praktických využití jak pro běžného občana, tak především pro expertní uživatele z řad odborníků na dopravu a územní plánování. V Centru agentních technologií jsme vytvořili prototypy aplikací pro obě dvě tyto kategorie uživatelů. Pro první kategorii uživatelů z řad široké veřejnosti je určena interaktivní on-line aplikace (<http://dopravnidostupnost.cz>), která umožňuje přehledným způsobem analyzovat dopravní dostupnost libovolného místa v Praze. Od svého spuštění byla již využita několika tisíci uživateli např. k výběru vhodných lokalit pro pronájem nemovitosti nebo volbu místa podnikání.

Pro expertní uživatele z řad odborné veřejnosti jsou pak určeny další nástroje. Prvním z nich je webová služba výpočtu dopravní dostupnosti poskytovaná prostřednictvím REST API. Služba umožňuje snadno integrovat analýzu dopravní dostupnosti do dalších aplikací a analytických procesů uživatele a byla tímto způsobem využita např.

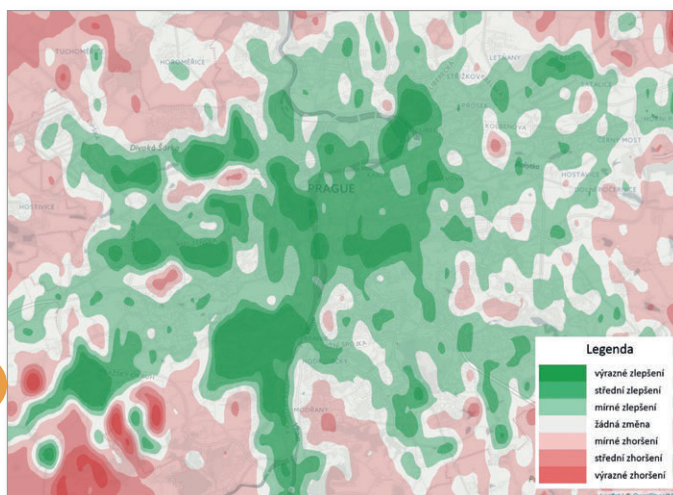
Institutem plánování a rozvoje hl. m. Prahy pro analýzu dostupnosti území. Druhým z nástrojů je analyzátor souhrnné dopravní dostupnosti, který je schopen díky využití dat o dopravní poptávce zohlednit nejen snadnost, s jakou je to které místo dosažitelné, ale také kolik lidí a odkud dané místo dosáhnout potřebuje. Analyzátor souhrnné dopravní dostupnosti je využitelný dopravci a organizátory veřejné hromadné dopravy např. pro porovnání dopadu změn v jízdních řádech.

V superpočítačovém centru...

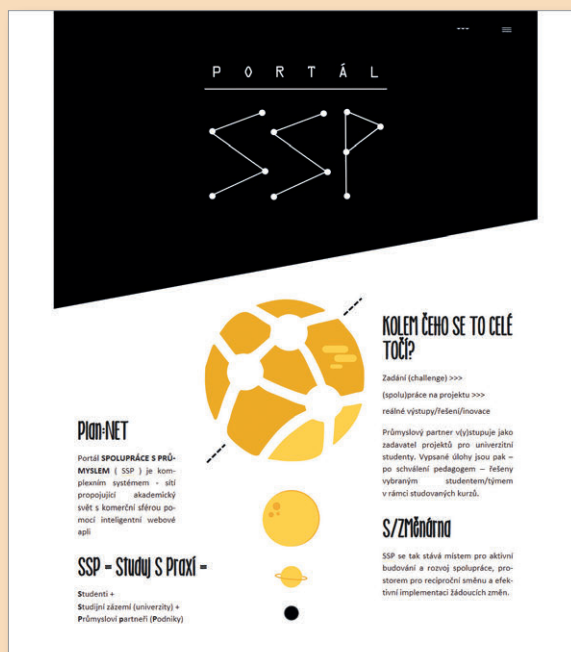
Počítačová analýza dopravní dostupnosti je výborným příkladem problému, který je na jedné straně velmi zajímavý z výzkumného hlediska, na druhé straně má jeho řešení bezprostřední využití v praxi. Přes dobré výsledky dosud vyvinutých nástrojů před námi zůstává v oblasti analýzy dostupnosti řada dalších výzev. První z nich je nasazení analýzy dopravní dostupnosti na úrovni celého státu, což je z výpočet-

ního hlediska ještě výrazně náročnější problém. Pro jeho řešení se proto chystáme využít ostravského Národního superpočítačového centra, na němž jsme pro účely analýzy a modelování dopravních systémů získali značné výpočetní prostředky. Dalším důležitým vylepšením bude propojení algoritmů pro analýzu dostupnosti s informacemi o přepravních vztazích získaných analýzou dat z mobilních sítí. Nejambicióznějším cílem pak je integrace vyvinutých metod počítačové analýzy dopravní dostupnosti do procesu tvorby a aktualizace jízdních řádů tak, aby se objektivním způsobem hodnotit dopady navrhovaných změn a předešlo se tak kontroverzím, které při změně jízdních řádů v praxi často vznikají. Na všech těchto problémech v Centru agentních technologií již usilovně pracujeme a první výsledky očekáváme ještě před koncem tohoto roku.

autoři: Michal Jakob, Jan Nykl
a Jan Hrnčíř



Analýza změny dopravní dostupnosti veřejnou dopravou v důsledku změny jízdních řádů. Zelená barva označuje oblasti, ve kterých došlo ke zlepšení dopravní dostupnosti, červená označuje oblast zhoršení.



Ing. LUCIE KOLOMAZNÍKOVÁ
lucie.kolomaznikova@fit.cvut.cz

Moderní firmy inovují ruku v ruce s univerzitami

Mnoho firem dnes intenzivně spolupracuje s univerzitami a buduje na akademické půdě svá inovační oddělení. Na Fakultě informačních technologií ČVUT v Praze máme hned několik laboratoří a výzkumných týmů, které se věnují výzkumu a inovacím v těsné spolupráci s podniky. Vedle společných výzkumných projektů podporovaných státním rozpočtem se stále častěji praktikuje tzv. smluvní výzkum, který plně platí podniky. Hlavní výhodou tohoto typu spolupráce je flexibilita a dobrá kontrola nad výstupy a právy k duševnímu vlastnictví.

Spolupráce formou smluvního výzkumu umožňuje efektivní transfer znalostí z akademické sféry do oblastí činnosti podniku. V našem případě jde zejména o inovace v oblasti datové vědy, podnikové inteligence, bezpečnosti, moderních HW architektur apod. Fakulta disponuje studenty a vědeckými pracovníky, kteří jsou schopni výzkum, vývoj a inovace pro firmu realizovat, a podnik pomáhá aktivně budovat tyto kapacity v oblastech svého zájmu.

Smluvní výzkum se sjednává na základě smlouvy, která upravuje předmět inovativní činnosti. Fakultní tým pak v úzké spolupráci se zadavatelem řeší zadání a dodává požadované výstupy. Podnik za výzkum platí tržní cenu a fakultě se tak daří udržet velmi kvalitní výzkumníky, kteří by jinak odešli do zahraničí. Od roku 2014 se výrazně rozšířily možnosti, jakými mohou podniky při podpoře těchto výzkumných aktivit získat daňové výhody (Zákon o daních z příjmů č. 586/1992 Sb., § 34b), a proto je spolupráce výhodná pro obě strany.

Rady a tipy, v jaké oblasti s námi spolupracovat

Na Fakultě informačních technologií máme několik výzkumných skupin, které poskytují možnost realizace smluvního výzkumu z nejrůznějších oblastí informatiky. Stručný přehled aktuálních výzkumných kapacit je uveden na <https://www.fit.cvut.cz/vyzkum>. Pro podniky, které chtějí postupně začít spolupracovat s univerzitou, nabízíme možnost zadání menších projektů pro studenty přes takzvaný Portál spolupráce s průmyslem (ssp.fit.cvut.cz). Tyto projekty pak typicky vedou ke zmapování inovačního potenciálu v oblasti a jsou zárodkem budoucího smluvního nebo společného výzkumu. Portál postupně rozši-

řujeme i o podporu smluvního výzkumu a podnik tak dostane komplexní přehled o spolupráci s vysokou školou, výstupech a efektivitě vynaložených prostředků. V případě zájmu nás můžete kontaktovat na rozvoj@fit.cvut.cz.

Příklady aktuálního smluvního výzkumu na FIT

„Fakulta informačních technologií ČVUT spolupracuje s Komerční bankou již od první poloviny roku 2014. Smluvní výzkum je zaměřen zejména na efektivitu řízení informatiky a na celofiremní inovace. Naší hlavní doménou je využití principů Social Computing a Digital Business pro dosažení podnikových cílů, ať už se jedná o zvýšení efektivity vnitřní komunikace, zkrácení time-to-market zejména IT projektů nebo zvýšení úspěšnosti elektronických obchodních kanálů,“ říká Ing. Pavel Krejčí z Komerční banky.

„Doménou Lely Industries jsou inovace v zemědělství. Jsme světovým lídrem ve vývoji robotů pro automatizované mléčné farmy. S Fakultou informačních technologií spolupracujeme v oblastech umělé inteligence a datových věd. Studentům, zejména magisterských a bakalářských studijních programů, nabízíme zajímavá témata především výzkumného charakteru. V rámci Laboratoře datových věd se nám podařilo sestavit tým studentů, díky čemuž s fakultou realizujeme stabilní smluvní výzkum,“ upřesňuje úspěšnou spolupráci Ing. Tomáš Borovička, Lely Industries.

autorka: Lucie Kolomazníková

> Více na ssp.fit.cvut.cz

Membránová architektura

S naplňováním soudobých trendů dynamické a organické architektury konvenují určité stavební konstrukce a technologie. Inspirována vzory ze živé i neživé přírody mezi ně nepochybně patří také membránová architektura. Studium a aplikovanému výzkumu membránových konstrukcí se věnuje Katedra architektury Fakulty stavební ČVUT.

Studiem membránových konstrukcí a jejich využíváním ve stavebnictví se na ČVUT začali jako první zabývat matematici – pedagogové, doktorandi a studenti, později se přidalo konstrukční a statické využití membrán. V roce 2011 se s přechodem doc. Ing. arch. Miloše Kopřivy z Fakulty architektury na Fakultu stavební problematika rozšířila na konstrukce s pneumatickými fóliemi a obecně i na architektonické navrhování membrán a fólií. Založením Studia membránové architektury (SMA) na Fakultě stavební v roce 2012 získalo studium a výzkum oboru svoji současnou komplexní podobu. Významnou součástí je propojení s mezinárodními specialisty i s firmami z praxe.

SMA jako spoluautor vítězného projektu Areálu ledových sportů situovaného na území Městské části Praha 11 uspělo v roce 2015 také při výběru hlavního architekta pro projekt Zimního stadionu v sousedství curlingové haly. Aktuálně již probíhají projektové práce na územně plánovací dokumentaci a výstavba bude zahájena v roce 2016. Významnou část architektury zde tvoří dvě jednovrstvé membránové konstrukce, které budově umožňují lepší stínění a ochranné funkce. Generálním projektantem je AED project, ocelové konstrukce projektuje Excon. Projektovou dokumentaci všech dílů s membránami připravuje SMA v přímé spolupráci s dodavatelem membrán – firmou Archtex.

V současnosti také probíhá první realizace membránové střechy podle projektu SMA ve spolupráci s firmou Kontis pro stadion v Třeboni. Studio spolupracuje s firmou Vector Foiltec na projektu experimentální pohyblivé fasády lezecké věže pro Městskou část Praha 17. Pohyblivé díly fasády zde tvoří pásy dvouvrstvé pneumatické fólie ETFE.

Nové zahraniční kontakty a prohloubení spolupráce SMA s renomovanými zahraničními pracovišti (ILEK Stuttgart, TU Vídeň) jsou spojeny s účastí Ing. arch. Aleše Vaňka na zahraničním magisterském programu Membrane Lightweight Structures na TU ve Vídni.

V každém semestru Studio organizuje membránový workshop. Letos v červnu studenti ze systému Gridshell za pomoci Jürgena Hennickeho z Technické univerzity ve Stuttgartu zkonstruovali dřevěnou nosnou skořepinu. Finálně se dokončí v rámci pokračování výzkumu spolupůsobení dřevěných nosných prvků a textilních membrán, aby po potažení membránou mohla být umístěna jako trvalá stavba před hlavním vstupem do budovy Fakulty stavební ČVUT.

Studio membránové architektury zahájilo přípravu na 2. mezinárodní membránovou konferenci, která by měla v Praze proběhnout na podzim 2016. Chceme představit významné konstruktéry, architektky membránového oboru z Německa, Švýcarska, Rakouska a Slovenska. Plánuje se reciproční přednáškový cyklus SMA pro zahraniční konference a univerzity, který zahájí doc. Ing. arch. Miloš Kopřiva představením svých experimentů s pohybem membrán pro wellness.

autor: Aleš Vaněk

foto: archiv pracoviště



Workshop konstrukce Gridshell



Membránová architektura

Miloš Kopřiva, Zdeněk Hirnšal,
Michal Netušil, Henri Achten

1. vydání, 202 stran,
ISBN 978-80-01-05693-6

V roce 2012 se na Katedře architektury Fakulty stavební konala 1. mezinárodní membránová konference na půdě ČVUT, jejímž odborným garantem byl doc. Ing. arch. Miloš Kopřiva. Kromě architektů z ČR se jí účastnili i významné zahraniční osobnosti oboru (Jörg Trithard, Robert Roithmayr, Peter Werner, Henri Achten) a další. Při práci na sborníku vznikla intenzivnější spolupráce s partnery z jiných fakult (FA ČVUT – Miloš Florian) a z praxe (Archtex – Zdeněk Hirnšal, Vector Foiltec – Jaroslav Hruška). Z nich se postupně vygeneroval autorský kolektiv pro budoucí publikaci s názvem Membránová architektura, kterou v červnu 2015 vydala Česká technika – nakladatelství ČVUT.

Původní cíl byl umožnit studentům ČVUT orientaci v systémech vypínání a kotvení membrán při používání ve stavebnictví, představit zásady prostorového navrhování těchto konstrukcí. V průběhu práce na této knize, která trvala více než dva roky, se její zaměření rozšířilo o architektonické analýzy vybraných realizací. Publikace také přibližuje používání softwarové podpory určené k navrhování membránových konstrukcí. Recenzenty této odborné knihy jsou doc. akad. arch. Vladimír Soukenka a Ing. arch. Vlado Milunič. V českojazyčném prostředí se jedná o první ucelenou publikaci, která se výhradně zabývá tímto specifickým oborem architektury.

Ing. MILAN HRABÁNEK, Ph.D.
milan.hrabanek@klok.cvut.cz



Diagnostika palmového skleníku

Rekonstrukce historických a památkově chráněných staveb je aktuální téma. Nezbytnou podmínkou zdařilé rekonstrukce je dostatek relevantních údajů o konstrukci a použitých materiálech. V mnoha případech však není k dispozici původní dokumentace a je tak nutné provést diagnostiku konstrukce, která zpravidla poskytne potřebné údaje pro projekční práce.

Jedním z projektů, na kterém se podílel Kloknerův ústav ČVUT v Praze, je rekonstrukce palmového skleníku v areálu zámku Lány, která byla zahájena počátkem roku 2015. Jako výchozí podklad pro prováděcí projekt rekonstrukce sloužily výsledky diagnostiky ocelových a litinových prvků konstrukce skleníku, kterou (včetně statického posouzení nosné konstrukce) provedli pracovníci Kloknerova ústavu v březnu 2014.

Palmový skleník postavený v roce 1879 má půdorysný tvar písmene T o rozměrech cca 28 x 7,3 m, resp. 9 m. Zatímco postranní křídla skleníku mají výšku cca 5,2 m, střední příčná část s hlavním vstupem je vysoká cca 6,8 m. Nosná konstrukce skleníku je tvořena šesti nesymetrickými ocelovými nýtovanými rámy kotvenými do zděné podezdívky, na severní straně pak do zdi sousedící s dalšími skleníky. Nosná konstrukce vyšší střední příčné části je kombinací litinových sloupků a ocelové konstrukce s vrcholovým ocelovým příhradovým vazníkem. Z litinových prvků jsou nosné pouze sloupky, zatímco ostatní litinové prvky jsou dekorativní. Skleník je usazen na kamennou podezdívku, která plynule přechází v základový pás z kamenného zdiva.

Cílem diagnostických prací bylo zejména zhodnotit aktuální stav konstrukce, ověřit její úplnost, zjistit rozměry příčných průřezů jednotlivých ocelových a litinových prvků včetně stanovení jejich pevnostních charakteristik a druhu použité oceli a litiny, dále zjistit tvar základů, hloubku založení a stanovit únosnost základové zeminy. Ze zjištěných údajů byl následně vytvořen výpočtový model a bylo provedeno statické posouzení konstrukce skleníku.

V rámci diagnostických prací byly zjištěny významné skutečnosti. Nosná konstrukce skleníku nevykazovala výraznější zasažení korozí ani zjevné deformace, průhyby, apod.

Obsah uhlíku v oceli byl nízký ($C \leq 0,2\%$), což je typickým znakem svařkové oceli. Vypočtený uhlíkový ekvivalent C_{eq} se pohyboval v rozmezí 0,018 až 0,022 %, tzn., že ocel má zaručenou svařitelnost. Dva litinové sloupky (z celkem dvánácti) byly poškozeny trhlinami. Únosnost jednoho z poškozených sloupků byla snížena a druhý sloupek byl již v havarijním stavu. Příčinou vzniku trhlin byly expanzní tlaky způsobené cyklickým zamrzáním vody v dířku sloupků. Provrtáním sloupku bylo zjištěno, že dířek sloupku je do cca 70 % výšky naplněn vodou. Dále byl mj. zjišťován i tvar příčných průřezů sloupků. Průměrný obsah uhlíku (3,30 %) a síry (0,06 %) v litině nevybočoval z mezí typických pro litinu. Dle charakteru struktury litiny, zjištěné mikroskopickou analýzou konfokálním laserovým rastrovacím mikroskopem, bylo odvozeno, že se jedná o šedou litinu. Statickým posouzením bylo prokázáno, že konstrukce skleníku vyhovuje ustanovení platných norem v době posouzení (v posouzení již byla zohledněna navržená oprava litinových sloupků).

S ohledem na zásadní zjištění, tj. že stávající konstrukce skleníku je kompletní a z korozního hlediska i přes své stáří v poměrně dobrém stavu a že ze statického hlediska je spolehlivá a vyhoví ustanovením dnes platných norem, mohl se projekt rekonstrukce cíleně zaměřit zejména na opravu poškozených litinových sloupků, obnovu antikorozních nátěrů, výměnu prosklení a příp. modernizaci zavlažovacího systému a vytápění.

Tento projekt je příkladem, jak mohou pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT v Praze propojit akademický svět s praxí a smysluplně zúročit nabyté vědomosti a zkušenosti.

autor: Milan Hrabánek
foto: archiv pracoviště



Trhlinami poškozené litinové sloupky

Vytváříme něco jako energetickou wikipedii...

Portál oEnergetice.cz

Novinky z české a světové energetiky i odborné články, zabývající se technologiemi a technologickými procesy používanými v energetice. To vše přináší web oEnergetice.cz, internetový portál plný informací z energetického sektoru.



„Web oEnergetice.cz jsem založil po studiu na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze. Dlouho jsem na internetu hledal portál, kde bych našel informace z energetiky přesně svého zaměření. V České republice existuje řada skvělých webů, ze kterých denně čerpám informace a navštěvuji je. Řada z nich je ale zaměřena buď na specifický úsek energetiky, nebo naopak zasahuje i do jiných oblastí zpravodajství a energetika je pouze jejich část. V tu chvíli jsem se obrátil na své kolegy Honzu Budína a Davida Vobořila, kteří se energetice dlouhodobě věnují, a společně jsme založili web vlastní,“ komentuje vznik užitečného portálu Martin Voříšek.

Aktuální zpravodajství z dění v oblasti elektroenergetiky se zaměřuje nejen na konvenční zdroje a jejich budoucnost, ale i na obnovitelné zdroje energie. Svě místo na portálu oEnergetice.cz má také elektromobilita. Velká pozornost je věnována akumulaci energie jakožto prostředku umožňujícího integraci obnovitelných zdrojů do elektrizačních soustav. „Díky tomu, že jsou v našem týmu kromě odborníků z praxe také lidé z výzkumných laboratoří, máme možnost přinášet ty nejaktuálnější informace z oboru,“ říká Martin Voříšek.

Kromě elektroenergetiky se portál věnuje plynárenství, které je při aktuální složité geopolitické situaci často skloňovaným pojmem především z důvodu zajištění energetické bezpečnosti v Evropě. Sleduje také aktuální dění v teplárenství a v ropném průmyslu, kde

kromě technologií informuje také o dění na světových trzích.

Důležitou náplní webu je poskytování informací z energetické politiky a legislativy v České republice a Evropské unii. Sleduje dění v těchto oblastech a přináší informace nejen formou popisu důležitých dokumentů, ale také komentáře a diskuze o dopadech do české energetiky. Zaměřuje se také činnosti a studie největších organizací v energetickém sektoru, jako jsou Mezinárodní energetická asociace, Mezinárodní agentura pro obnovitelné zdroje nebo například Světová uhelná asociace a výsledky relevantních studií prezentuje českému čtenáři.

Na webu nechybí ani profily nejvýznamnějších českých a zahraničních společností z energetického sektoru. Postupně jsou přidávány také významné úřady a instituce, které dění v energetice ovlivňují. Do budoucna web obohatí i rozhovory s nejvýznamnějšími osobnostmi české energetiky.

„S nadsázkou se dá říci, že při pomyslném rozdělení našeho webu na dvě části – aktuální zpravodajství a encyklopedickou část, vytváříme něco jako energetickou wikipedii, kde si člověk při čtení novinek z oblasti, která ho nejvíce zajímá, bude rovnou moci najít také informace o tom, jak daná technologie nebo technologický proces funguje, jaký vývoj v dané oblasti probíhá a mnoho dalšího,“ komentuje energetický portál jeho spoluautor. „Po prvních měsících realizace projektu zjišťujeme, jak velký je zájem

o takovýto typ webu. Návštěvnost roste exponenciálně. Pohled na zvyšující se počet návštěvníků a jejich zájem dozvědět se o energetice více a více informací nás nabíjí energií a ukazuje nám, že naše práce má smysl. Velmi živo je také na našem facebookovém profilu. Právě sociální sítě věnujeme velkou pozornost a našim čtenářům tam denně servírujeme nejaktuálnější informace. Kromě facebooku je nás možné najít také na Twitteru nebo na Google+. Abychom růst webu ještě posílili a oslovili co největší počet čtenářů, navazujeme spolupráci s weby, které jsou podobně zaměřeny, a touto spoluprací získáváme kromě nových čtenářů také hlubší znalosti a podrobnější informace z konkrétních oblastí energetiky,“ dodává Martin Voříšek.

(red)

Martin Voříšek,
zakladatel portálu
oEnergetice.cz

> Více na <http://oenergetice.cz/>





WAVE / Efektivní využití odpadního tepla z bioplynových stanic

Unikátní jednotku na využití odpadního tepla uvede na přelomu 2015/2016 na trh Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT ve spolupráci se soukromou společností. Jejím největšími přednostmi jsou velmi příznivé ekonomické parametry oproti konkurenci a velmi jednoduchá a rychlá instalace.

V současnosti je testována verze o výkonu 5 kW_{el}, produkční verze bude mít 10 kW_{el}, první jednotka bude k dispozici na konci roku 2015. Zařízení bude v rámci licence vyrábět a prodávat soukromá společnost, která je start-upem ČVUT a je plně financována ze soukro-

mých zdrojů. Projekt zařízení na využití odpadního tepla z bioplynových stanic dospěl do finále a v roce 2016 dosáhne komerční fáze.

Zařízení pod názvem WAVE 10 je dílem sedm let trvajícího výzkumu a vývoje, který započal na Fakultě strojní ČVUT pod vedením dr. Jakuba Maščucha a pokračuje v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT v Buštěhradě. Původní myšlenka směřovala k zařízení na bázi organického Rankinova cyklu (ORC), které by bylo schopné zásobovat domácnosti levnou elektřinou a teplem z biomasy. V prů-

běhu vývoje však tým nasměroval pozornost k využití odpadního tepla vznikajícího spalováním bioplynu v stacionárních motorech na bioplynových stanicích (BPS). K tomu ho vedla řada důvodů, které se týkají zejména ekonomické stránky uplatnitelnosti jednotky na trhu.

Odpadní teplo nebývá příliš často hospodárně využíváno. Ještě před nedávnem nebylo vnímáno jako surovina a o jeho zpětném využití uvažoval málokdo. Vlivem nárůstu cen energií a paliv se zájem značně zvýšil. I přesto k masovému rozšíření technologií na zpětné využití odpadního tepla nedo-

Po vodních cestách Evropy jen na Slunce

Vývoje palubního fotovoltaického systému pro jachtu SunRiver se ujali odborníci z vědeckého týmu Monitorování, diagnostika a inteligentní řízení budov buštěhradského Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT.

Loď navržená Miroslavem Cinkem je poháněna dvěma elektrickými motory. Ekologický provoz bez nutnosti doplňovat palivo není jediným bonusem unikátně navržené jachty. Trakční systém je vybaven bateriemi, které jsou za jízdy dobíjeny fotovoltaickým systémem instalovaným přímo na dostupných plochách jachty. Díky tomu je loď schopná proplouvat evropské říční toky i kanály pouze na energii získanou ze Slunce přímo na palubě. Jachta SunRiver se na začátku června 2015 vydala na evropskou pouť do

Německa, Belgie, Holandska a Francie. Už během dubna a května 2015 jachta uplula 513 km pouze na solární energii.

Výzkumníci z ČVUT navrhli optimalizaci palubního fotovoltaického systému a speciální pole DC-DC konvertorů, které je schopné dodávat energii přímo z panelů do trakční baterie. Díky tomu umí fotovoltaický systém využít maximum dopadající energie i při měnící se pozici lodi vůči Slunci nebo při částečném zastínění některých panelů.

V případě dlouhodobě nevhodných slunečných podmínek je samozřejmě možné baterie dobíjet i ze sítě v přístavech.

autor: Jan Včelák
foto: Miroslav Cink

Ing. JAN VČELÁK, Ph.D.
jan.vcelak@uceeb.cz

cháží, ačkoli se na českém trhu pohybuje hned několik výrobců.

Zařízení WAVE 10 je od svého počátku vyvíjeno zejména s ohledem na ekonomické přínosy pro budoucího zákazníka. Cílem je získat jednoduché zařízení s minimálním počtem komponent, které je možné vyrobit konvenčními metodami v relativně velkých sériích. Konkurenční řešení se většinou skládají z několika částí: spalínový výměník, samotná ORC část, chladič. Zařízení WAVE 10 zmíněné součásti již přímo obsahuje. Zákazník si tedy kupuje vše, co potřebuje k jeho provozu.

Jedním z důležitých kritérií při rozhodování o koupi technologie, je i náročnost na její umístění. WAVE 10 je oproti jiným řešením poměrně malá jednotka, kterou lze umístit bez výrazných úprav povrchu (instalace jeden až dva dny).

Řada členů týmu se dlouhou dobu zabývala energetickým poradenstvím a díky tomu se dostala i ke skutečným provozním vlastnostem konkurenčních technologií, ne jen k optimálním parametrům, které výrobci uvádějí. Reálné přínosy jednotek se od těch návrhových často výrazně liší. Koncepte WAVE chce od počátku poskytovat relevantní a nezavádějící informace. Zařízení s označením „WAVE 10“ vyrábí 10 kWe do elektrické sítě, veškerá vlastní spotřeba je již zahrnuta. Pro získání pozitivních referencí bude sloužit právě dokončený prototyp WAVE 5. Ten disponuje nižším výkonem než produkční verze, ale jinak se od ní prakticky neliší.

autor: Petr Mydlil
foto: Monika Žitníková

Monitoring (dřevo)staveb

Největším nebezpečím dřevostaveb není jen oheň, ale i voda. Problémem „vlhkost v dřevěné konstrukci“ se zabývá systém Moisture Guard výzkumníků z Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT.

Pro zajištění co nejdélejší životnosti dřevostavby je důležité uvnitř konstrukce zajistit optimální vlhkostní podmínky a průběžně monitorovat stav konstrukce. Běžně dostupné příruční vlhkoměry umožňují provádět pouze namátkové kontroly v relativně dlouhých časových intervalech a inspekce může být provedena pouze na přístupném povrchu dřeva. Pro včasnou detekci havárie je tento způsob naprosto nevyhovující. Monitorovací a detekční systém Moisture Guard, který vyvinul tým Monitorování, diagnostika a inteligentní řízení budov Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT, je určen pro kontinuální automatické měření bez nutnosti zásahu uživatele. Skládá se z inteligentních senzorů, centrální jednotky, komunikační sběrnice a vyhodnocovacího algoritmu. Sensory se do konstrukce budovy instalují již v době výstavby, takže je lze umístit přímo do kritických míst, jako jsou koupelny, kuchyně, technické místnosti, stěny přilehlé k terénním nerovnostem, příp. střešní konstrukce aj.

Kompaktní inteligentní senzor MHT02485 měří tři základní veličiny – teplotu, absolutní vlhkost masivního materiálu a relativní vzdušnou vlhkost v navazujícím izolačním materiálu. Měření vlhkosti je založeno na rezistivní metodě, tedy vychází ze známé závislosti mezi elektrickým odporem materiálu a jeho vlhkostí. Elektrický odpor je měřen mezi dvěma nerezovými elektrodami zašroubovanými do měřeného materiálu, které slouží zároveň jako montážní. Měřený odpor je v senzoru přepočítán na vlhkost a dále jsou provedeny korekce na vliv teploty a na druh materiálu. Centrální jednotka zajišťuje vyčítání měřených hodnot ze senzorů, jejich zpracování, ukládání na paměťovou kartu nebo odesílání na server do databáze. Historická data lze v případě online jednotky prohlížet z webového prohlížeče z počítače nebo chytrého telefonu. Centrální jednotka obsahuje akustickou a optickou signalizaci zvýšené vlhkosti a případně i LCD displej pro zobrazení jednotlivých hodnot. Systém sice nedokáže eliminovat riziko vzniku havárie, ale dokáže ji velmi rychle detekovat a výrazně tak snížit náklady na rekonstrukci. Nyní je systém několik měsíců úspěšně testován a probíhají další dlouhodobé testy na několika pilotních instalacích.

autor: Aleš Vodička / foto: archiv pracoviště



Délka: 10,68 m Výtlak: 6,5–7,5 t
Zóna pro plavbu na moři: 1
Počet lůžek: 4–10
Maximální rychlost: 18 km/h
Pohon: 2 nezávislé elektromotory, 2x25 kW
Kapacita baterií: 2 nezávislé, 2x28 kWh
Dojezd na jedno nabití akumulátoru: více než 200 km
Plocha solárních kolektorů: 30m²
Instalovaný výkon kolektorů: 6,2 kWp
Parametry navrženého DC-DC měniče:
Vstupní stringové napětí: 50–95 V
Elektrická účinnost systému: 95–97 %
Maximální přenášený výkon: 450 W
Sledování maximálního výkonu: MPPT
Počet použitých měničů: 18 ks
Nominální napětí připojené baterie: 92 V

prof. Dr. MICHAL PĚCHOUČEK, MSc.
pechoucek@fel.cvut.cz



„Internet všeho“ / Spolupráce s firmou Cisco

Na jedno z nejžhavějších témat současné „datové společnosti“ – bezpečnost internetu, a to především na bezpečnost technologií, na nichž je stavěn „internet věcí“ a „internet všeho“ – se zaměřuje jeden z projektů, který nyní řeší specialisté Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze v rámci smlouvy s firmou Cisco (americký gigant na poli síťových prvků).

Fakulta elektrotechnická ČVUT získala od firmy Cisco závazek investice ve výši 500 000 eur prostřednictvím společného pětiletého výzkumného programu, který byl zahájen v roce 2013. V prvním roce firma utratila 200 000 eur za tři pilotní výzkumné projekty, vybrané ve výběrovém řízení. Na projektu, který jako první přinesl konkrétní výsledky, pracuje pod vedením docenta Filipa Železného doktorand Gustav Šourek. Za pomoci strojového učení navrhují algoritmy, které se snaží nacházet souvislosti mezi internetem přenášenými daty a na jejich základě detekují nebezpečné chování související s počítačovou kriminalitou. Zajímavé jsou také zbylé dva výzkumy. Tým Lukáše Kencla vyvinul software, který dokáže zkoumat příčiny zpoždění komunikace mezi datovými centry. Výzkumníci rozmístili své nástroje v datových centrech a na mnoha koncových zařízeních po celém světě. Zkoumanou otázkou je souvislost mik-

roskopických zpoždění komunikace s nákazou sítí.

Automatickou detekci se zabývá rovněž třetí tým vedený profesorem Jiřím Matasem a doktorem Vojtěchem Francem. Ten automatizuje detekci škodlivého softwaru na základě toho, že jsou na „vstupu“ zadány vzorky, co je dobrý kód a co naopak kód špatný. Specialitou tohoto projektu je zaměření na strojové učení za mimořádně obtížných podmínek, na síti běžných. Učíme se z neúplných, obrovských, nevyvážených a obecně neznámých dat.

Druhý rok spolupráce tematicky navazuje na dosavadní, úspěšný, společný výzkum. Zaměřujeme se cíleněji na nejzásadnější teoretické nevyřešené problémy, jejichž řešení má potenciál významně ovlivnit bezpečnost technologií, na nichž je stavěn „internet věcí“ a „internet všeho“. Nejde primárně o technologické, ale fundamentálně teoretické problémy. Jak se nejlépe učit z obrovských, ale kusých dat? Chtělo by se říci: jak se učit z několika jehel v kupce sena? Jak nejrychleji jehlu v kupce vůbec nalézt, a jak ji rozeznat od začernalého stébla, aniž bychom strávili týdny času podrobným zkoumáním všech tenkých malých předmětů, které obsahuje? Jak nejrychleji naučit počítač rozeznat, čím přesně se jehla od stébla liší a to tak, aby příště počítač dokázal rozeznat libovolnou, i poškozenou jehlu od libovolného stébla libovolného druhu trávy? Jak zobecňovat, pokud ani nemáme k dispozici dostatek vzorových jehel, pouze libovolně mnoho sena? Tato paralela může vypadat samoúčelně, je však přímou analogií aplikací, které se snažíme společným výzkumem podpořit.

Každý fundamentální výsledek má potenciál zabránit dalšímu útoku na vaši banku, krádeži intelektuálního vlastnictví vaší firmy nebo zablokování vašeho mobilu či počítače vyděračským virem. Ale nejen to. Problémy zkoumané v rámci našich projektů přesahují rámec síťové bezpečnosti – na výzkum fundamentálních teoretických otázek cílíme mj. proto, abychom přispěli ke správné a co nejlepšímu využití nesmírné záplavy dat tekoucích zdánlivě chaoticky dnešním internetem.

Automatizované rozeznávání patternů, zákonitostí a souvislostí v samostatně mnohdy bezcenných kouscích dat otevírá netušené možnosti, jak denně ilustrují zprávy o výzkumech dalších významných světových technologických korporací. Je již zřejmé, že automatizované propojování a hledání smyslu napříč datovými zdroji (z nichž podstatná část je významně přítomná na světovém internetu) má netušené možnosti v medicíně, geografii, podpoře státní správy, optimalizaci firemních a obchodních procesů, optimalizaci dopravy, propojení lidských znalostí a kreativity.

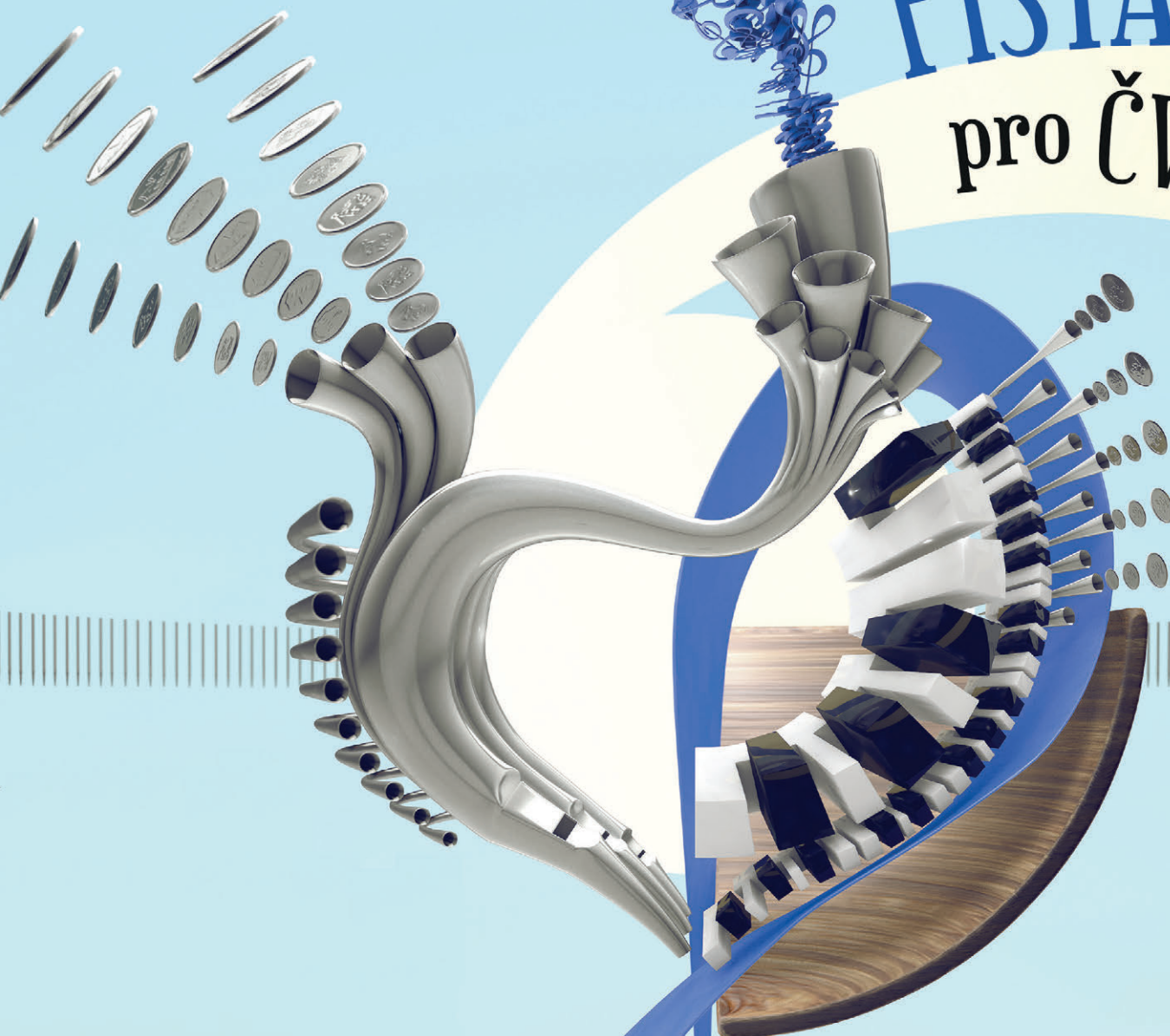
Odpovídajícím způsobem budeme v rámci spolupráce klást důraz na publikace. Naším ambiciózním cílem je nejen přispět k reálnému a výraznému pokroku průmyslových řešení v oblasti síťové bezpečnosti, ale také a především k vědeckému pokroku a co nejširšímu předávání znalostí a zvyšování povědomí o výzvách i fascinujících možnostech světa, který již máme za dveřmi.

autoři: Michal Pěchouček, Petr Somol
foto: archiv pracoviště



ČESKÉ
VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V PRAZE

PÍŠŤALY pro ČVUT



Na kontě veřejné sbírky na pořízení varhan do Betlémské kaple, kterou 1. října 2014 vyhlásil Spolek absolventů a přátel ČVUT, je po půl roce více než 500 000 korun. Přáním všech, kteří doposud do sbírky přispěli, je, aby prostředí Betlémské kaple obohatil královský hudební nástroj, který bude prostřednictvím autentického zvuku svých píšťal přinášet skutečně hluboký umělecký prožitek, a to jak účastníkům promoci a imatrikulací, tak návštěvníkům tradičních koncertů. Spolek chce prostřednictvím sbírky pomoci Českému vysokému učení technickému v Praze realizovat vznešenou myšlenku nahrazení starých digitálních varhan novými píšťalovými varhanami.

Sbírka Píšťaly pro ČVUT byla 2. června 2015 oceněna 1. místem v kategorii nejlépe prezentovaná sbírka v rámci soutěže MÁME VYBRÁNO 2015, kterou pořádá Institut pro památky a kulturu, o.p.s. ve spolupráci s Ministerstvem kultury ČR a Národním památkovým ústavem. Tento projekt, konaný pod záštitou ministra kultury Daniela Hermana, je zaměřen na financování památek a zahrnuje konferenci a soutěž veřejných sbírek.

Účet veřejné sbírky Píšťaly pro ČVUT – č. 2100626587/2010



SYSTÉM PŘESNOST SPOLEHLIVOST



- Těžební zařízení pro povrchové dobývání
- Dálková technologická doprava sypkých hmot
- Zařízení pro manipulaci s materiálem
- Skládková hospodářství
- Ocelové konstrukce
- Výzkum a vývoj v oblasti přírodních a technických věd nebo společenských věd
- Příprava a vypracování technických návrhů
- Činnost technických poradců v oblasti strojírenství, hutnictví a energetiky
- Specializovaný maloobchod
- Činnost podnikatelských, finančních, organizačních a ekonomických poradců
- Zprostředkování obchodu
- Projektování elektrických zařízení
- Výroba strojů a zařízení pro určitá hospodářská odvětví
- Provádění staveb, jejich změn a odstraňování
- Inženýrská činnost v investiční výstavbě
- Projektování jednoduchých staveb, jejich změn a odstraňování

Sídlo společnosti

NOEN, a.s.
Václavské náměstí 56
110 00 Praha 1
Tel.: +420 224 032 510
Fax: +420 224 032 513

Pracoviště Uničov

NOEN, a.s.
Litovelská 1375
783 91 Uničov
Tel.: +420 585 080 650
Fax: +420 585 080 699

Pracoviště Chrudim

NOEN, a.s.
Tovární 1112
537 01 Chrudim
Tel.: +420 469 623 163
Fax: +420 469 623 191

Pracoviště Bílina

NOEN, a.s.
5. května 213
418 01 Bílina
Tel.: +420 724 859 913

www.noen.cz

noen@noen.cz